**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**
**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**
**ФИЛИАЛ МГУ В Г. ДУБНЕ**

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

филиала МГУ в г. Дубне

_____/ Э.Э. Боос /

«01» сентября 2025г.




# Оценочные и методические материалы формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников

**Уровень высшего образования:**

Магистратура

**Направление подготовки / специальность:**

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Методы и технологии обработки данных в гетерогенных вычислительных средах

**Форма обучения:**

очная

Дубна 2025

Оценочные и методические материалы формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников разработаны в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», утвержденному приказом МГУ от 30 августа 2019 года № 1057 (в редакции приказа МГУ от 11 сентября 2019 года № 1109).

**Содержание**

I. Общие положения

II. Полный перечень компетенций выпускников образовательной программы

III. Этапы формирования компетенций с указанием элементов образовательной программы, формирующих компетенции выпускников

III.1. Этапы формирования универсальных компетенций (УК) и элементы ОПОП ВО

III.2. Этапы формирования общепрофессиональных компетенций (ОПК) выпускника и элементы ОПОП ВО

III.3. Этапы формирования профессиональных компетенций (ПК) выпускника и элементы ОПОП ВО

III.4. Этапы формирования специализированных профессиональных компетенций (СПК) выпускника магистерской программы и элементы ОПОП ВО

III.5. Матрица соответствия универсальных компетенций выпускника магистерской программы и дисциплин (модулей), практик образовательной программы

III.6. Матрица соответствия общепрофессиональных компетенций (ОПК) выпускника магистерской программы и дисциплин (модулей), практик образовательной программы

III.7. Матрица соответствия профессиональных компетенций (ПК) выпускника магистерской программы и элементов образовательной программы, их формирующих

III.8. Матрица соответствия специализированных компетенций (СПК) выпускника магистерской программы и элементов образовательной программы, их формирующих

IV. Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям)

V. Оценочные материалы для контроля формирования компетенций выпускников

**Дисциплины (модули) базовой части**

Иностранный язык

Современная философия и методология науки

История и методология прикладной математики и информатики

Дифференциальные уравнения в прикладных задачах

Методы моделирования физических процессов

Вероятностные модели

Аналитика больших данных и искусственный интеллект

Машинное обучение и мягкие вычисления

Методы и технологии параллельных вычислений для повышения производительности компьютерного моделирования

**Дисциплины (модули) вариативной части**

Моделирование прохождения элементарных частиц через вещество

Языки и технологии анализа данных

Статистические методы обработки данных

Структуры и алгоритмы обработки данных

Модели компьютинга для обработки и анализа данных для крупных научных проектов

Распределенные вычисления и облачные технологии

Платформы, технологии и приложения больших данных

Введение в информационную безопасность

Квантовые вычисления

Научно-исследовательский семинар

**Дисциплины по выбору**

Методы и технологии машинного обучения в прикладных задачах

Технологии анализа данных с применением открытых библиотек на языке программирования python

Web-технологии для решения научных и прикладных задач

Платформы и инструменты для web-разработки

Математические модели в радиационной биологии и ядерной медицине

Моделирование процессов физики высоких энергий

Организация хранения и управления данными в крупных научных проектах

Информационные технологии в мегасайенс экспериментах (на английском языке)

Вычислительные экзафлопсные технологии (на английском языке)

**Практика и научно-исследовательская работа**

Технологическая практика

Преддипломная практика

Научно-исследовательская работа

## I. Общие положения

Оценочные и методические материалы формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников (далее – Оценочные материалы) являются составной частью Фондов оценочных средств для основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ФОС ОПОП ВО). Состав ФОС ОПОП ВО определен в п.7 локального акта МГУ «Положение о фонде оценочных средств по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в МГУ», утвержденного 30 декабря 2017 года.

Кроме настоящих материалов в состав ФОС ОПОП ВО входят также оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся, разрабатываемые для каждой дисциплины (модуля) и практики, а также оценочные материалы для проведения государственной итоговой аттестации.

## II. Полный перечень компетенций выпускников образовательной программы

**Универсальные компетенции (УК) выпускника МГУ, освоившего программу магистратуры:**

**Группа компетенций**

**Группа компетенций НАУЧНОЕ МЫШЛЕНИЕ**

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-2**.** Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач

**Группа компетенций РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ**

УК-3. Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта.

**Группа компетенций КОМАНДНАЯ РАБОТА И ЛИДЕРСТВО**

УК-4. Способен организовывать и осуществлять руководство работой команды (группы), вырабатывая и реализуя командную стратегию для достижения поставленной цели

**Группа компетенций КОММУНИКАЦИЯ И МЕЖКУЛЬТУРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ**

УК-5. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия.

УК-6. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.

**Группа компетенций САМООРГАНИЗАЦИЯ И САМОРАЗВИТИЕ**

УК-7. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития.

**Общепрофессиональные компетенции (ОПК) выпускника МГУ, освоившего программу магистратуры:**

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.

ОПК-3. Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты.

ОПК-4. Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности.

ОПК-5. Способен представлять результаты профессиональной деятельности в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

**Профессиональные компетенции (ПК) выпускника МГУ, освоившего программу магистратуры:**

*Научно-исследовательский тип задач 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-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;

ПК-3. Способен готовить отдельные документы, связанные с проводимой научно-исследовательской работой. редакторский тип задач профессиональной деятельности:

**Специализированные профессиональные компетенции (СПК) выпускника МГУ, освоившего программу магистратуры по профилю «Прикладная математика и информатика»:**

СПК-1. Способность применять классические и современные математические методы для постановки задач математического моделирования в различных областях науки и техники, осуществлять математическое моделирование физических, технологических и природных процессов

СПК-2. Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современные суперкомпьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах

СПК-3. Способность разрабатывать гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов, включая проекты класса мегасайенс

СПК-4. Способность разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения

## III. Этапы формирования компетенций с указанием элементов образовательной программы, формирующих компетенции выпускников

### III.1. Этапы формирования универсальных компетенций (УК) и элементы ОПОП ВО

| **Элементы образовательной программы** | **Периоды обучения** | | **Документ, в котором размещены ФОС для промежуточного контроля формирования компетенции** |
|---|---|---|---|
| | 1 курс | 2 курс | |
| **ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ** | | | |
| Иностранный язык | УК-5 | УК-5 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Современная философия и методология науки | УК-2<br>УК-6<br>УК-7 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| История и методология прикладной математики и информатики | | УК-1 | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ДИСЦИПЛИНЫ ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ** | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ БЛОК** | | | |
| Моделирование прохождения элементарных частиц через вещество | | УК-5 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Структуры и алгоритмы обработки данных | УК-3 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Научно-исследовательский семинар | УК-2<br>УК-6<br>УК-7 | УК-2<br>УК-6<br>УК-7 | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ПРАКТИКА И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА** | | | |
| Технологическая практика | УК-4<br>УК-7 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Преддипломная практика | | УК-4<br>УК-7 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Научно-исследовательская работа | УК-1<br>УК-3 | УК-1<br>УК-3 | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ** | | | |
| Государственный экзамен по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» | | УК-1<br>УК-2 | РПД |
| Защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) | | УК-1<br>УК-2<br>УК-3<br>УК-4<br>УК-5<br>УК-6<br>УК-7 | РПД |

**III.2. Этапы формирования общепрофессиональных компетенций (ОПК) выпускника и элементы ОПОП ВО**

| **Элементы образовательной программы** | **Периоды обучения** | | **Документ, в котором размещены ФОС для промежуточного контроля формирования компетенции** |
|---|---|---|---|
| | 1 курс | 2 курс | |
| **ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ** | | | |
| История и методология прикладной математики и информатики | | ОПК-5 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Дифференциальные уравнения в прикладных задачах | ОПК-1<br>ОПК-3 | | РПД, ФОС по дисциплине |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Методы моделирования физических процессов | ОПК-1 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Вероятностные модели | ОПК-1 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Аналитика больших данных и искусственный интеллект | ОПК-4 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Машинное обучение и мягкие вычисления | ОПК-2 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Методы и технологии параллельных вычислений для повышения производительности компьютерного моделирования | ОПК-2 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ДИСЦИПЛИНЫ ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ** | | | |
| **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ БЛОК** | | | |
| Статистические методы обработки данных | ОПК-2 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Модели компьютинга для обработки и анализа данных для крупных научных проектов | ОПК-2 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Распределенные вычисления и облачные технологии | ОПК-4 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Введение в информационную безопасность | | ОПК-4 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Квантовые вычисления | | ОПК-3 | |
| **ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ СТУДЕНТА** | | | |
| Web-технологии для решения научных и прикладных задач | | ОПК-4 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Платформы и инструменты для web-разработки | | ОПК-4 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Математические модели в радиационной биологии и ядерной медицине | | ОПК-3 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Моделирование процессов физики высоких энергий | | ОПК-3 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Организация хранения и управления данными в крупных научных проектах | | ОПК-4 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Вычислительные экзафлопсные технологии (на английском языке) | | ОПК-2 | РПД, ФОС по дисциплине |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ПРАКТИКА И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА** | | | |
| Технологическая практика | ОПК-5 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Преддипломная практика | | ОПК-5 | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ** | | | |
| Государственный экзамен по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» | | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-3 | РПД |
| Защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) | | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-3<br>ОПК-4<br>ОПК-5 | РПД |

**III.3. Этапы формирования профессиональных компетенций (ПК) выпускника и элементы ОПОП ВО**

| **Элементы образовательной программы** | **Периоды обучения** | | **Документ, в котором размещены ФОС для промежуточного контроля формирования компетенции** |
|---|---|---|---|
| | 1 курс | 2 курс | |
| **ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ** | | | |
| Дифференциальные уравнения в прикладных задачах | ПК-1 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Методы моделирования физических процессов | ПК-1 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ДИСЦИПЛИНЫ ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ** | | | |
| **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ БЛОК** | | | |
| Моделирование прохождения элементарных частиц через вещество | ПК-2 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Распределенные вычисления и облачные технологии | ПК-3 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Платформы, технологии и приложения больших данных | | ПК-1 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Научно-исследовательский семинар | ПК-3 | ПК-3 | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ СТУДЕНТА** | | | |
| Технологии анализа данных с применением открытых библиотек на языке программирования Python | ПК-2 | | РПД, ФОС по дисциплине |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Информационные технологии в мегасайенс экспериментах (на английском языке) | | ПК-3 | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ПРАКТИКА И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА** | | | |
| Научно-исследовательская работа | ПК-2<br>ПК-3 | ПК-2<br>ПК-3 | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ** | | | |
| Государственный экзамен по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» | | ПК-1 | РПД |
| Защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) | | ПК-1<br>ПК-2<br>ПК-3 | РПД |

**III.4. Этапы формирования специализированных профессиональных компетенций (СПК) выпускника магистерской программы и элементы ОПОП ВО**

| **Элементы образовательной программы** | **Периоды обучения** | | **Документ, в котором размещены ФОС для промежуточного контроля формирования компетенции** |
|---|---|---|---|
| | 1 курс | 2 курс | |
| **ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ** | | | |
| Методы моделирования физических процессов | СПК-1 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Вероятностные модели | СПК-1 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Аналитика больших данных и искусственный интеллект | СПК-4 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Машинное обучение и мягкие вычисления | СПК-4 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Методы и технологии параллельных вычислений для повышения производительности компьютерного моделирования | СПК-4 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ДИСЦИПЛИНЫ ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ** | | | |
| **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ БЛОК** | | | |
| Языки и технологии анализа данных | СПК-2<br>СПК-3 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Статистические методы обработки данных | СПК-2 | | РПД, ФОС по дисциплине |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Структуры и алгоритмы обработки данных | СПК-2 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Модели компьютинга для обработки и анализа данных для крупных научных проектов | СПК-2 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Платформы, технологии и приложения больших данных | | СПК-4 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Введение в информационную безопасность | | СПК-3 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Квантовые вычисления | | СПК-2 | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ СТУДЕНТА** | | | |
| Методы и технологии машинного обучения в прикладных задачах | СПК-1<br>СПК-2 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Технологии анализа данных с применением открытых библиотек на языке программирования Python | СПК-3 | | РПД, ФОС по дисциплине |
| Web-технологии для решения научных и прикладных задач | | СПК-4 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Платформы и инструменты для web-разработки | | СПК-4 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Математические модели в радиационной биологии и ядерной медицине | | СПК-1 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Моделирование процессов физики высоких энергий | | СПК-1 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Организация хранения и управления данными в крупных научных проектах | | СПК-4 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Информационные технологии в мегасайенс экспериментах (на английском языке) | | СПК-3 | РПД, ФОС по дисциплине |
| Вычислительные экзафлопсные технологии (на английском языке) | | СПК-3 | РПД, ФОС по дисциплине |
| **ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ** | | | |
| Государственный экзамен по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» | | СПК-1<br>СПК-2<br>СПК-3<br>СПК-4 | РПД |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) | | СПК-1<br>СПК-2<br>СПК-3<br>СПК-4 | РПД |

**III.5. Матрица соответствия универсальных компетенций выпускника магистерской программы и дисциплин (модулей), практик образовательной программы (исключены дисциплины, не участвующие в формировании УК)**

| Элементы образовательной программы | УК-1 | УК-2 | УК-3 | УК-4 | УК-5 | УК-6 | УК-7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Базовая часть** | | | | | | | |
| Иностранный язык | | | | | + | | |
| Современная философия и методология науки | | + | | | | + | + |
| История и методология прикладной математики и информатики | + | | | | | | |
| **Вариативная часть** | | | | | | | |
| **Профессиональный блок** | | | | | | | |
| Моделирование прохождения элементарных частиц через вещество | | | | | + | | |
| Структуры и алгоритмы обработки данных | | | + | | | | |
| Научно-исследовательский семинар | | + | | | | + | + |
| **Практики и научно-исследовательская работа** | | | | | | | |
| Технологическая практика | | | | + | | | + |
| Преддипломная практика | | | | + | | | + |
| Научно-исследовательская работа | + | | + | | | | |
| **Итоговая государственная аттестация** | | | | | | | |
| Государственный экзамен по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» | + | + | | | | | |
| Защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) | + | + | + | + | + | + | + |

**III.6. Матрица соответствия общепрофессиональных компетенций (ОПК) выпускника магистерской программы и дисциплин (модулей), практик образовательной программы (исключены дисциплины, не участвующие в формировании ОПК)**

| Элементы образовательной программы | ОПК-1 | ОПК-2 | ОПК-3 | ОПК-4 | ОПК-5 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Базовая часть** | | | | | |
| История и методология прикладной математики и информатики | | | | | + |
| Дифференциальные уравнения в прикладных задачах | + | | + | | |
| Методы моделирования физических процессов | + | | | | |
| Вероятностные модели | + | | | | |
| Аналитика больших данных и искусственный интеллект | | | | + | |
| Машинное обучение и мягкие вычисления | | + | | | |
| Методы и технологии параллельных вычислений для повышения производительности компьютерного моделирования | | + | | | |
| **Вариативная часть** | | | | | |
| **Профессиональный блок** | | | | | |
| Статистические методы обработки данных | | + | | | |
| Модели компьютинга для обработки и анализа данных для крупных научных проектов | | + | | | |
| Распределенные вычисления и облачные технологии | | | | + | |
| Введение в информационную безопасность | | | | + | |
| Квантовые вычисления | | | + | | |
| **Дисциплины по выбору студента** | | | | | |
| Web-технологии для решения научных и прикладных задач | | | | + | |
| Платформы и инструменты для web-разработки | | | | + | |
| Математические модели в радиационной биологии и ядерной медицине | | | + | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Моделирование процессов физики высоких энергий | | | + | | |
| Организация хранения и управления данными в крупных научных проектах | | | | + | |
| Вычислительные экзафлопсные технологии (на английском языке) | | + | | | |
| **Практики и научно-исследовательская работа** | | | | | |
| Технологическая практика | | | | | + |
| Преддипломная практика | | | | | + |
| **Итоговая государственная аттестация** | | | | | |
| Государственный экзамен по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» | + | + | + | | |
| Защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) | + | + | + | + | + |

**III.7. Матрица соответствия профессиональных компетенций (ПК) выпускника магистерской программы и элементов образовательной программы, их формирующих (исключены дисциплины, не участвующие в формировании ПК)**

| **Элементы образовательной программы** | **ПК-1** | **ПК-2** | **ПК-3** |
|---|---|---|---|
| **Базовая часть** | | | |
| Дифференциальные уравнения в прикладных задачах | + | | |
| Методы моделирования физических процессов | + | | |
| **Вариативная часть** | | | |
| **Профессиональный блок** | | | |
| Моделирование прохождения элементарных частиц через вещество | | + | |
| Распределенные вычисления и облачные технологии | | | + |
| Платформы, технологии и приложения больших данных | + | | |
| Научно-исследовательский семинар | | | + |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Дисциплины по выбору студента** | | | |
| Технологии анализа данных с применением открытых библиотек на языке программирования Python | | + | |
| Информационные технологии в мегасайенс экспериментах (на английском языке) | | | + |
| **Практики и научно-исследовательская работа** | | | |
| Научно-исследовательская работа | | + | + |
| **Итоговая государственная аттестация** | | | |
| Государственный экзамен по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» | + | | |
| Защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) | + | + | + |

**III.8. Матрица соответствия специализированных компетенций (СПК) выпускника магистерской программы и элементов образовательной программы, их формирующих (исключены дисциплины, не участвующие в формировании СПК)**

| **Элементы образовательной программы** | **СПК-1** | **СПК-2** | **СПК-3** | **СПК-4** |
|---|---|---|---|---|
| **Базовая часть** | | | | |
| Методы моделирования физических процессов | + | | | |
| Вероятностные модели | + | | | |
| Аналитика больших данных и искусственный интеллект | | | | + |
| Машинное обучение и мягкие вычисления | | | | + |
| Методы и технологии параллельных вычислений для повышения производительности компьютерного моделирования | | | | + |
| **Вариативная часть** | | | | |
| **Профессиональный блок** | | | | |
| Языки и технологии анализа данных | | + | + | |
| Статистические методы обработки данных | | + | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Структуры и алгоритмы обработки данных | | + | | |
| Модели компьютинга для обработки и анализа данных для крупных научных проектов | | + | | |
| Платформы, технологии и приложения больших данных | | | | + |
| Введение в информационную безопасность | | | + | |
| Квантовые вычисления | | + | | |
| **Дисциплины по выбору студента** | | | | |
| Методы и технологии машинного обучения в прикладных задачах | + | + | | |
| Технологии анализа данных с применением открытых библиотек на языке программирования Python | | | + | |
| Web-технологии для решения научных и прикладных задач | | | | + |
| Платформы и инструменты для web-разработки | | | | + |
| Математические модели в радиационной биологии и ядерной медицине | + | | | |
| Моделирование процессов физики высоких энергий | + | | | |
| Организация хранения и управления данными в крупных научных проектах | | | | + |
| Информационные технологии в мегасайенс экспериментах (на английском языке) | | | + | |
| Вычислительные экзафлопсные технологии (на английском языке) | | | + | |
| **Итоговая государственная аттестация** | | | | |
| Государственный экзамен по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» | + | + | + | + |
| Защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) | + | + | + | + |

**IV. Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям)**

| **Результат освоения дисциплины** | **Критерии оценивания знаний, умений и навыков** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **2/ не зачтено** | **3/ зачтено** | **4/ зачтено** | **5/ зачтено** |
| **Знания** | Отсутствие знаний | Фрагментарные знания | В целом сформированные знания, содержащие отдельные пробелы | Систематические знания |
| **Умения** | Отсутствие умения применять знания | Умение применять знания в целом сформировано, но применяется несистематически | Умение применять знания в целом сформировано, но имеются отдельные затруднения | Систематическое умение применять знания |
| **Навыки** | Отсутствие навыков в решении задач | Навыки в решении задач в целом сформированы, но применяются несистематически | Навыки в решении задач в целом сформированы, но имеются отдельные затруднения | Систематические навыки в решении задач |

**V. Оценочные материалы для контроля формирования компетенций выпускников**

## ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ

## ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Семестры – 1, 2
Зачетных единиц – 6
Общая трудоемкость – 216 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 144 ч.
Из них
Лекций –
Семинаров –
Практических занятий – 144 ч.
Часов самостоятельная работа студента – 72 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачет в 1 семестре, экзамен во 2 семестре

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **УК-5.** Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия. | **Знать** основные современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранном языках), используемые для академического и профессионального взаимодействия в области современной прикладной математики и информатики.<br><br>**Уметь** представлять результаты научной деятельности, с учетом специфики канала коммуникации.<br><br>**Владеть** методами аргументированного и конструктивного представления научных результатов в академической и профессиональной среде. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | УК-5 | Опрос на занятиях<br>Итоговый зачет<br>Экзамен по дисциплине |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Опрос на занятиях | Перечень вопросов для текущего контроля |
| 2 | Итоговый зачет | Перечень вопросов для подготовки к зачету |
| 3 | Экзамен по дисциплине | Перечень вопросов для подготовки к экзамену |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

**1. Comprehension: Read the text and choose the correct answer.**
**Exploration for oil**
Exploration for oil around the Scottish shores has become a very big industry. This is an account of how oil is extracted from beneath the North Sea.
To get the oil out, four production platforms will be used: huge structures, three made of concrete and one of steel, designed to work for 25 years or more. Instead of floating, they are planted firmly on the sea bed and designed to stand up to the worst of sea and weather. From each platform a series of holes is drilled, some going almost straight down, others drilled at an angle away from the platform so that a large volume of oil can be extracted. The oil does not lie there like a great swimming pool full of black liquid, it is trapped in small spaces between the porous rocks. To get as much as possible out many separate holes have to be drilled.
Each platform has accommodation for 90 people. The life is tough, the work heavy and difficult, and the hours long. No alcohol is allowed on the platforms but the food is good and there is plenty of it, a necessity for men who work hard all day in cold wet conditions. The living quarters are comfortable, but far from luxurious, and the noise is continuous.

**Read the text and choose the correct answer.**

1. What constructions are used to extract oil?
   A. 4 floating production platforms
   B. 3 floating and 1 stable platforms
   C. 4 concrete stable platforms
   D. 4 stable production platforms

2. Where is oil?
   A. by the sea, on the coast
   B. floating on the sea surface
   C. trapped between the rocks in the sea
   D. lying under water like a swimming pool

3. To get much oil it is necessary to:
   A. drill one deep hole
   B. drill a series of holes
   C. drill many holes going straight down
   D. drill a hole at an angle from the platform

**Ключ к тесту**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 |
| Правильный ответ | D | C | B |
| Компетенции | УК-5 | УК-5 | УК-5 |

**2. Read the text and choose the best ending for each sentence.**

**Mendeleev**

Dimitri Ivanovich Mendeleev, the youngest of fourteen children, was born in Tobolsk, Siberia, on 7th February, 1834. His father died when Dimitri was quite young and his mother ran a glass-making factory to support her large family. By the age of fourteen, it was clear that Mendeleev had an aptitude for science. His mother tried to make sure that he received a decent education. However, her plans were halted when the glass factory was destroyed by fire.

Eventually, Mendeleev was admitted to university in St Petersburg. He was happy there, until yet another setback threatened to prevent him from reaching his potential. He fell seriously ill and was forced to stay at home in bed for days, sometimes weeks. He was only able to complete his degree through the help of his teachers and fellow students who would visit him often with books to read and papers to write. In 1856, Mendeleev was awarded his degree, and he soon completed his doctorate and was awarded the post of Professor of Chemistry at the University of St Petersburg.

It was not until the last few years of the 1860s that he was to begin work on what we now know to be his great achievement – the arranging of the elements into the Periodic Table. At that time they were distinguished by their atomic weight. This characteristic had been proposed by the British chemist, Dalton, more than 50 years earlier. Mendeleev took Dalton's work and improved it. He grouped the elements by their atomic weight and by the similarities they possessed in their properties. There were gaps in the table and Mendeleev believed that in the future new elements would be discovered to fill those gaps. His predictions were correct. Three of those elements were found during his lifetime: gallium, scandium, and germanium. They provided the strongest support for his periodic table. The table has now become fundamental to our understanding of chemistry and of how the universe is put together.

In Russia, the Tsar considered Mendeleev's politics too liberal, and consequently Mendeleev resigned from the university in 1900. He remained a popular figure with the Russian people and was appointed Director of the Bureau of Weights and Measures in 1903. He continued in this post until his death from pneumonia on 20th January, 1907.

1. His mother's plans for his education …
   A. were that he should have the best.
   B. were halted by his father's death.
   C. were prevented by a fire.
   D. started because of his great scientific promise.

2. To complete his degree, Mendeleev …
   A. was helped by his mother.
   B. attended St Petersburg University.
   C. made good progress.
   D. was helped by teachers and students.

3. Mendeleev arranged elements by their weight …
   A. as Dalton had proposed.
   B. and grouped them by weight.
   C. and grouped them by their properties.
   D. and organized them by colour.

4. He predicted new elements would be found …
   A. because there were gaps in his table.
   B. during his lifetime.
   C. by deducing their properties.
   D. to provide support for his ideas.

5. Mendeleev resigned from the university because …
   A. he was getting too old.
   B. he became Director of the Bureau of Weights and Measures.
   C. he had caught pneumonia.
   D. of his politics.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | C | D | C | A | D |
| Компетенции | УК-5 | УК-5 | УК-5 | УК-5 | УК-5 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

**1.** Complete the sentence. Choose ALL correct options.

*I've been living in this city* _____.

A) for five years
B) since 2019
C) five years ago
D) during five years
E) for a long time

**2.** Choose ALL the sentences where the phrasal verb is used correctly.

A) She called off the meeting because she was ill.
B) He put on his coat and went out.
C) They gave up trying to fix old car.
D) I came across my keys on the kitchen table.
E) We ran into a problem, but we solved it quickly.

**3.** Select ALL sentences that are grammatically correct.

A) If you heat water to 100°C, it boils.
B) If I were you, I would talk to the manager.
C) If she will study harder, she will pass the exam.
D) You should have told me earlier – I could have helped you.
E) Unless you hurry, you'll miss the train.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Правильный ответ | A, B, E | A, B, C, E | A, B, D, E |
| Компетенции | УК-5 | УК-5 | УК-5 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1.Vocabulary: Match these words with their definitions.

| | |
|---|---|
| 1. spatial | A. a way of drawing things so that they look real |
| 2. roots | B. relating to physical space |
| 3. perspective | C. beginning |
| 4. concentric | D. with a common centre |
| 5. intersect | E. limited |
| 6. deduction | F. a conclusion |
| 7. finite | G. to cut across |
| 8. radius | H. a free two-dimensional shape |
| 9. plane | I. a straight line from the centre to the edge of a circle |

2. Vocabulary: Match these words with their definitions.

| | |
|---|---|
| 1. dark matter | A. carry out |
| 2. survey | B. show |
| 3. reveal | C. to increase in speed |
| 4. spark | D. investigation |
| 5. accelerate | E. quick flash |
| 6. three-dimensional | F. best |
| 7. leading | G. having height, width and depth |
| 8. perform | H. hypothetical, invisible material which does not take in or give out light |

3. Match the questions about climate change.

| | |
|---|---|
| 1. What is climate change?<br>2. What is 'greenhouse effect?<br>3. What is the evidence of global warming?<br>4. How will the weather change? | C. The planet's climate is constantly changing but now scientists believe that extreme changes today are a result of human activity. It can affect the stability of the climate.<br>D. The term refers to the role played by the layer of gases, including carbon dioxides and methane, which trap the heat from the sun in the earth atmosphere.<br>A. Sea levels gave risen by 10-20 cm. This is due to the expansions of warming oceans. The average temperature has increased.<br>B. It is difficult to predict, but we can expect more extreme weather conditions like floods, storms and heat waves and higher risk of drought in inland areas. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1-B, 2-C, 3-A, 4-D, 5-G, 6-F, 7-E, 8-I, 9-H | 1-H, 2-D, 3-B, 4-E, 5-C, 6-G, 7-F, 8-A | 1-C, 2-D, 3-A, 4-B |
| Компетенции | УК-5 | УК-5 | УК-5 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Arrange the sentences in the order they happened in the story.

Sentences:

A. She realized she had left her passport at home.
B. She arrived at the airport two hours before the flight.

C. She called the taxi company to cancel the ride.
D. She decided to postpone the trip and stay home.
E. She ran back to her apartment to check.

2. Order the stages of the job application process.

Stages:

A. Attend the final interview with the hiring manager.
B. Submit your application and resume through the company's portal.
C. Receive an email invitation for a phone screening.
D. Get a job offer and negotiate the terms.
E. Complete a skills test or take-home assignment.

3. Order the stages of the letter.

Stages:

A. State the purpose of the letter in the first paragraph.
B. Begin with the formal greeting (e.g., "Dear Mr. Smith,").
C. Close with the polite ending ("Yours sincerely,").
D. Provide supporting details, examples, or explanations in the main body.
E. Include your contact information the header or at the end.
F. End with a clear call to action or next steps.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Правильный ответ | B, A, E, C, D | B, C, E, A, D | B, A, D, F, C, E |
| Компетенции | УК-5 | УК-5 | УК-5 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. What skills do you think are most important for success in your field today, and why?

Possible answer: "In my line of work, adaptability and communication skills are crucial. Technology changes so fast that you have to be willing to learn new things constantly, and being able to explain complex ideas to non-experts is a huge advantage."

Компетенции: УК-5

2. How has technology changed the way you live in the last five years?

Possible answer: "Five years ago, I did most of my banking and shopping in person. Now, almost everything is done through apps. It's incredibly convenient, but I also worry about data privacy and the lack of human interaction."

Компетенции: УК-5

3. Do you think artificial intelligence will replace most human jobs in the future, or will it mainly be a tool to help us? Explain your reasoning.

Possible answer: “I don’t think AI will replace all jobs, but it will definitely transform many of them. Roles that involve pure routine might disappear, but jobs that require empathy, creativity, and complex decision-making will still need humans to oversee and guide the technology.”

Компетенции: УК-5

4. Vocabulary: Complete the sentence below with words from the box ?

| striking | strand | substance | bound | breakthrough |
|---|---|---|---|---|
| revealed | compound | organic base | coils | pattern |

1. What is the chemical …… used in paint?
2. A sprung seat is made up of …… of strong wire.
3. An important discovery that helps us find a solution is called a …… .
4. A long length of something is a …… .
5. We can find a …… if we watch something and see if it acts in similar ways over a period of time.
6. It was quite …… how different the children were.
7. The sheets of paper were …… together by string.
8. Mendel’s discoveries …… the secret of heredity.
9. A combination of two or more elements or parts is called a …… .
10. A(n) …… is an organic compound which acts as a base.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | substance | coils | breakthrough | strand | pattern |
| Компетенции | УК-5 | УК-5 | УК-5 | УК-5 | УК-5 |

| Номер вопроса | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | striking | bound | revealed | compound | organic base |
| Компетенции | УК-5 | УК-5 | УК-5 | УК-5 | УК-5 |

**Разработчик ФОС:**

- Сагайдак Н.А., по совместительству ассистент филиала МГУ в г. Дубне

# СОВРЕМЕННАЯ ФИЛОСОФИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ

Семестры – 1
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 36 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров –
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 72 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачет

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **УК-2.** Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач | **Знать** основы философского понятийного аппарата и основные философские проблемы естествознания<br><br>**Уметь** выделять в научной проблематике связи философии и естествознания<br><br>**Владеть** основами современного философского мышления |
| **УК-6.** Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия | **Знать** основы и закономерности социального и межкультурного взаимодействия, направленного на решение профессиональных задач<br><br>**Уметь** грамотно, доступно излагать профессиональную информацию в процессе межкультурного взаимодействия учетом особенностей аудитории, соблюдая этические нормы<br><br>**Владеть** навыками организации продуктивного взаимодействия с учетом национальных, этнокультурных, конфессиональных особенностей; приемами преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных и других барьеров в процессе межкультурного взаимодействия |
| **УК-7.** Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития | **Знать** основные принципы профессионального и личностного развития, исходя из этапов становления научного работника<br><br>**Уметь** решать задачи собственного профессионального и личностного развития, расставлять приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки<br><br>**Владеть** навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов непрерывного образования |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | УК-2, УК-6, УК-7 | Проверочные тесты<br>Контрольные опросы<br>Подготовка реферата<br>Подготовка эссе<br>Итоговый зачет |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Проверочные тесты | Тестовые задания |
| 2 | Контрольные опросы | Перечень вопросов для контрольных опросов |
| 3 | Рефераты | Перечень тем для рефератов |
| 4 | Эссе | Перечень тем для эссе |
| 5 | Зачет | Список вопросов для подготовки к зачету |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Какой философский подход к интерпретации функций научного познания утверждает, что теории не отражают объективную сущность мира («как он есть»), а являются исключительно полезными схемами вычислений и операциональными средствами для предсказания явлений?
А) Эссенциализм
Б) Инструментализм
В) Гипотетический реализм
Г) Кумулятивизм

2. Как в методологии науки называется метод теоретического познания, заключающийся в мысленном конструировании объектов, которые принципиально не могут существовать в реальном эмпирическом опыте (например, «конечный автомат» или «бесконечная лента Тьюринга»)?
А) Абстрагирование
Б) Идеализация
В) Формализация
Г) Интерпретация

3. Какое направление в философии математики начала XX века рассматривало математическую теорию как чистую игру с дискретными символами по строго заданным метаправилам, а обоснование науки сводилось к доказательству ее внутренней непротиворечивости?
А) Логицизм
Б) Формализм

В) Интуиционизм
Г) Конструктивизм

4. Как в методологии науки называется метод теоретического уровня познания, заключающийся в применении математического аппарата к исследованию эмпирического материала, переводе содержательных концепций в формальные системы уравнений или алгоритмические коды?
А) Аксиоматический метод
Б) Математизация
В) Абстрагирование
Г) Генетически-конструктивный метод

5. Какое философско-мировоззренческое направление европейской культуры, окончательно утвердившееся в Новое время, провозглашает точное научное знание наивысшей ценностью культуры и главным фактором прогресса?
А) Экзистенциализм
Б) Антисциентизм
В) Сциентизм
Г) Постмодернизм

6. Кто из европейских мыслителей, будучи великим математиком Нового времени, выступил против абсолютизации сциентистских настроений, разграничив «разум геометрический» (дискурсивное вычисление) и «разум тонкий» (интуитивное понимание человека)?
А) Бенедикт Спиноза
Б) Блез Паскаль
В) Огюст Конт
Г) Карл Маркс

7. Философское направление в истории мысли XIX–XX вв. представляет собой наиболее четкое и последовательное воплощение сциентистских установок в области теории познания, требуя исключения из науки любой метафизики?
А) Романтизм
Б) Позитивизм
В) Феноменология
Г) Экзистенциализм

8. Согласно «закону трех стадий» интеллектуальной эволюции человечества Огюста Конта, на какой стадии человеческий разум оперирует чистыми «абстракциями или сущностями, принимаемыми за реальность»?
А) Теологическая
Б) Метафизическая
В) Позитивная
Г) Синкретическая

9. Какая этическая норма классического этоса науки (норма CUDOS Роберта Мертона) требует, чтобы научная истина и результаты исследований оценивались строго объективно, вне зависимости от национальности, расы, вероисповедания или академических титулов автора открытия?
А) Коллективизм (коммунизм)
Б) Универсализм
В) Незаинтересованность (бескорыстие)
Г) Организованный скептицизм

10. Какая система этико-нормативных регулятивов, предложенная Джоном Займаном (1997), описывает реальные («земные») устои корпоративной культуры современного научного сообщества в условиях индустриализации и коммерциализации «Большой науки»?
А) CUDOS
Б) PLACE
В) STS
Г) Эпохе

11. Какое правонарушение и отступление от норм академической этики, согласно Регламенту МГУ, заключается в дословном изложении чужого текста или его парафразе (изменении слов с сохранением содержания) без оформления ссылок на первоисточник?
А) Фабрикация данных
Б) Фальсификация иллюстраций
В) Присвоение авторства (плагиат)
Г) Оппортунизм

12. Какое фундаментальное этическое повеление И. Канта («Поступай так, чтобы максима твоей воли могла стать принципом всеобщего законодательства») лежит в основе разработки современных международных стандартов и правил безопасности систем искусственного интеллекта?
А) Прагматический утилитаризм
Б) Категорический императив
В) Принцип предосторожности
Г) Принцип гедонизма

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б | Б | Б | Б | В | Б | Б | Б | Б | Б | В | Б |
| Компетенции | УК-2 | УК-2 | УК-2 | УК-2 | УК-6 | УК-6 | УК-6 | УК-6 | УК-7 | УК-7 | УК-7 | УК-7 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие из перечисленных методов познания и когнитивных процедур относятся исключительно к теоретическому уровню научного исследования?
А) Измерение физических параметров
Б) Аксиоматический метод
В) Формализация и алгоритмизация
Г) Прямое натурное наблюдение
Д) Идеализация

2. Назовите концептуальные направления в философии математики, возникшие в начале XX века как попытка разрешения кризиса оснований науки и преодоления логических парадоксов бесконечных множеств:
А) Экзистенциальный инструментализм
Б) Логицизм Рассела и Фреге
В) Интуиционизм Брауэра

Г) Исторический релятивизм Куна
Д) Формализм Гильберта

3. Какие понятия и принципы составляют ядро логико-категориального аппарата диалектики как философской теории развития познания?
А) Принцип верификации языка
Б) Закон отрицания отрицания
В) Закон единства и борьбы противоположностей
Г) Принцип экономии мышления
Д) Взаимопереход количественных и качественных изменений

4. Выберите междисциплинарные концепции и подходы XX века, которые заложили методологический фундамент современных компьютерных наук и теории гетерогенных вычислительных сред:
А) Концепция деконструкции текстов
Б) Кибернетика Винера
В) Общая теория систем Берталанфи
Г) Теория автоматов фон Неймана
Д) Герменевтика Шлейермахера

5. Какие из перечисленных концепций описывают нелинейные, динамические или дискретные модели исторического развития науки, выступая альтернативой чистому кумулятивизму?
А) Эпистемологический анархизм П. Фейерабенда
Б) Теория научных революций Т. Куна
В) Концепция научно-исследовательских программ И. Лакатоса
Г) Закон трех стадий интеллектуального развития О. Конта
Д) Эмпирический сенсуализм Дж. Локка

6. Какие интеллектуальные течения и философские направления Новейшего времени внесли ключевой вклад в формирование феномена антисциентизма и критику технократического разума?
А) Логический позитивизм
Б) Экзистенциализм
В) Романтизм XIX века
Г) Постмодернизм
Д) Аналитическая философия науки

7. Какие понятия характеризуют социально-исторический контекст развития науки и динамику научных сообществ в рамках экстерналистского подхода?
А) Внутритеоретические логические парадоксы
Б) Государственный и социальный заказ на НИР
В) Экономические потребности индустриального общества
Г) Идеологическое и культурное давление эпохи
Д) Синтаксические правила дедуктивного вывода

8. Выберите авторов, создавших рациональные модели развития науки на основе принципов критического анализа, методологии и логики открытия:
А) Мишель Фуко
Б) Карл Поппер
В) Имре Лакатос
Г) Огюст Конт
Д) Томас Кун

9. Какие действия и манипуляции с научными текстами и программными кодами, согласно регламентам и Положениям МГУ, квалифицируются как грубое нарушение норм академической честности?
А) Корректное цитирование с указанием страниц
Б) Дословное копирование чужого фрагмента без кавычек (чистый плагиат)
В) Скрытый парафраз чужого кода с умышленным сокрытием источника
Г) Автоплагиат (повторная вставка своего ранее опубликованного текста без ссылок)
Д) Публикация статьи в соавторстве с научным руководителем

10. Какие этические правила, нормы и регулятивы входят в классическую систему CUDOS Роберта Мертона, определяющую этос традиционного научного сообщества?
А) Proprietary (работа на интеллектуальную собственность)
Б) Коммунизм / Коллективизм (всеобщее достояние открытий)
В) Универсализм (объективность оценки вне титулов)
Г) Организованный скептицизм (открытость для сомнений)
Д) Незаинтересованность / Бескорыстие

11. Какие правонарушения в области представления результатов научно-исследовательской деятельности и управления проектами ИИ запрещены этическим кодексом Общества Макса Планка (2000)?
А) Проведение формальной верификации критического кода
Б) Фабрикация данных (изобретение несуществующих результатов вычислений)
В) Умышленное уничтожение или сокрытие «неудобных» данных эксперимента
Г) Защита коммерческой тайны ИТ-компании
Д) Фальсификация иллюстраций или протоколов тестирования

12. Назовите этические концепции, правовые регулятивы и философские принципы, которые лежат в основе международных стандартов безопасности ИИ и Big Data?
А) Категорический императив И. Канта
Б) Императив ответственности Г. Йонаса («Человечество должно быть!»)
В) Радикальный прагматический утилитаризм без ограничений
Г) Принцип предосторожности Всемирной комиссии COMEST
Д) Принцип радикального редукционизма человека к вычислительной машине

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, В, Д | Б, В, Д | Б, В, Д | Б, В, Г | А, Б, В | Б, В, Г |
| Компетенции | УК-2 | УК-2 | УК-2 | УК-2 | УК-6 | УК-6 |

| Номер вопроса | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, В, Г | Б, В, Д | Б, В, Г | Б, В, Г, Д | Б, В, Д | А, Б, Г |
| Компетенции | УК-6 | УК-6 | УК-7 | УК-7 | УК-7 | УК-7 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Сопоставьте направления в философии математики начала XX века с их ведущими методологическими лозунгами и стратегиями:

| | |
|---|---|
| 1. Логицизм (Б. Рассел, Г. Фреге)<br>2. Интуиционизм (Л. Брауэр) | А) Математика не имеет собственного содержания; все её базовые понятия могут |

| | |
|---|---|
| 3. Формализм (Д. Гильберт) | быть полностью выведены из чистых законов формальной логики.<br>Б) Математика базируется на первичной интуиции времени и конструктивной деятельности разума; закон исключенного третьего к бесконечности неприменим.<br>В) Математика сводится к оперированию знаками по строгим метаправилам аксиоматических игр; её обоснование тождественно доказательству её абсолютной непротиворечивости.<br>Г) Математические теории представляют собой свободные соглашения (конвенции) между учеными, направленные на максимизацию когнитивной простоты.<br>Д) Математические идеализации создаются в процессе мысленного конструирования объектов, которые принципиально не могут существовать в реальном опыте. |

2. Сопоставьте философско-методологические позиции в споре об онтологическом статусе математических объектов с их сущностью:

| | |
|---|---|
| 1. Математический платонизм (реализм)<br>2. Номинализм / Формализм<br>3. Конструктивизм | А) Математические объекты реально и объективно существуют в особом идеальном мире вне пространства и времени; математик не «изобретает», а «открывает» их.<br>Б) Математические объекты — это лишь имена, знаки или удобные языковые фикции; реальны только физические вещи или формальные правила оперирования символами.<br>В) Математические объекты существуют только в той мере, в какой они могут быть эффективно построены человеческим разумом или алгоритмом за конечное число шагов.<br>Г) Математические объекты являются априорными (доопытными) формами чувственности, присущими любому человеческому разуму до всякого эмпирического наблюдения.<br>Д) Математические понятия представляют собой утилитарные операциональные схемы для расчета данных, полностью лишенные онтологических притязаний. |

3. Сопоставьте мыслителей Нового времени с разработанными ими логико-методологическими подходами к обоснованию знания:

| | |
|---|---|
| 1. Фрэнсис Бэкон<br>2. Рене Декарт | А) Очищение разума от предвзятых «идолов» и эмпирическая индукция, контролируемая |

| | |
|---|---|
| 3. Готфрид Лейбниц | экспериментом.<br>Б) Рационалистическая интуиция и пошаговая строгая дедукция из очевидных врожденных идей.<br>В) Создание универсального математического языка логики и исчисления умозаключений, предвосхитившее ЭВМ.<br>Г) Выведение всех истин из первичного чувственного опыта новорожденного как «чистой доски» (tabula rasa).<br>Д) Логический анализ языка науки, направленный на устранение метафизических суждений посредством процедуры верификации. |

4. Сопоставьте базовые концепции истины в философии науки с их краткими методологическими дефинициями:

| | |
|---|---|
| 1. Корреспондентская концепция<br>2. Когерентная концепция<br>3. Прагматическая концепция | А) Истина — это соответствие теоретических утверждений и понятий объективному, независимому от субъекта положению дел в реальном мире.<br>Б) Истина — это внутреннее логическое согласование, непротиворечивость и системная связность элементов внутри самой научной теории.<br>В) Истина — это прагматическая полезность знания, его эффективность, работоспособность и успешность в решении вычислительных задач.<br>Г) Истина — это условное соглашение (конвенция) внутри академического сообщества, принятое большинством голосов ради простоты.<br>Д) Истина — это синтаксическая структура языка науки, полностью очищенная от бессмысленных метафизических высказываний. |

5. Сопоставьте стадии развития позитивизма с их ключевыми эпистемологическими лозунгами:

| | |
|---|---|
| 1. Первый позитивизм (О. Конт)<br>2. Второй позитивизм (Э. Мах)<br>3. Третий позитивизм (Венский кружок) | А) «Задачей позитивной науки является описание фактов и их законов, а не поиск спекулятивных скрытых первопричин».<br>Б) «Наука сама себе философия; необходимо очистить опыт от метафизических фикций ради экономии мышления».<br>В) «Значение предложения заключается в методе его эмпирической верификации через логический анализ языка».<br>Г) «Наука развивается не путем поочередного выдвижения гипотез, а в процессе жесткого соперничества исследовательских программ».<br>Д) «Единственным принципом, который не |

| | |
|---|---|
| | нарушает научного и культурного прогресса, является методологический принцип: всё дозволено». |

6. Сопоставьте античные философские школы с разработанными ими космологическими моделями и картинами мира:

| | |
|---|---|
| 1. Элеаты (Парменид)<br>2. Античная атомистика (Демокрит)<br>3. Пифагореизм | А) Бытие едино, неподвижно, неделимо и вечно; никакого пустого пространства (небытия) и движения в истинной реальности не существует.<br>Б) Мир дискретен; истинное бытие состоит из неделимых частиц и пустоты, а все вещи — их случайные комбинации.<br>В) Мир есть числовая гармония; фундаментальные математические отношения лежат в основе всей физической реальности.<br>Г) Вселенная находится в состоянии непрерывного качественного становления и подчинена всеобщему закону космического Логоса.<br>Д) Чувственный мир является лишь несовершенной тенью вечного и неизменного мира умопостигаемых сущностей (идей). |

7. Сопоставьте типы научной рациональности (по В.С. Стёпину) с характером системных объектов, которые выступают главным фокусом их исследования:

| | |
|---|---|
| 1. Классическая рациональность<br>2. Неклассическая рациональность<br>3. Постнеклассическая рациональность | А) Простые механические системы (акцент на жесткий лапласовский детерминизм, обратимость времени, изоляцию объекта).<br>Б) Сложные саморегулирующиеся системы (акцент на обратные связи, вероятностное детерминирование, квантово-релятивистские объекты).<br>В) Сложные исторически развивающиеся, «человекоразмерные» системы (акцент на синергетику, нелинейность, цифровую среду, ИИ-комплексы).<br>Г) Дискретные онтологические структуры, состоящие из неделимых микрочастиц (атомов) и пустоты, движущиеся по жестким траекториям.<br>Д) Исторически обусловленные бессознательные структуры мышления (эпистемы), определяющие условия возможности дискурса. |

8. Сопоставьте три волны позитивизма с их историческим отношением к понятию «объективной причинности» в природе:

| | |
|---|---|
| 1. Классический позитивизм (О. Конт)<br>2. Эмпириокритицизм (Э. Мах)<br>3. Неопозитивизм (Венский кружок) | А) Причинность — это наблюдаемое феноменологическое единообразие природы, фиксирующее неизменное следование одних |

| | |
|---|---|
| | явлений за другими.<br>Б) Причинность — это условный знак, удобная функциональная зависимость между ощущениями; в самой природе никаких скрытых сил нет.<br>В) Причинность сводится к логическому отношению следования между протокольными предложениями фактов и теоретическими законами.<br>Г) Причинность определяется имманентным внутренним противоречием и самодвижением понятий внутри системы.<br>Д) Причинность представляет собой априорную (рассудочную) категорию, с помощью которой субъект упорядочивает хаос ощущений. |

9. Сопоставьте типы несамостоятельности письменных работ (плагиата) по регламенту МГУ с их деструктивной содержательной сутью:

| | |
|---|---|
| 1. «Фотокопия» (чистый плагиат)<br>2. Компиляция<br>3. Скрытый парафраз | А) Прямое копирование чужого фрагмента текста слово в слово без кавычек и без указания оригинального авторства.<br>Б) Сборка текста из мелких фрагментов, принадлежащих разным авторам, без кавычек и ссылок, скрепленная формальными связующими фразами.<br>В) Пересказ чужой оригинальной мысли или алгоритма своими словами с заменой терминов синонимами при умышленном сокрытии источника заимствования.<br>Г) Извлечение фрагментов из собственного ранее опубликованного научного текста и их вставка в новый отчет без указания ссылок.<br>Д) Представление ложных или полностью вымышленных данных эксперимента и протоколов вычислений в научном отчете. |

10. Сопоставьте этические стандарты кодекса Общества Макса Планка (2000) с их нормативными регулятивными областями:

| | |
|---|---|
| 1. Правило «систематического скептицизма»<br>2. Защита интеллектуальной собственности<br>3. Запрет фабрикации данных | А) Обязанность быть открытым для сомнений и критики, включая проверку собственных результатов и выводов своего научного коллектива.<br>Б) Запрет на использование чужих научных результатов, гипотез или фрагментов кода, полученных в ходе конфиденциального рецензирования.<br>В) Категорический запрет на сокрытие «неудобных» результатов эксперимента, тайный отбор выгодных данных или манипуляцию с кодом.<br>Г) Требование обязательного проведения |

| | |
|---|---|
| | этико-социальной и гуманитарной экспертизы любых междисциплинарных ИТ-проектов.<br>Д) Требование строгого разделения объективной констатации фактов и вынесения субъективных ценностных суждений. |

11. Сопоставьте нормы этоса науки Р. Мертона (CUDOS) с их превращенными «земными формами» в условиях цифрового капитализма по С. Фуллеру:

| | |
|---|---|
| 1. Коллективизм<br>2. Универсализм<br>3. Бескорыстие | А) Мафиозность (замкнутость научных групп, блокирующих альтернативные парадигмы)<br>Б) Культурный империализм (навязывание стандартов доминирующих научных держав)<br>В) Оппортунизм (ориентация на коммерческую выгоду, гранты и KPI вместо поиска истины)<br>Г) Коллективная безответственность (размывание личной этической вины в крупных научно-технических проектах)<br>Д) Авторитаризм (жесткая административная иерархия внутри лабораторий и ИТ-корпораций) |

12. Сопоставьте фундаментальные теоремы математической логики XX века с их методологическим значением для теории вычислений и алгоритмов:

| | |
|---|---|
| 1. Первая теорема Гёделя о неполноте<br>2. Теорема Тьюринга о неразрешимости<br>3. Теорема Тарского о невыразимости истины | А) Доказывает, что в любой достаточно богатой формальной системе существуют истинные суждения, которые невозможно доказать её средствами.<br>Б) Доказывает принципиальную невозможность создания алгоритма, который бы для любой программы определял, завершится ли её вычисление за конечное время.<br>В) Доказывает невозможность определения понятия истины средствами самой формальной системы без выхода на метаязык более высокого порядка.<br>Г) Доказывает, что при сведении числа параллельных вычислительных узлов к единице алгоритм трансформируется в последовательный аналог.<br>Д) Доказывает, что переход от частных эмпирических наблюдений в машинном обучении к общему закону логически всегда некорректен. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1-В, 2-Б, 3-А | 1-А, 2-Б, 3-В | 1-А, 2-Б, 3-В | 1-А, 2-Б, 3-В | 1-А, 2-Б, 3-В | 1-А, 2-Б, 3-В | 1-А, 2-Б, 3-В | 1-А, 2-Б, 3-В | 1-А, 2-Б, 3-В | 1-А, 2-Б, 3-В | 1-А, 2-Б, 3-В | 1-А, 2-Б, 3-В |
| Компетенции | УК-2 | УК-2 | УК-2 | УК-2 | УК-6 | УК-6 | УК-6 | УК-6 | УК-7 | УК-7 | УК-7 | УК-7 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Установите правильную хронологическую и логическую последовательность смены фундаментальных гносеологических стратегий в истории обоснования математического и научного знания:
А) Логицизм, формализм и интуиционизм (период кризиса оснований математики в начале XX века)
Б) Рационалистический априоризм Р. Декарта и концепция врожденных идей (Новое время)
В) Античный пифагореизм и платоновское разделение чувственного мнения (doxa) и умопостигаемого знания (episteme)
Г) Кантовский критицизм и признание пространства и времени априорными формами чувственности субъекта

2. Распределите методы теоретического исследования и этапы математизации научного знания в строгую логическую последовательность — от первичного эмпирического материала до высших форм формализованной теории:
А) Конструированию идеализированных объектов и введение абстракций (уровень формирования понятийного ядра теории)
Б) Нахождение эмпирических зависимостей, сбор данных наблюдения и фиксация протокольных суждений
В) Полная формализация теории, перевод уравнений в знаковые алгоритмические коды и проведение вычислительного эксперимента
Г) Построение гипотетико-дедуктивной модели и формулировка общих теоретических законов

3. Расположите типы причинно-следственных связей и моделей детерминизма в логической последовательности их усложнения в истории естествознания и прикладной математики — от жестких механистических схем к сложным развивающимся системам:
А) Стохастический детерминизм неклассической науки (вероятностные распределения, квантовая логика волновых функций)
Б) Лапласовский механистический детерминизм классической рациональности (однозначная жесткая предопределенность будущего начальными координатами)
В) Синергетический нелинейный детерминизм постнеклассической науки (динамический хаос, точки бифуркации, аттракторы сложных систем)
Г) Античный телеологический детерминизм Аристотеля (причинное объяснение через имманентную конечную цель — энтелехию)

4. Расположите базовые логико-категориальные стадии познавательного процесса по Г. Гегелю (гегелевская триада развития мысли) в правильной последовательности, отражающей движение разума через кризисы к системному синтезу:
А) Негативно-диалектический момент (самоотрицание понятия, выход из абстрактного тождества и переход в свою противоположность, рождение явного противоречия)
Б) Положительно-разумный момент или спекулятивная стадия (синтез противоречия на высшей ступени, «снятие» противоположностей с сохранением истинного содержания)

В) Простой рассудочный уровень (абстрактное тождество понятия самому себе, жесткая фиксация определений вне их развития)

5. Установите правильную историческую последовательность возникновения и концептуальной смены эпистемологических волн позитивистской традиции в европейской культуре:
А) Логический позитивизм (неопозитивизм Венского кружка), ориентированный на логический анализ языка науки и синтаксис
Б) Эмпириокритицизм Э. Маха (второй позитивизм), выдвинувший лозунг очищения опыта от метафизики ради экономии мышления
в) Постпозитивизм (К. Поппер, Т. Кун, И. Лакатос), перешедший от анализа статического языка к исследованию динамики и революций в науке
Г) Классический позитивизм О. Конта, провозгласивший отказ от поиска скрытых первопричин в пользу описания фактов и их законов

6. Расположите исторические этапы институциализации науки и формирования научных сообществ в хронологическом порядке — от первых локальных объединений до глобальной индустриальной «Большой науки»:
А) Возникновение первых государственных Академий наук (Лондонское королевское общество, Парижская академия) в XVII веке
Б) Появление феномена «Большой науки» (Big Science) в XX веке, характеризующегося коммерциализацией, грантовой системой и мегапроектами
В) Античные научно-философские школы (Пифагорейский союз, Платоновская Академия, Ликей Аристотеля)
Г) Университетская наука XIX века, интеграция исследовательских лабораторий в структуру классического высшего образования

7. Установите правильную логическую и историческую последовательность смены типов научной рациональности в концепции академика В.С. Стёпина:
А) Неклассическая научная рациональность (фокус на сложных саморегулирующихся вероятностных системах, учет измерительного прибора)
Б) Постнеклассическая научная рациональность (фокус на сложных, исторически развивающихся, «человекоразмерных» системах с этическим контуром)
В) Классическая научная рациональность (фокус на простых механических объектах, полное исключение субъекта из описания)

8. Расположите стадии интеллектуальной эволюции человечества, сформулированные Огюстом Контом в рамках его «закона трех стадий», в последовательности их закономерного исторического прохождения разумом:
А) Позитивная (научная) стадия, характеризующаяся полным отказом от спекуляций и переходом к открытию законов через наблюдение
Б) Теологическая (фиктивная) стадия, на которой явления объясняются непосредственным действием сверхъестественных сил
В) Метафизическая (абстрактная) стадия, где человеческий разум оперирует отвлеченными сущностями, принимаемыми за реальность

9. Установите строгую последовательность этапов проведения автоматизированной и экспертной проверки письменных работ магистрантов в МГУ на предмет выявления скрытых заимствований и обеспечения академической честности:
А) Анализ логической структуры и семантического контур текста экспертной комиссией кафедры для выявления скрытого генеративного парафраза
Б) Формирование итогового дисциплинарного заключения и вынесение решения о допуске НИР к защите или отчислении обучающегося

В) Первичная техническая загрузка файла научно-исследовательского отчета в университетскую систему синтаксического анализа текстов
Г) Фиксация процента текстовых совпадений и выявление прямых нелегитимных заимствований («фотокопий» чужих работ без кавычек)

10. Расположите кодексы, нормативные системы и исторические модели этоса науки в хронологическом порядке их разработки и внедрения в практику академической деятельности:
А) Реальные «земные» устои корпоративной PLACE-культуры современного научного сообщества по Дж. Займану (1997)
Б) Классический этос науки (нормативная система CUDOS), сформулированный Робертом Мертоном в середине XX века
В) Современные этические правила и стандарты ведения НИР, зафиксированные в кодексе Общества Макса Планка (2000) и Регламентах МГУ

11. Установите последовательность действий исследователя при реализации стратегии Lifelong Learning (непрерывного самообразования) в условиях парадигмальных сдвигов в ИТ-индустрии:
А) Критическая самооценка неадекватности своего текущего технологического стека перед лицом новой парадигмы (например, триумфа LLM)
Б) Интеграция полученных новых когнитивных моделей в структуру своей профессиональной междисциплинарной деятельности
В) Осознанная постановка новых приоритетов профессионального развития и выбор гибкой образовательной траектории
Г) Освоение нового фундаментального математического аппарата и прохождение процедур независимого самоконтроля знаний

12. Расположите этико-социальные регулятивы и этапы принятия решений при управлении сложными программными проектами в последовательности реализации принципа предосторожности COMEST — от фиксации гипотетического риска до действия:
А) Приостановка масштабного внедрения системы ИИ или проведение тотальной принудительной формальной верификации критического кода
Б) Выявление экспертной группой скрытых методологических смещений в данных (Data Bias), способных повлечь гуманитарный ущерб
В) Математическое моделирование рисков и фиксация вероятности критического сбоя АСУ ТП на основе предиктивной аналитики Big Data
Г) Эксплицитное введение аксиологических (этических) факторов и императива ответственности Г. Йонаса в тело проектного решения

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В, Б, Г, А | Б, А, Г, В | Г, Б, А, В | В, А, Б | Г, Б, А, В | В, А, Г, Б | В, А, Б | Б, В, А | В, Г, А, Б | Б, А, В | А, В, Г, Б | В, Б, Г, А |
| Компетенции | УК-2 | УК-2 | УК-2 | УК-2 | УК-6 | УК-6 | УК-6 | УК-6 | УК-7 | УК-7 | УК-7 | УК-7 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Объясните суть мысленного эксперимента Х. Патнэма «Мозг в колбе» и его концепции «внутреннего реализма». Каким образом данный эпистемологический каркас позволяет обосновать онтологический статус цифровых двойников (Digital Twins) сложных физических

систем, функционирующих в гетерогенных вычислительных средах? Можно ли утверждать, что цифровой двойник познает реальный объект в классическом корреспондентском смысле?

Ответ: Патнэм доказывает, что суждения «мозга в колбе» референтируют не к реальным физическим объектам, а к элементам компьютерной симуляции (электрическим импульсам), создающим замкнутый контур опыта. С позиций его «внутреннего реализма», цифровой двойник оперирует внутри своей математической и знаковой системы. Он не «познает объект сам по себе» в классическом корреспондентском смысле (как внешнюю независимую субстанцию), а находится в отношении принципиальной координации со своими входными и выходными потоками данных. Его истинность когерентна и прагматична: она проверяется внутренней непротиворечивостью модели и успешностью её предсказаний в вычислительной среде.

Компетенции: УК-2

2. Сформулируйте суть теорем Курта Гёделя о неполноте формальных систем (1931). Какие фундаментальные выводы следуют из этих открытий для гносеологической программы формализма Давида Гильберта, а также для современных методологических и логических границ проектирования систем Сильного Искусственного Интеллекта (Strong AI)? Обоснуйте ответ с позиций системного подхода.

Ответ: Теорема Гёделя нанесла удар по программе Гильберта, стремившейся полностью формализовать математику и доказать её абсолютную непротиворечивость изнутри неё самой. В методологии науки это открытие доказывает, что система не может быть полностью обоснована элементами, принадлежащими самой этой системе (требуется выход на метауровень). Для Сильного Искусственного Интеллекта это означает фундаментальное ограничение: вычислительная машина (работающая по принципу жесткого формального вывода знаков) принципиально ограничена рамками заложенной в нее аксиоматики. Человеческий разум обладает способностью выходить на метатеоретический уровень и усматривать истинность недедуцируемых суждений. Следовательно, подлинное мышление нередуцируемо к чистому алгоритмическому исчислению.

Компетенции: УК-2

3. Проведите критический философско-методологический анализ тезиса Криса Андерсона (2008) о «смерти теории» в эпоху Больших Данных (Big Data), утверждающего, что терабайты данных делают классический научный метод избыточным. Используя концепцию академика В.С. Стёпина о двухуровневой структуре теоретического знания, обоснуйте, опровергает ли предиктивная аналитика машинного обучения необходимость построения абстрактных теоретических моделей.

Ответ: Тезис Андерсона выражает радикальный сциентистский индуктивизм цифровой эпохи. Однако предиктивный анализ Больших Данных не отменяет и не заменяет теоретический уровень познания. Нахождение чистых корреляций (эквивалент эмпирических зависимостей) без теоретического моделирования причинно-следственных связей ведет к феномену «галлюцинаций» алгоритмов и ложных корреляций. Согласно В.С. Стёпину, теория оперирует идеализированными объектами (абстракциями), которые объясняют сущность процессов и внутренние механизмы детерминизма. Без теоретического уровня и философских оснований наука превращается в чисто утилитарный инструмент предсказания, теряя свою объяснительную, эвристическую и мировоззренческую функции.

Компетенции: УК-2

4. Раскройте содержание мысленного эксперимента Джона Сёрла «Китайская комната» в контексте функционирования современных больших языковых моделей (LLM) и гетерогенных вычислительных сред, успешно проходящих тест Тьюринга. В чем заключается фундаментальное различие между синтаксическими операциями и семантическим пониманием применительно к оценке когнитивного статуса Слабого и Сильного Искусственного Интеллекта?

Ответ: Согласно Джону Сёрлу, современные LLM-модели по-прежнему остаются идеальным воплощением «Китайской комнаты». Они безупречно реализуют синтаксические операции — оперируют дискретными символами (токенами) по сложнейшим математическим и вероятностным алгоритмам, заложенным разработчиками. Однако они полностью лишены семантики (понимания внутреннего смысла, референции знаков к объектам реального физического мира) и интенциональности (субъективной направленности сознания). Нейросеть вычисляет наиболее вероятное следующее слово на основе обучающей выборки, но не переживает ментальный опыт. Симуляция когнитивной функции не тождественна самому феноменальному акту сознания (квалиа), что методологически разграничивает Слабый ИИ (вычислительный инструмент) и Сильный ИИ.

Компетенции: УК-2

5. Проанализируйте гносеологический смысл тезиса У. Куайна об «эпистемологическом холизме» (тезис Дюэма — Куайна), утверждающего, что наши высказывания о внешнем мире предстают перед трибуналом опыта не индивидуально, а всем телом науки. Каковы следствия этого принципа для современной методологии отладки (debugging), верификации и валидации сверхсложных распределенных программных комплексов и баз данных?

Ответ: При возникновении ошибки выполнения в распределенной гетерогенной среде опыту противостоит вся программа как единое целое. Баг может скрываться не в тестируемом локальном модуле, а в системной библиотеке, ошибке компилятора или сбое сетевого протокола. Холизм доказывает, что изоляция и проверка отдельной логической переменной невозможна без учета контекста всей вычислительной системы. На трибунал опыта (тестирования) выходит вся система допущений в совокупности с аппаратным обеспечением.

Компетенции: УК-6

6. Раскройте философский смысл методологического принципа «фальсифицируемости» Карла Поппера как главного критерия демаркации науки и ненауки в культуре. Каким образом этот логический принцип перманентного критицизма соотносится со знаменитым тезисом выдающегося специалиста в области Computer Science Эдсгера Дейкстры о внутренних гносеологических границах тестирования программного обеспечения?

Ответ: Логика Поппера полностью изоморфна принципу Э. Дейкстры: «Тестирование может показать наличие ошибок, но не их отсутствие». Любое количество успешных прогонов программы (эмпирических подтверждений по Попперу) не доказывает абсолютное отсутствие багов (абсолютную истинность теории). Обнаружение всего одного критического бага (тест-фальсификация) строго доказывает дефектность кода, что является рабочим стандартом верификации ПО в современной академической и инженерной культуре.

Компетенции: УК-6

7. Дайте определение понятию «нормальная наука» в концепции исторических научных революций Томаса Куна. Как содержание рутинной деятельности научного сообщества по

«решению головоломок» в стабильный период функционирования парадигмы соотносится с повседневной деятельностью прикладных математиков по оптимизации численных методов и распараллеливанию кодов в рамках принятых вычислительных архитектур гетерогенных сред?

Ответ: Период «нормальной науки» характеризуется прочным консенсусом профессионального сообщества вокруг фундаментальной парадигмы. Ученые не стремятся к открытию прорывных новаций, а заняты подгонкой фактов под теоретическую матрицу. В области прикладной математики этот рутинный период выражается в том, что разработчики не меняют базовые физико-математические законы (например, уравнения Навье — Стокса), а занимаются оптимизацией сеток, ускорением сходимости алгоритмов и распараллеливанием существующего кода под конкретное железо в рамках принятой парадигмы вычислений.

Компетенции: УК-6

8. В чем заключается содержание философского переворота, совершенного Фрэнсисом Бэконом в его труде «Новый Органон» посредством разработки учения об «идолах ума»? Каким образом его логико-методологический анализ «идолов площади (рынка)», порождаемых двусмысленностью естественной речи и обывательским словоупотреблением, обосновывает историческую необходимость перехода науки к строгим формализованным языкам спецификаций и программирования?

Ответ: Идолы площади проникают в разум через слова и имена, которые устанавливаются обывательским употреблением и ведут к бесплодным спорам. Логический анализ идолов площади доказывает необходимость перехода к формализованным языкам спецификаций. При компиляции и автоматизированной верификации ПО систем ИИ любая семантическая неопределенность естественной речи ведет к фатальным багам, что требует строгой математической фиксации синтаксиса и семантики команд, полностью очищенной от бэконовских «идолов».

Компетенции: УК-6

9. Рассмотрите проблемную ситуацию: магистрант при написании научно-исследовательского отчета использовал генеративную нейросеть для глубокого изменения синтаксических конструкций чужого программного кода и парафраза выходов из зарубежной статьи. Система автоматической проверки МГУ показала 95% оригинальности текста, однако логическая архитектура алгоритма была полностью заимствована без ссылки на оригинал. Квалифицируйте данные действия в соответствии с Положением МГУ об обеспечении самостоятельности письменных работ и этическим кодексом Общества Макса Планка (2000). Какие нормативные санкции предусмотрены за данный проступок?

Ответ: Данные действия квалифицируются как несамостоятельное выполнение работы в форме скрытого плагиата (генеративного плагиата). Изменение синтаксиса кода или подбор синонимов в тексте при помощи ИИ с целью сокрытия реального источника заимствования и присвоения чужой интеллектуальной собственности является грубейшим нарушением этоса науки и регламентов МГУ. Согласно кодексу Макса Планка, это относится к разделу «ложные заявления и нарушение права интеллектуальной собственности». За совершение данного проступка к магистранту применяются жесткие дисциплинарные взыскания, вплоть до отчисления из МГУ.

Компетенции: УК-7

10. Проведите философско-методологическую экспертизу решения руководства ИТ-проекта: при разработке автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) на атомной станции математическая модель показала вероятность критического сбоя алгоритма $10^{-7}$. Руководство, ссылаясь на жесткую экономию вычислительных ресурсов гетерогенной среды и сжатые сроки проекта, предложило отказаться от проведения дорогостоящей формальной верификации кода. Используя положения принципа предосторожности Всемирной комиссии COMEST и деонтологический императив ответственности Ганса Йонаса, обоснуйте этическую и научную неприемлемость данного решения.

Ответ: Согласно принципу предосторожности COMEST и этике Г. Йонаса, решение руководства является методологически и этически неприемлемым. В рамках постнеклассической науки при исследовании и проектировании систем, в которые непосредственно включен человек и техногенная биосфера, действует приоритет безопасности над утилитарной экономической выгодой. Императив Йонаса гласит: «Человечество должно быть!», что накладывает вето на любые эксперименты и допущения, способные гипотетически уничтожить условия продолжения жизни на Земле. Прикладной математик обязан настаивать на проведении исчерпывающего формального доказательства правильности критического кода, так как в сложных человекоразмерных объектах аксиологические (этические) факторы внутренне включены в сам контур проектирования.

Компетенции: УК-7

11. Проанализируйте мысленный эксперимент Б. Рассела об «индуктивной индюшке», перенесенный в плоскость современного машинного обучения (Machine Learning): Data-Driven модель обучалась предсказывать курс акций на основе исторических данных за последние 500 дней благополучного роста рынка, но на 501-й день произошел беспрецедентный геополитический скачок (феномен «Черного лебедя»), приведший к краху системы. Какую фундаментальную проблему теории познания Дэвида Юма обнажает данный прецедент и каковы гносеологические границы применения чистого индуктивизма при управлении сложными программными проектами?

Ответ: Эксперимент обнажает проблему индукции Дэвида Юма: переход от частных эмпирических наблюдений к общему закону логически некорректен, так как любое количество подтверждающих фактов в прошлом не гарантирует неизменность природы в будущем. Границы применения чистого машинного обучения (Data-Driven моделей), оторванного от теоретического моделирования фундаментальных закономерностей, заключаются в их неспособности предсказывать структурные скачки нелинейных систем. Магистр прикладной математики обязан сочетать эмпирические индуктивные методы Big Data с теоретическими дедуктивными моделями синергетики и гипотетико-дедуктивными схемами, непрерывно осуществляя критическую самооценку ограничений своего инструментария.

Компетенции: УК-7

12. Раскройте социологическое и методологическое содержание понятия «этос науки». Каким образом традиционные идеализированные нормы CUDOS Роберта Мертона трансформируются в корпоративные регулятивы PLACE Джона Займана в условиях современной постиндустриальной Big Data индустрии? Каковы главные угрозы деструктивного вырождения данных норм (например, переход от универсализма к «культурному империализму» или от бескорыстия к «оппортунизму» по С. Фуллеру) для личной траектории и профессионального развития молодого исследователя?

Ответ: Этос науки — это исторически сложившаяся нормативная система ценностей, регулирующая поведение ученых. В условиях коммерциализации Big Data индустрии идеальные нормы Мертона (коллективизм, универсализм, бескорыстие, скептицизм) трансформируются в корпоративные императивы PLACE Займана (Proprietary — работа на интеллектуальную собственность, Local — решение узких задач, Authoritarian — иерархический контроль, Commissioned — работа на заказ, Expert — замкнутая экспертиза). Согласно С. Фуллеру, вырождение норм в оппортунизм и мафиозность заставляет молодого ученого ориентироваться на грантовые KPI и коммерческую тайну (NDA) вместо поиска объективной истины, что ведет к догматизму, потере автономии субъекта и разрушению принципов академической честности МГУ.

Компетенции: УК-7

**Разработчик ФОС:**

- кандидат философских наук, Бушев С.А., доцент философского факультета МГУ

# ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Семестр – 3
Зачетных единиц – 2
Общая трудоемкость – 72 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 36 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров –
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачет

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **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. | **Знать** тенденции и перспективы развития обработки данных в гетерогенных вычислительных средах, а также смежных областей прикладной математики и информатики.<br><br>**Уметь** использовать аналитический аппарат методологии научного познания при оценке проблемной ситуации и последующей ее декомпозиции на отдельные задачи.<br><br>**Владеть** навыками методологического анализа научного исследования и его результатов. |
| **ОПК-5.** Способен представлять результаты профессиональной деятельности в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе. | **Знать** требования ведущих журналов и конференций в области прикладной математики и информатики к структуре и содержанию публикаций.<br><br>**Уметь** готовить рукописи научных статей и технические отчёты, ясно и корректно представляя математические выкладки, алгоритмы и результаты экспериментов.<br><br>**Владеть** навыками академической визуализации данных и публичного представления сложных математических и компьютерных результатов. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | УК-1, ОПК-5 | Проверочные тесты. Итоговый зачет. |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Проверочные тесты | Тестовые задания |
| 2 | Зачет | Типовые задания |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Какое из утверждений является основной теоремой арифметики?
А) делить на ноль нельзя
Б) не существует наибольшего простого числа
В) любое число раскладывается однозначно в произведение простых делителей
Г) уравнение порядка n имеет ровно n корней

2. Какой ученый является основателем алгебры?
А) Виет
Б) Тарталья
В) Диофант
Г) Аль-Хорезми

3. Какой вид деятельности человека не был причиной возникновения теории вероятностей?
А) азартные игры
Б) страхование
В) юриспруденция
Г) статистика

4. Какая задача послужила основой создания теории графов?
А) задача о семи мостах
Б) задача коммивояжера
В) проблема 4 красок
Г) задача о подсчете числа изомеров

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В | Г | В | А |
| Компетенции | УК-1 | УК-1 | ОПК-5 | ОПК-5 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие из следующих систем счисления являются позиционными?
А) египетская
Б) вавилонская
В) римская
Г) индийская

2. Какие ученые являются основателями математического анализа?
А) Лейбниц
Б) Евклид
В) Ньютон
Г) Эйлер

3. Какие из следующих утверждений являются силлогизмами?
А) все люди смертны, Сократ — человек → Сократ смертен
Б) $x = y, y = 1 \rightarrow x = 1$
В) $x > 1 \rightarrow x > 0$
Г) все вороны черные, чайки — белые → чайки — не вороны

4. Какие из следующих числовых множеств являются счетными?
А) {0, 1, 2}
Б) четные натуральные
В) целые числа
Г) действительные числа

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, Г | А, В | А, Б, Г | Б, В |
| Компетенции | УК-1 | УК-1 | ОПК-5 | ОПК-5 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Сопоставьте алгебраическое уравнение и числовое множество, которому принадлежат корни этого уравнения.

| | |
|---|---|
| А) $2x + 6 = 0$<br>Б) $7x – 1 = 0$<br>В) $x^2 – 3 = 0$<br>Г) $x^2 + 1 = 0$ | 1) C<br>2) Z<br>3) Q<br>4) N<br>5) R |

2. Сопоставьте символы и названия логических операций.

| | |
|---|---|
| А) ∨<br>Б) ∧<br>В) →<br>Г) ¬ | 1) отрицание<br>2) импликация<br>3) конъюнкция<br>4) строгая дизъюнкция<br>5) дизъюнкция |

3. Сопоставьте направление в основаниях математики и имя ученого, представляющего это направление.

| | |
|---|---|
| А) логицизм<br>Б) формализм<br>В) интуиционизм | 1) Гильберт<br>2) Брауэр<br>3) Коши<br>4) Рассел |

4. Сопоставьте математические дисциплины и имена ученых, основавших эти дисциплины.

| | |
|---|---|
| А) теория вероятностей<br>Б) теория информации | 1) Фреге<br>2) Шеннон |

| | |
|---|---|
| В) теория графов<br>Г) логика предикатов<br>Д) аналитическая геометрия | 3) Паскаль<br>4) Эйлер |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А-2, Б-3, В-5, Г-1 | А-5, Б-3, В-2, Г-1 | А-4, Б-1, В-2 | А-3, Б-2, В-4, Г-1 |
| Компетенции | УК-1 | УК-1 | ОПК-5 | ОПК-5 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите в порядке вложенности числовые множества.
А) рациональные числа
Б) действительные числа
В) натуральные числа
Г) целые числа

2. Расположите в порядке преемственности «учитель — ученик» следующих философов.
А) Аристотель
Б) Сократ
В) Платон

3. Расположите числовые множества по порядку возрастания их мощности.
А) множество действительных чисел из интервала [0, 1]
Б) множество положительных рациональных чисел
В) множество корней квадратного уравнения с положительным дискриминантом

4. Расположите в порядке их появления вычислительные устройства.
А) компьютер
Б) абак
В) арифмометр

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В, Г, А, Б | Б, В, А | В, Б, А | Б, В, А |
| Компетенции | УК-1 | УК-1 | ОПК-5 | ОПК-5 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Какое минимальное число гирь (с целым весом) необходимо, чтобы взвесить любой груз весом от 1 до 15 килограмм (вес груза тоже целое число)?
Ответ: 4
Компетенция: УК-1

2. При каком минимальном значении n алгебраическое уравнение степени n не решается в общем случае в радикалах?
Ответ: 5
Компетенция: УК-1

3. При каких значениях x и y импликация $x \rightarrow y$ является ложной?
Ответ: x = 1 (Истина), y = 0 (Ложь)

Компетенция: ОПК-5

4. Сколько целых чисел можно представить двоичным кодом длины 8 бит?
Ответ: 256
Компетенция: ОПК-5

**Разработчик ФОС:**

- кандидат физико-математических наук, Ершов Н.М., старший научный сотрудник факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ

Семестр – 1
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 72 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-1.** Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики. | **Знать** основные законы, научные концепции и методы исследований с применением современной прикладной математики и информатики.<br><br>**Уметь** применять на практике технологии современной прикладной математики и информатики.<br><br>**Владеть** навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области прикладной математики и информатики для решения профессиональных задач. |
| **ОПК-3.** Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты. | **Знать** специфику построения математических моделей для задач искусственного интеллекта, анализа данных, физики и инженерных расчётов.<br><br>**Уметь** создавать и анализировать адекватность математических и компьютерных моделей, определять их ограничения при работе с реальными (в том числе «шумными») данными.<br><br>**Владеть** навыками интерпретации результатов моделирования в терминах исходной предметной области для формулирования научно обоснованных выводов и рекомендаций. |
| **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. | **Знать** методологию планирования научно-исследовательских работ в области разработки алгоритмов, программного обеспечения и математического моделирования.<br><br>**Уметь** декомпозировать сложную научную задачу на этапы (анализ, разработка, эксперимент), определять необходимые ресурсы (вычислительные, кадровые) и сроки. |

| | |
|---|---|
| | **Владеть** навыками составления календарного плана научного исследования, включая этапы обзора литературы, программирования и анализа данных. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-1, ОПК-3, ПК-1 | Проверочные тесты<br>Экзамен по дисциплине |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Проверочные тесты | Тестовые задания |
| 2 | Экзамен | Типовые задания |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Сколько констант интегрирования содержит общее решение дифференциального уравнения второго порядка?
А) 0
Б) 1
В) 2
Г) 3

2. Сколько начальных условий необходимо, чтобы получить единственное решение линейного дифференциального уравнения третьего порядка?
А) 0
Б) 1
В) 2
Г) 3

3. Какая из следующих функций является решением дифференциального уравнения y'=y?
А) x
Б) $x^2$
В) sin(x)
Г) $e^x$

4. Какое из следующих дифференциальных уравнений является простейшим дифференциальным уравнением?
А) y'=xy
Б) $y'=x^2$
В) yy'=1

Г) $y''+y=0$

5. Общее решение дифференциального уравнения имеет вид $y=x+C$? Чему равно частное решение этого же уравнения, если $y(-1)=2$?
А) $y=x+3$
Б) $y=3x$
В) $y=x-3$
Г) $y=x/3$

6. Какое из следующих уравнений является линейным дифференциальным уравнением первого порядка?
А) $y'=x/y$
Б) $y'=y''+x$
В) $y+y'=1$
Г) $yy'=x^2$

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В | Г | Г | Б | А | В |
| Компетенции | ОПК-1 | ОПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 | ПК-1 | ПК-1 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие собственные значения имеет линейное дифференциальное уравнение $y''-3y'+2y=0$?
А) 0
Б) 1
В) 2
Г) 3

2. Какие функции входят в фундаментальную систему решений уравнения $y''-y=0$?
А) $e^x$
Б) $\sin(x)$
В) $\cos(x)$
Г) $e^{-x}$

3. Какие из уравнений имеют порядок равный 1?
А) $y+y'=x^2$
Б) $\sin(y')=x$
В) $y''+y'=1$
Г) $xy'=y'+1$

4. Какие из уравнений являются уравнениями с разделяющимися переменными?
А) $y'=y+x$
Б) $y'=yx$
В) $y'=yx+1$
Г) $xy'=y+1$

5. Какие из следующих функций являются решениями дифференциального уравнения y'=2x?
А) $x^2$-3
Б) $x^2$
В) 2x-1
Г) $x^2$+1

6. Решением каких уравнений является функция y=sin(x)?
А) y'=y
Б) y''+y=0
В) y'=cos(x)
Г) y'+y=0

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, В | А, Г | А, Б, Г | Б, Г | А, Б, Г | Б, В |
| Компетенции | ОПК-1 | ОПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 | ПК-1 | ПК-1 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Сопоставьте дифференциальные уравнения и ученых, именами которых они названы.

| | |
|---|---|
| А) y'=2y<br>Б) y=xy'+1/y'<br>В) y'=y-$y^4$ | 1) Бернулли<br>2) Клеро<br>3) Эйлер<br>4) Мальтус |

2. Сопоставьте собственные значения системы двух линейных однородных уравнений первого порядка с типом точки ее покоя.

| | |
|---|---|
| А) 1, 2<br>Б) -2, 1<br>В) -1-i, -1+i<br>Г) 1, 1<br>Д) 2i, -2i | 1) центр<br>2) устойчивый фокус<br>3) седло<br>4) неустойчивый узел |

3. Сопоставьте уравнения с их порядком n.

| | |
|---|---|
| А) y''=1<br>Б) y+y'''=y''<br>В) y'y=x | 1) n=4<br>2) n=1<br>3) n=2<br>4) n=3 |

4. Общее решение дифференциального уравнения равно y=2x+C. Сопоставьте начальные условия для этого уравнения с его частными решениями.

| | |
|---|---|
| А) y(0)=1<br>Б) y(1)=2<br>В) y(0)=-3<br>Г) y(1)=5 | 1) y=2x-3<br>2) y=2x+1<br>3) y=2x+3<br>4) y=2x<br>5) y=2x-1 |

5. Сопоставьте простейшее дифференциальное уравнение и его общее решение.

| | |
|---|---|
| А) $y'=1$<br>Б) $y'=4x$<br>В) $y'=\cos(x)$<br>Г) $y'=1/x$<br>Д) $y'=x+1$ | 1) $y=2x^2+C$<br>2) $y=\ln(x)+C$<br>3) $y=\sin(x)+C$<br>4) $y=x+C$ |

6. Сопоставьте уравнения и их тип.

| | |
|---|---|
| А) $y'=0$<br>Б) $y=xy'+y'^2$<br>В) $y'=2y+x$<br>Г) $y'y=x$<br>Д) $y'=y+y^2$ | 1) уравнение Клеро;<br>2) уравнение Бернулли;<br>3) простейшее;<br>4) линейное. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А-4, Б-2, В-1 | А-4, Б-3, В-2, Д-1 | А-3, Б-4, В-2 | А-2, Б-4, В-1, Г-3 | А-4, Б-1, В-3, Г-2 | А-3, Б-1, В-4, Д-2 |
| Компетенции | ОПК-1 | ОПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 | ПК-1 | ПК-1 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите в правильной последовательности этапы построения каустики отражения.
А) Составление уравнения для семейства отраженных лучей.
Б) Параметризация исходного пучка лучей.
В) Нахождение огибающей семейства отраженных лучей.

2. Расположите в правильной последовательности этапы решения однородного дифференциального уравнения $y'=f(y/x)$.
А) Применение обратной замены.
Б) Решение уравнения для функции $z(x)$.
В) Выполнение замены $z=y/x$.

3. Расположите в правильной последовательности этапы построения ортогонального семейства кривых.
А) Преобразование дифференциального уравнения.
Б) Решение дифференциального уравнения.
В) Составление дифференциального уравнения.

4. Расположите в правильной последовательности этапы решения начальной задачи для уравнения с разделяющимися переменными.
А) Разделение переменных.
Б) Определение константы интегрирования.
В) Интегрирование.

5. Расположите в правильной последовательности этапы решения линейного однородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами.
А) Построение фундаментальной системы решений.

Б) Формирование общего решения.
В) Составление и решение характеристического уравнения.

6. Расположите в правильной последовательности этапы решения неоднородного линейного дифференциального уравнения методом вариации постоянных.
А) Формирование общего решения неоднородного уравнения.
Б) Решение соответствующего однородного уравнения.
В) Поиск частного решения неоднородного уравнения.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, А, В | В, Б, А | В, А, Б | А, В, Б | В, А, Б | Б, В, А |
| Компетенции | ОПК-1 | ОПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 | ПК-1 | ПК-1 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Выполните понижение порядка в уравнении $y''y'=x$ с помощью замены $y' \to z$.
Ответ: $z'z=x$
Компетенция: ОПК-1

2. Составьте характеристическое уравнение линейного однородного дифференциального уравнения $y''-2y'+3y=0$.
Ответ: $\lambda^2-2\lambda+3=0$
Компетенция: ОПК-1

3. Определите порядок дифференциального уравнения $y'y''=yx^3$.
Ответ: 2
Компетенция: ОПК-3

4. Приведите уравнение $yy'=2x+y'$ к форме, разрешённой относительно производной.
Ответ: $y'=2x/(y-1)$
Компетенция: ОПК-3

5. Общее решение дифференциального уравнения имеет вид $y=C/x$. Чему равна константа C, если $y(2)=4$?
Ответ: 8
Компетенция: ПК-1

6. Найдите общее решение дифференциального уравнения $y'=2x$
Ответ: $x^2 + C$
Компетенция: ПК-1

**Разработчики ФОС:**

- кандидат физико-математических наук, Ершов Н.М., старший научный сотрудник факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ
- Полуян С.В., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Семестр – 1
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 72 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-1.** Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики. | **Знать** основные законы, научные концепции и методы исследований с применением современной прикладной математики и информатики.<br><br>**Уметь** применять на практике технологии современной прикладной математики и информатики.<br><br>**Владеть** навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области прикладной математики и информатики для решения профессиональных 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. | **Знать** методологию планирования научно-исследовательских работ в области разработки алгоритмов, программного обеспечения и математического моделирования.<br><br>**Уметь** декомпозировать сложную научную задачу на этапы (анализ, разработка, эксперимент), определять необходимые ресурсы (вычислительные, кадровые) и сроки.<br><br>**Владеть** навыками составления календарного плана научного исследования, включая этапы обзора литературы, программирования и анализа данных. |
| **СПК-1.** Способность применять классические и современные математические методы для постановки задач математического моделирования в различных областях науки и техники, осуществлять | **Знать** основные классические и современные математические методы математического моделирования.<br><br>**Уметь** структурировать задачи математического моделирования, создавать или подбирать технологии математического моделирования.<br><br>**Владеть** методами оценки границы применимости математического моделирования, определять их недостатки и несоответствия. |

| | |
|---|---|
| математическое моделирование физических, технологических и природных процессов | |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1. | По всем темам курса | ОПК-1, ПК-1, СПК-1 | Работа на занятиях<br>Практические задания<br>Контрольные работы<br>Экзамен по дисциплине |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Работа на занятиях | Критерии оценивания работы обучающихся на практических занятиях |
| 2 | Контрольные опросы | Перечень вопросов для контрольных опросов |
| 3 | Практические задания | Перечень тем практических заданий по основным разделам дисциплины |
| 4 | Экзамен | Список вопросов для подготовки к экзамену |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Какой из разностных операторов, заданных на равномерной сетке $\overline{\omega}_h = \{x_i = ih, h > 0, i = 0,1,\cdots, N,\ hN = l\}$ на отрезке $[0, l]$ с шагом $h$, аппроксимирует дифференциальный оператор $Lu = \frac{du}{dx}$ в точке $x_i$ со вторым порядком:

А) $L_h u = \frac{u_i - u_{i-1}}{h}$;

Б) $L_h u = \frac{u_{i+1} - u_{i-1}}{2h}$;

В) $L_h u = \frac{u_{i+1} - u_i}{h}$;

Г) $L_h u = \frac{u_i - 0.5\, u_{i-1}}{h}$.

2. Что описывает дельта-функция?
А) случайный шум
Б) экспоненту
В) точечный источник
Г) массу

3. Что такое функция Грина?
А) решение уравнения с дельта-образным источником
Б) квантовое число
В) тепловой поток
Г) поток энергии

4. Найти точку равновесия уравнения $x_{n+1} = a(x_n - 1)$ при $a = \frac{4}{5}$.
А) $2$;
Б) $1.5$;
В) $-4$;
Г) $-6$.

5. Найти 2-цикл уравнения $x_{n+1} = x_n^2 + x_n - 4$.
А) $-2, 2$;
Б) $-1 - 3^{\frac{1}{2}}$, $-1 + 3^{\frac{1}{2}}$;
В) $-2 - 3^{\frac{1}{2}}, -2 + 3^{\frac{1}{2}}$;
Г) $-2^{\frac{1}{2}}, 2^{\frac{1}{2}}$.

6. В пространстве $L_2[-1,1]$ определяется ортогональная система
А) многочленов Эрмита
Б) многочленов Лежандра
В) многочленов Лагерра
Г) многочленов Чебышева

7. Математическая модель это:
А) набор экспериментальных данных
Б) макет физического объекта
В) описание системы с помощью математических выражений
Г) графическое изображение процесса

8. Что означает адекватность модели?
А) модель точно повторяет оригинал
Б) модель учитывает все параметры системы
В) модель достаточно точно отражает свойства оригинала в рамках цели моделирования
Г) модель построена с использованием сложных формул

9. Выберите, к какому уравнению приводится задача о распространении тепла в однородной среде.
А) эллиптического типа
Б) параболического типа
В) гиперболического типа
Г) цилиндрического типа

10. Выберите, к какому уравнению приводится задача о стационарном распределении температуры.
А) эллиптического типа
Б) параболического типа
В) гиперболического типа
Г) цилиндрического типа

11. Выберите, к какому уравнению приводится задача о продольных колебаниях стержня.
А) эллиптического типа
Б) параболического типа
В) гиперболического типа
Г) цилиндрического типа

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б | В | А | В | Б | Б | В | В | Б | А | В |
| Компетенции | СПК-1 | ОПК-1 | ОПК-1 | ПК-1 | ПК-1 | СПК-1 | ОПК-1 | ОПК-1 | ПК-1 | ПК-1 | ПК-1 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какая из перечисленных ниже функций описывает гармонические незатухающие колебания.

А) $f(x) = Acos(\omega x + \varphi)$;

Б) $f(x) = \frac{A}{(\omega x+\varphi)}$;

В) $f(x) = A(\omega x + \varphi)$;

Г) $f(x) = Asin(\omega x + \varphi)$.

2. Какие из разностных операторов $L_h$, заданных на равномерной сетке $\bar{\omega}_h = \{x_i = ih, h > 0, i = 0,1,\cdots, N,\ hN = l\}$ на отрезке $[0, l]$ с шагом $h$, аппроксимирует дифференциальные операторы $L$ в точке $x_i$ со вторым порядком:
А) $Lu = \frac{du}{dx}$ , $L_h u = \frac{u_i - u_{i-1}}{h}$ ;
Б) $Lu = \frac{du}{dx}$ , $L_h u = \frac{u_{i+1} - u_{i-1}}{2h}$ ;
В) $Lu = \frac{d^2u}{dx^2}$, $L_h u = \frac{u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1}}{h^2}$ ;
Г) $Lu = \frac{d^2u}{dx^2}$, $L_h u = \frac{u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1}}{h}$ .

3. Выбрать верные утверждения из теории разностных схем.
А) явная двухслойная разностная схема для уравнения теплопроводности безусловно (абсолютно) устойчива;
Б) разностная схема с весами для уравнения теплопроводности (шеститочечная схема) при определенном значение параметра весов имеет повышенный порядок точности;

В) чисто неявная разностная схема для уравнения теплопроводности безусловно (абсолютно) устойчива;
Г) интегро-интерполяционный метод (метод баланса) применяется для построения консервативных однородных разностных схем.

4. Оператор Лапласа записан в различных системах координат. Выберите правильные утверждения.
А) оператор Лапласа в полярной системе координат имеет вид:

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} - \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2};$$

Б) оператор Лапласа в сферической системе координат имеет вид:

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2 sin\theta}\frac{\partial}{\partial \theta}\left(sin\theta\frac{\partial u}{\partial \theta}\right) + \frac{1}{r^2 sin\theta}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2};$$

В) оператор Лапласа в сферической системе координат имеет вид:

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2 sin\theta}\frac{\partial}{\partial \theta}\left(sin\theta\frac{\partial u}{\partial \theta}\right) + \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2};$$

Г) оператор Лапласа в полярной системе координат имеет вид:

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2}.$$

5. Выберите, какие из нижеперечисленных процессов может описывать уравнение:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = 16\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}.$$

А) поперечные колебания струны
Б) распространения тепла
В) процесс диффузии в полой трубке, заполненной пористой средой
Г) продольные колебания стержня

6. Выберите, какие из нижеперечисленных процессов может описывать уравнение:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 16\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}.$$

А) поперечные колебания струны
Б) распространения тепла
В) электрические колебания
Г) продольные колебания стержня

7. Выберете, какие из нижеприведенных функций являются гармоническими.

А) $u(x,y) = e^x \sin(y)$;

Б) $u(x,y) = x^3 - y^3$;

В) $u(x,y) = x^2 - y^2$;

Г) $u(x,y) = x^2 - 2xy$.

8. Выберете задачи, которые решаются методом Фурье.
А) задача о колебаниях струны, закрепленной на концах;
Б) первой краевой задачи для уравнения теплопроводности;
В) задача Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольнике;
Г) задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге;
Д) начально-краевая задача для квазилинейного уравнения теплопроводности.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Г | Б, В | Б, В, Г | Б, Г | Б, В | А, В, Г | А, В | А, Б, В, Г |
| Компетенции | ОПК-1 | СПК-1 | СПК-1 | СПК-1 | ОПК-1 | ОПК-1 | ПК-1 | ПК-1 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите задачу с математической моделью:

| **Задача** | **Математическая модель** |
|---|---|
| А. Моделирования динамики роста популяции с учетом ограниченности ресурсов.<br>Б. Моделирование динамики роста популяции с множеством ресурсов и без угрозы со стороны хищников.<br>В. Моделирование динамики роста популяции с замедлением роста в начале и конце рассматриваемого временного периода.<br>Г. Модель движения мячика в поле тяжести Земли. | 1. Модель Гомпертца (кривая или функция Гомпертца)<br>2. Модель логистического роста (модель Ферхюльста)<br>3. Квадратичная модель<br>4. Модель экспоненциального роста |

2. Соотнесите задачу с численным методом ее решения:

| **Задача** | **Численный метод** |
|---|---|
| А. Нахождение значения определенного интеграла.<br>Б. Задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.<br>В. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.<br>Д. Решение системы линейных алгебраических уравнений. | 1. Метод конечных разностей<br>2. Итерационные методы Зейделя<br>3. Метод прямоугольников<br>4. Метод Рунге-Кутты |

3. Соотнесите вид уравнения с его типом:

| **Уравнение** | **Тип уравнения** |
|---|---|
| А) $\Delta u = -f(x)$<br>Б) $c\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x,t),\ c > 0$ | 1. Гиперболический тип<br>2. Параболический тип<br>3. Эллиптический тип |

| | |
|---|---|
| В) $\rho\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = k\Delta u + f(x,t),\ \rho > 0, k > 0$<br>Г) $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2\Delta u + f(x,t)$<br>Д) $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(k(x,t)\frac{\partial u}{\partial x}\right) + f(x,t),\ k(x,t) > 0$ | |

4. Для задачи описания распространения тепла в стрежне длины $l$, описываемой уравнением теплопроводности на функцию температуры $u(x,t)$, соотнести физическое условие с видом граничного условия:

| **Физическое условие на границе стержня** | **Тип граничного условия** |
|---|---|
| А. задана температура на конце стержня $x = l$<br>Б. задана величина теплового потока на конце стержня $x = l$<br>В. на конце стержня $x = l$ задано условие теплообмена по закону Ньютона с окружающей средой, температура которой известна<br>Г. на границе $x = l$ осуществляется теплоперенос излучением на основе закона Стефана-Больцмана. | 1. Граничное условие третьего рода $\lambda\frac{\partial u}{\partial x}(l,t) = \kappa[\Theta(t) - u(l,t)]$<br>2. Граничное условия второго рода: $\frac{\partial u}{\partial x}(l,t) = \nu(t)$<br>3. Граничное условия первого рода: $u(l,t) = \mu(t)$<br>4. Нелинейное граничное условие: $\lambda\frac{\partial u}{\partial x}(l,t) = \kappa\big(\Theta(t) - u(l,t)\big) + \varepsilon\sigma((\Theta(t))^4 - (u(l,t))^4)$ |

5. Установить соответствие между физическими процессами и уравнениями их описывающими:

| **Физический процесс** | **Вид уравнения** |
|---|---|
| А. Процесс распространения тепла в однородном стержне длины $l$.<br>Б. Процесс распространения тепла в неоднородной среде в большом интервале изменения температур.<br>В. Процесс поперечных колебаний струны с постоянной плотностью.<br>Г. Задача об установившемся тепловом поле (стационарный процесс). | 1. $u_{tt} = a^2u_{xx} + f(x,t),\ 0 < x < l$<br>2. $\Delta u = -f.$<br>3. $\frac{\partial}{\partial x}\left(k(u,x)\frac{\partial u}{\partial x}\right) + F(x,t) = C(u,x)\rho(u,x)\frac{\partial u}{\partial t}.$<br>4. $u_t = a^2u_{xx} + f(x,t),\ 0 < x < l.$ |

6. Процесс распространения тепла на отрезке $0 \le x \le 1$ при постоянных плотности и коэффициенте теплопроводности описывается начально-краевой задачей (коэффициент температуропроводности полагаем равным 1):

$$\begin{cases} u_t = u_{xx} + f(x,t),\ 0 < x < 1,\ 0 < t < T \\ u(x,0) = u_0(x),\ 0 \le x \le 1, \\ u(0,t) = u_1(t),\ \ u(1,t) = u_2(t),\ \ 0 \le t \le T. \end{cases}$$

Для этой задачи методом конечных разностей на сетке $\bar{\omega}_{h\tau} = \bar{\omega}_h \times \bar{\omega}_\tau$,

$$\bar{\omega}_h = \{x_i = ih, i = 0,1,\cdots N, h = 1/N\}, \bar{\omega}_\tau = \{t_j = j\tau, j = 0,1,\cdots j_0, \tau = T/j_0\}$$

строится шеститочечная схема (схема с весами $\sigma$):

$$\frac{y_i^{j+1}-y_i^j}{\tau} = \Lambda\left(\sigma y_i^{j+1} + (1-\sigma)y_i^j\right) + \varphi_i^j, 0 < i < N,\ 0 \le j < j_0,$$

где $y_i^j$ – значение в узле $(x_i, t_j)$ сеточной функции $y$, определенной на $\bar{\omega}_{h\tau}$, $\Lambda -$ разностный оператор, аппроксимирующий $u_{xx}$ со вторым порядком, краевые и начальные условия аппроксимируются точно, $\varphi_i^j = f(x_i, t_{j+0,5}), t_{j+0,5} = t_j + 0{,}5\tau$.

Для схемы с весами установить соответствие между видом схемы и условиями устойчивости:

| **Разностная схема** | **Условие устойчивости** |
|---|---|
| А) явная схема<br>Б) неявная схема<br>В) схема повышенного порядка аппроксимации<br>Г) чисто неявная схема | 1. Абсолютно устойчива.<br>2 При $\sigma = \sigma^*$ , $(\sigma^* = 0{,}5 - h^2/(12\tau))$ абсолютно устойчива.<br>3. Условно устойчива. Условие устойчивости: $\tau/h^2 \le 0{,}5$.<br>4. Устойчива при $\sigma \ge 0{,}5$ при любых $h$ и $\tau$. |

7. Применяя процесс ортогонализации к системе функций $\{1, x, x^2, \cdots, x^n, \cdots\}$ можно получить различные ортогональные системы функций. Соотнесите пространство, в котором проводится ортогонализация и вид многочленов.

| **Функциональное пространство** | **Система многочленов** |
|---|---|
| А) Пространство $L_2[-1,1]$.<br>Б) Пространство $L_2^\rho[-\infty,\infty], \rho = e^{-x^2}$.<br>В) Пространство $L_2^\rho[0,\infty],\ \rho = e^{-x}$.<br>Г) Пространство $L_2^\rho[-1,1], \rho = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$ . | 1. Ортогональная система многочленов Чебышева.<br>2. Ортогональная система многочленов Лагерра.<br>3. Ортогональная система многочленов Эрмита.<br>4. Ортогональная система многочленов Лежандра. |

8. Для ортонормированных систем многочленов установите соответствие между ними и уравнениями, решениями которых они являются.

| **Система полиномов** | **Уравнение** |
|---|---|
| А) Ортогональная система многочленов Эрмита.<br>Б) Ортогональная система многочленов Чебышева первого рода.<br>В) Ортогональная система многочленов Лежандра.<br>Г) Ортогональная система многочленов Лагерра. | 1. $\frac{d}{dx}\left[(1-x^2)\frac{dy}{dx}\right] + n(n+1)y = 0.$<br>2. $y''(x) - 2xy'(x) + 2ny(x) = 0.$<br>3. $xy''(x) + (1-x)y'(x) + ny(x) = 0.$<br>4. $(1-x^2)y''(x) - xy'(x) + n^2y(x) = 0.$ |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А-3, Б-2, В-1, Г-2, Д-2 | А-3, Б-4, В-1, Г-3 | А-3, Б-2, В-1, Г-2, Д-2 | А-3, Б-2, В-1, Г-4 | А-4, Б-3, В-1, Г-2 | А-3, Б-4, В-2, Г-1 | А-4, Б-3, В-2, Г-1 | А-2, Б-4, В-1, Г-3 |
| Компетенции | СПК-1 | ПК-1 | ПК-1 | СПК-1 | ОПК-1 | СПК-1 | СПК-1 | ОПК-1 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Установите последовательность основных этапов построения математической модели реального объекта.
А) анализ объекта
Б) выбор метода решения
В) анализ
Г) выделение существенных факторов
Д) верификация/валидация
Е) формализация

2. Установите правильную последовательность этапов проведения вычислительного эксперимента:
А) разработка вычислительной схемы
Б) сравнение результатов расчетов с данными опыта
В) программная реализация
Г) уточнение модели
Д) построение математической модели
Е) расчеты на вычислительной системе

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 |
|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Г, Е, Б, Д, В | Д, А, В, Е, Б, Г |
| Компетенции | ОПК-1 | ПК-1 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Объясните понятие корректно поставленной математической задачи.

Ответ:
Задача

$$A(x) = y, x \in X, y \in Y$$

называется корректно поставленной, если при любой правой части ее решение:
1. существует в пространстве $X$;
2. единственно в $X$;
3. устойчиво в $X$.

Если хотя бы одно из условий не выполняется, то задачу называют *некорректной* (некорректно поставленной).

Компетенции: СПК-1

2. Изложите основную суть метода конечных разностей.

Ответ: Метод конечных разностей (метод сеток) является численным методом, применяем для нахождения приближенных решений широкого круга уравнений математической физики. Метод конечных разностей состоит в следующем. Область непрерывного изменения аргументов заменятся дискретным множеством точек (узлов), называемом сеткой; вместо функций непрерывного аргумента вводятся функции дискретного аргумента (сеточные функции), определенные в узлах сетки; дифференциальные операторы, входящие в уравнения, заменяются (аппроксимируются) их разностными аналогами; дифференциальное уравнение при этом сводится к системе алгебраических уравнений (разностные уравнения). Все дополнительные условия (начальные и граничные) также заменяются их разностными аналогами для сеточных функций. Таким образом, для всей задачи формулируется разностная схема. Для разностных задач исследуются вопросы сходимости, точности и устойчивости.

Компетенции: ПК-1

3. Изложите методологию математического моделирования: триада «модель-алгоритм-программа».

Ответ: На первом этапе математического моделирования выбирается (или строится) «эквивалент» объекта, отражающий в математической форме важнейшие его свойства — законы, которым он подчиняется, связи, присущие составляющим его частям, и т. д. Вторым этапом является разработка алгоритма, позволяющего осуществить его компьютерную реализацию, например, для решения задач математической физики строится с использованием численных методов вычислительная схема. На третьем этапе создаются программы, в том числе и их параллельные реализации для исследования моделей на вычислительных системах.

Компетенции: ОПК-1

4. Нелинейные разностные уравнения. Устойчивость.
Найти положительную точку равновесия нелинейного дискретного уравнения $x_{n+1} = x_n\sqrt{2 - x_n}$ и проверить его устойчивость. Найти интервал существования и устойчивости.

Ответ: Если $x^*$ - равновесное решение данного нелинейного дискретного уравнения, оно получается путем решения уравнения

$$x^* = x^*\sqrt{2 - x^*} \Longrightarrow x^* = 0{,}1.$$

Следовательно, положительная точка равновесия: $x^* = 1$. Пусть

$$f(x) = x\sqrt{2 - x} \Longrightarrow f'(x) = \frac{2 - 2x}{\sqrt{2 - x}}.$$

Очевидно, $|f'(x^* = 1)| = 0 < 1$. Это означает, что точка равновесия $x^* = 1$ устойчива. Интервал существования точки равновесия равен

$$2 - x > 0 \Longrightarrow x < 2,$$

а интервал ее устойчивости определяется выражением

$$|f'(x)| = \left|\frac{2-2x}{\sqrt{2-x}}\right| < 1 \Rightarrow -1 < \frac{2-2x}{\sqrt{2-x}} < 1$$
$$\Rightarrow -\sqrt{2-x} < 2-2x \text{ и } 2-2x < \sqrt{2-x}$$
$$\Rightarrow \sqrt{2-x} > 2x-2 \text{ и } 2-2x < \sqrt{2-x}.$$

Оба неравенства дают $4x^2 - 7x + 2 < 0$, откуда следует

$$\frac{7-\sqrt{17}}{8} < x < \frac{7+\sqrt{17}}{8} \Rightarrow 0.36 < x < 1.39.$$

Компетенции: ОПК-1

5. Нелинейные разностные уравнения: стационарное решение (равновесное решение).
Для системы $x_{n+1} = 1 - 2|x_n|$ найдите точки ее 3-цикла, если $\frac{7}{9}$ – одна из таких точек. Определите ее устойчивость.

Ответ: Пусть $f(x) = 1 - 2|x|$. Тогда

$$f\left(\frac{7}{9}\right) = -\frac{5}{9},$$
$$f\left(f\left(\frac{7}{9}\right)\right) = -\frac{1}{9},$$
$$f\left(f\left(f\left(\frac{7}{9}\right)\right)\right) = \frac{7}{9}.$$

Это означает, что $\frac{7}{9}, -\frac{5}{9}, -\frac{1}{9}$ – это 3-цикл $x_{n+1} = 1 - 2|x_n|$.

Поскольку для $f(x) = 1 - 2|x|$, то

$$f'(x) = -2, x > 0,$$
$$f'(x) = 2, x < 0.$$

Следовательно,

$$f'\left(\frac{7}{9}\right) = -2, f'\left(-\frac{5}{9}\right) = 2, f'\left(-\frac{1}{9}\right) = 2,$$

и

$$\left|f'\left(\frac{7}{9}\right)f'\left(-\frac{5}{9}\right)f'\left(-\frac{1}{9}\right)\right| = |-8| = 8 > 1.$$

3-цикл не стабильный.

Компетенции: СПК-1

6. Поток тепла через тонкий стержень конечной длины.
Выведите уравнение теплопроводности.

Ответ: Рассматриваем тонкий стержень длинной $L$, изготовленный из однородного материала (свойства материала инвариантны при трансляции). Предположим, что стержень идеально изолирован по всей длине, так что тепло может течь только через его концы (см. Рис. 1).

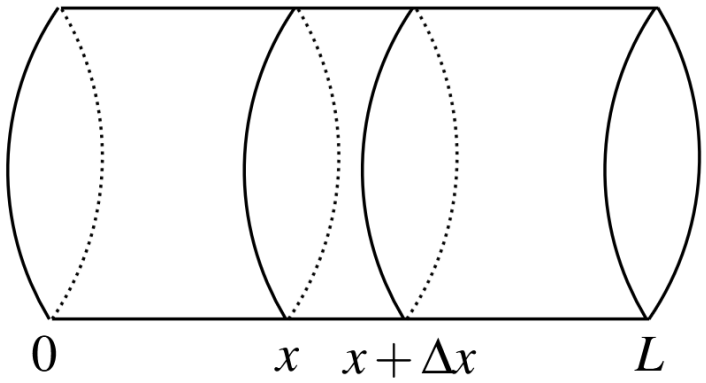



*Рисунок 1: Тонкий однородный стержень длинной L, идеально изолированный по всей длине.*

Пусть $u(x,t)$ – температура однородного тонкого стержня на расстоянии $x$ в момент времени $t$. Рассмотрим бесконечно малый отрезок стержня длиной $[x, x+\Delta x]$. Пусть $A$ – поперечное сечение стержня, $\rho$ – плотность материала стержня.
Бесконечно малый объем задается выражением $\Delta V = A\Delta x$, а соответствующая бесконечно малая масса $\Delta m = \rho A\, \Delta x$.
Количество тепла, выделяемое элементом объема, равно $Q = \sigma \Delta m\, u(x,t)$, где $\sigma$ – удельная теплоемкость материала стержня.

В момент времени $t + \Delta t$ количество тепла равно

$$Q_1 = \sigma \Delta m\, u(x, t+\Delta t).$$

Изменение тепла

$$\begin{aligned} Q_1 - Q &= \sigma \Delta m\, u(x,t+\Delta t) - \sigma \Delta m\, u(x,t) \\ &= \sigma\rho A[u(x,t+\Delta t) - u(x,t)]\Delta x. \end{aligned}$$

Согласно закону теплопроводности Фурье, тепловой поток пропорционален градиенту температуры, то есть

$$Q = -k\,\frac{\partial u}{\partial x} = -k u_x(x,t), \text{(в одном измерении)},$$

где $k$- теплопроводность твердого тела, а отрицательный знак означает, что вектор теплового потока направлен в сторону уменьшения температуры.
Следовательно, изменение количества тепла должно быть равно теплу, приходящему в точку $x$, за вычетом тепла, отходящего от точки $x+\Delta x$, за интервал времени $\Delta t$, то есть,

$$\sigma\rho A[u(x,t+\Delta t) - u(x,t)]\Delta x = \left[-k u_x(x,t) - \left(-k u_x(x+\Delta x, t)\right)\right]\Delta t,$$

$$\frac{u(x,t+\Delta t) - u(x,t)}{\Delta t} = \frac{\left(\frac{k}{\sigma\rho A}\right)\left(u_x(x+\Delta x,t) - u_x(x,t)\right)}{\Delta x}.$$

Переходя к пределам $\Delta x \to 0, \Delta t \to 0$, получим

$$\frac{\partial u}{\partial t} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

что и дает уравнение теплопроводности, определяющее поток тепла через небольшой тонкий стержень. $c^2 = \left(\frac{k}{\sigma\rho A}\right)$ и называется коэффициентом диффузии материала стержня.
Для решения полученного уравнения будем использовать *метод разделения переменных*.
Пусть $u(x,t) = X(x)T(t)$ является решением уравнения $\frac{\partial u}{\partial t} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$. Подставляя $u(x,t) = X(x)T(t)$, получим

$$X(x)T'(t) = c^2 X''(x)T(t) \Rightarrow \frac{X''}{X} = \frac{1}{c^2}\frac{T'}{T} = \mu, \text{(константа)}.$$

Обе функции должны быть равны какой -либо константе, поскольку одна из них является функцией только от $x$, а другая – функцией $t$.

$$X'' = \mu X, T' = \mu c^2 T.$$

Случай 1. $\mu$ положительная величина (на пример, $\mu = \lambda^2$).

$$X(x) = A_1 \cosh(\lambda x) + A_2 \sinh(\lambda x)$$
$$T(t) = A_3 e^{\lambda^2 c^2 t}.$$

Тогда решение уравнения теплопроводности:

$$u(x,t) = [C_1 \cosh(\lambda x) + C_2 \sinh(\lambda x)] e^{\lambda^2 c^2 t},$$
$$C_1 = A_1 A_2, C_2 = A_2 A_3.$$

Случай 2. $\mu = 0$. Получим

$$X(x) = A_4 x + A_5,$$
$$T(t) = A_6.$$

Тогда решение уравнения теплопроводности

$$u(x,t) = C_3 x + C_4,$$
$$C_3 = A_4 A_6, C_2 = A_5 A_6.$$

Случай 3. $\mu$ отрицательная величина (на пример, $\mu = -\lambda^2$). Получаем

$$X(x) = A_7 \cos(\lambda x) + A_8 \sin(\lambda x),$$
$$T(t) = A_9 e^{-\lambda^2 c^2 t}.$$

Тогда решение уравнения теплопроводности

$$u(x,t) = [C_5 \cos(\lambda x) + C_6 \sin(\lambda x)] e^{-\lambda^2 c^2 t}.$$

Объединяя, можно записать общее решение уравнения теплопроводности в виде

$$u(x,t) = \begin{cases} [C_1 \cosh(\lambda x) + C_2 \sinh(\lambda x)] e^{\lambda^2 c^2 t} & \mu = \lambda^2 > 0 \\ C_3 x + C_4 & \mu = 0 \\ [C_5 \cos(\lambda x) + C_6 \sin(\lambda x)] e^{-\lambda^2 c^2 t} & \mu = -\lambda^2 < 0 \end{cases}$$

Примечания.

- Все три решения несовместны.
- Первое решение указывает на $t \to \infty => u \to \infty$. Поэтому, с реалистичной физической точки зрения разумно предположить, что $u(x,t)$ ограничено при $t \to \infty$.
- Третье решение всегда согласовано; однако, второе решение согласовано в некоторых случаях вместе с первым.
- Если граничные условия являются условными типа Дирихле, однородными и периодическими, то есть $u(0,t) = 0, u(L,t) = 0$, то третье решение является единственным решением.
- Если граничные условия типа Дирихле, но неоднородные или непериодические, то есть $u(0,t) = \alpha, u(L,t) = \beta$, то второе и третье решение являются общим решением данной задачи.
- Второе и третье решение составляют общее решение данной задачи в случае граничных условий Неймана и смешанных условий.

Компетенции: ПК-1

**Разработчики ФОС:**

- доктор физико-математических наук, Калиновский Ю.Л., по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат физико-математических наук, Стрельцова О.И., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ

Семестры – 2
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 64 ч.
Лекций – 32 ч.
Семинаров – 32 ч.
Практические занятия –
Часов самостоятельная работа студента – 44 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-1.** Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики | **Знать** основные законы, научные концепции и методы исследований с применением современной прикладной математики и информатики<br><br>**Уметь** применять на практике технологии современной прикладной математики и информатики<br><br>**Владеть** навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области прикладной математики и информатики для решения профессиональных задач |
| **СПК-1.** Способность применять классические и современные математические методы для постановки задач математического моделирования в различных областях науки и техники, осуществлять математическое моделирование физических, технологических и природных процессов | **Знать** основные классические и современные математические методы математического моделирования<br><br>**Уметь** структурировать задачи математического моделирования, создавать или подбирать технологии математического моделирования<br><br>**Владеть** методами оценки границы применимости математического моделирования, определять их недостатки и несоответствия |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-1, СПК-1 | Контрольные работы |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Контрольные опросы<br>Практические задания<br>Работа на занятиях<br>Экзамен по дисциплине |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Работа на занятиях | Критерии оценивания работы обучающихся на практических занятиях |
| 2 | Контрольные опросы | Перечень вопросов для контрольных опросов |
| 3 | Практические задания | Перечень тем практических заданий по основным разделам дисциплины |
| 4 | Экзамен | Список вопросов для подготовки к экзамену<br>Комплект оценочных заданий для промежуточной аттестации |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Какая из перечисленных моделей является вероятностной?
А) детерминированная модель;
Б) статическая модель;
В) стохастическая модель;
Г) динамическая модель.

2. Какой закон распределения часто используется для моделирования времени между событиями?
А) нормальное распределение;
Б) равномерное распределение;
В) биномиальное распределение;
Г) экспоненциальное распределение.

3. Что такое случайный процесс?
А) последовательность детерминированных событий;
Б) функция, значения которой случайны в каждый момент времени;
В) фиксированный набор случайных величин;
Г) график вероятности события.

4. Какой поток событий называется простейшим?
А) поток, обладающий свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последствия;
Б) поток, не обладающий свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последствия;
В) детерминированный поток событий;
Г) поток с конечным числом событий.

5. Что характеризует интенсивность потока событий?
А) среднее число событий в единицу времени;
Б) максимальное время между событиями;
В) дисперсию интервалов между событиями;

Г) вероятность отказа системы.

6. Какое свойство определяет марковский процесс?
А) зависимость будущего от всех предыдущих состояний;
Б) постоянство вероятностей переходов;
В) независимость состояний друг от друга;
Г) зависимость будущего только от настоящего состояния.

7. Что содержит матрица переходов марковского процесса?
А) интенсивности переходов;
Б) вероятности переходов из одного состояния в другое за один шаг;
В) время пребывания в каждом состоянии;
Г) дисперсии состояний.

8. Что показывает дисперсия случайной величины?
А) среднее значение;
Б) вероятность превышения порога;
В) меру разброса значений относительно математического ожидания;
Г) частоту наступления события.

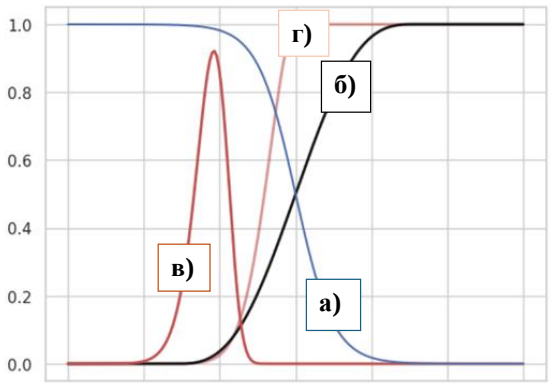
**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В | Г | Б | А | А | Г | Б | В |
| Компетенции | ОПК-1 | ОПК-1 | ОПК-1 | ОПК-1 | СПК-1 | СПК-1 | СПК-1 | ОПК-1 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**
Вопросы

1. Выберете в каких задачах и моделях применяются цепи Маркова.
А) прогнозирование погоды;
Б) системы связи;
В) сложный синтаксический анализ текста;
Г) модель случайного блуждания;
Д) модель азартной игры.

2. На представленном рисунке укажите какие функции могут являться функциями распределения случайной величины.




3. Что из перечисленного верно в контексте статистических тестов?

А) ошибка первого рода - отклонение верной гипотезы;
Б) ошибка второго рода - неотклонение ложной гипотезы;
В) мощность теста - вероятность обнаружить эффект, когда он есть;
Г) уровень значимости обозначается как бета.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Б, Г, А | Г, Б | А, Б, В |
| Компетенции | СПК-1 | ОПК-1 | ОПК-1 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие характеристики математических моделей с неопределенными параметрами и их названиями.

| **Вид используемых множеств параметров модели** | **Вид моделей** |
|---|---|
| А) значения всех или отдельных параметров модели описываются функциями принадлежности соответствующему нечеткому множеству;<br>Б) значения всех или отдельных параметров описываются интервальными величинами;<br>В) значения всех или отдельных параметров модели устанавливаются случайными величинами, заданными оценками плотности вероятности, полученными в результате обработки ограниченной экспериментальной выборки данных параметров;<br>Г) значения всех или отдельных параметров определяются случайными величинами, заданными плотностями вероятности. | 1) стохастические;<br>2) случайные;<br>3) интервальные;<br>4) нечеткие. |

2. Установите соответствие между статистическими понятиями и их краткими определениями.

| **Статистическое понятие** | **Определение** |
|---|---|
| А) разность между максимальным и минимальным значениями выборки;<br>Б) значение признака, которое делит упорядоченную выборку пополам;<br>В) значение признака, которое встречается в выборке чаще всего;<br>Г) сумма всех значений признака, деленная на их количество. | 1) медиана;<br>2) мода;<br>3) среднее арифметическое;<br>4) размах вариации. |

3. Установите соответствие между видом распределения случайной величины и математическим выражением его описывающим.

| **Вид распределения** | **Математическое выражение плотности распределения вероятностей** |
|---|---|
| А) распределение $\chi^2$;<br>Б) нормальное распределение; | 1) $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$; |

| | |
|---|---|
| В) логарифмически нормальное распределение;<br>Г) распределение Вейбулла – Гнеденко;<br>Д) распределение Гаусса — Лапласа. | 2) $f(x,k)=\frac{(1/2)^{\frac{k}{2}}}{\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)}\ x^{\frac{k}{2}-1}e^{-\frac{x}{2}}$,<br>где $\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)$ -гамма-функция;<br>3) $f(x,a,b,c)=\begin{cases}\frac{b}{a}\left(\frac{x-c}{a}\right)^{b-1}exp\left[-\left(\frac{x-c}{a}\right)^{b}\right], x\geq c\\ 0,\ x<c\end{cases}$<br>$a>0, b>0;$<br>4) $f(x,a_1,\sigma_1)=\begin{cases}\frac{1}{x\sigma_1\sqrt{2\pi}}exp\left[-\frac{(\ln x-a_1)^2}{2\sigma_1^2}\right], x>0\\ 0,\ x\leq 0\end{cases}$; |

4. Установите соответствие между типами сходимости случайных величин и их определениями:

| Тип сходимости | Характеристика |
|---|---|
| А) почти наверное;<br>Б) в среднем квадратичном;<br>В) по распределению;<br>Г) по вероятности. | 1) среднее значение квадрата разности стремится к нулю;<br>2) функции распределения сходятся;<br>3) вероятность того, что значения отличаются, стремится к нулю;<br>4) вероятность отклонения от предела стремится к нулю. |

5. Установите соответствие между методами оценки и их описанием:

| Метод оценки | Описание |
|---|---|
| А) метод моментов;<br>Б) метод максимального правдоподобия;<br>В) доверительный интервал. | 1) оценка, максимизирующая вероятность наблюдаемых данных;<br>2) интервал, содержащий параметр с заданной вероятностью;<br>3) оценка, основанная на приравнивании теоретических и выборочных моментов. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А-4, Б-3, В-2, Г-1. | А-4, Б-1, В-2, Г-3. | А-2, Б-1, В-4, Г-3, Д-1 | А–4, Б–1, В–2, Г–3 | А–3, Б–1, В–2 |
| Компетенции | СПК-1 | ОПК-1 | ОПК-1 | ОПК-1 | СПК-1 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите основные этапы статистического исследования в правильном порядке:
А) сводка и группировка статистических данных;
Б) статистическое наблюдение (сбор первичной информации);
В) разработка плана и программы исследования;
Г) анализ и обобщение полученных результатов (формулировка выводов).

2. Дискретная случайная величина задана рядом распределения

| $X$ | $p_k$ |
|---|---|
| 2 | 0,1 |

| | |
|---|---|
| 4 | 0,2 |
| 6 | 0,3 |
| 8 | 0,2 |
| 10 | 0,2 |

Напишите ряд распределения для дискретной случайной величины $y = 4(x-5)^2$.

А)

| $Y$ | $p_k$ |
|---|---|
| 1 | 0,4 |
| 9 | 0,3 |
| 25 | 0,3 |

Б)

| $Y$ | $p_k$ |
|---|---|
| 1 | 0,5 |
| 9 | 0,2 |
| 25 | 0,3 |

В)

| $Y$ | $p_k$ |
|---|---|
| 1 | 0,5 |
| 9 | 0,3 |
| 25 | 0,2 |

Г)

| $Y$ | $p_k$ |
|---|---|
| 1 | 0,5 |
| 9 | 0,3 |
| 25 | 0,1 |

3. Установите последовательность шагов для построения доверительного интервала:
А) вычисление границ интервала;
Б) выбор уровня доверия;
В) определение выборочного среднего;
Г) расчет стандартной ошибки.

4. Установите последовательность этапов проверки статистической гипотезы:
А) формулировка нулевой и альтернативной гипотез;
Б) расчет тестовой статистики;
В) выбор уровня значимости;
Г) принятие или отклонение нулевой гипотезы.

**Ключк тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В, Б, А, Г | В | Б, В, Г, А | А, В, Б, Г |
| Компетенции | ОПК-1 | ОПК-1 | СПК-1 | СПК-1 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Цепи Маркова. В урне всегда находятся 2 шара. Цвета шаров - красный и синий. На каждом этапе случайным образом выбирается один шар, который затем заменяется новым шаром, который с вероятностью 0,8 имеет тот же цвет, а с вероятностью 0,2 - противоположный цвет, тому же, что и заменяемый шар. Если изначально оба шара красные, найдите вероятность того, что пятый выбранный шар будет красным.

Ответ: Чтобы найти искомую вероятность, сначала определим соответствующую цепь Маркова. Этого можно добиться, заметив, что вероятность того, что выбранный шар красный, определяется составом урны в момент выбора. Итак, определим $X_n$ как количество красных

шаров в урне после $n$ - го выбора и последующей замены. Тогда $X_n, n \geq 0$, является цепью Маркова с состояниями $0, 1, 2$ и матрицей вероятностей перехода $P$, заданной формулой

$$P = \begin{pmatrix} 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0.8 & 0.1 \\ 0 & 0.2 & 0.8 \end{pmatrix}.$$

Чтобы понять, рассмотрим, например, $P_{1,0}$. Теперь, чтобы перейти от 1 красного шара в урне к 0 красным шарам, выбранный шар должен быть красным (что происходит с вероятностью $0{,}5$), и затем его необходимо заменить шаром противоположного цвета (что происходит с вероятностью $0{,}2$), показывая, что

$$P_{1,0} = (0{,}5)(0{,}2) = 0{,}1.$$

Чтобы определить вероятность того, что пятый выбор будет красным, примем во внимание количество красных шаров в урне после четвертого выбора.
Это дает

$$P\ (\text{пятый выбор } - \text{ красный})$$
$$= \sum_{i=0}^{2} P(\text{пятый выбор} - \text{красный}|\ X_4 = i) P(\ X_4 = i|\ X_0 = 2)$$
$$= (0)P_{2,0}^4 + (0.5)P_{2,1}^4 + (1)P_{2,2}^4 = 0.5P_{2,1}^4 + P_{2,2}^4.$$

Для вычисления предыдущего вычислим $P^4$.
В результате получим
$P_{2,1}^4 = 0.4352,\ P_2^{2,2} = 0.4872,$
что дает ответ
$P$(пятый выбор - красный ) = 0.7048.

Компетенции: ОПК-1

2. Опишите модель случайного блуждания на основе цепи Маркова.

Ответ: Цепь Маркова, пространство состояний которой задано целыми числами $i = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$, называется случайным блужданием, если для некоторого числа $0 < p < 1$ элементы матрицы вероятностей переходов имеют вид:

$$P_{i,i+1} = p = 1 - P_{i,i-1}, i = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots.$$

Представленная выше цепь Маркова называется случайным блужданием, потому мы можем рассматривать ее как модель для индивида, ищущего по прямой линии, который в каждый момент времени либо делает один шаг вправо с вероятностью p, либо один шаг влево с вероятностью $1 - p$.

Компетенции: СПК-1

**Разработчики ФОС:**

- доктор физико-математических наук, Калиновский Ю.Л., по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат физико-математических наук, Стрельцова О.И., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# АНАЛИТИКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Семестр – 2
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 64 ч.
Из них
Лекций – 32 ч.
Семинаров – 32 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 44 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-4.** Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности. | **Знать** спектр современных информационно-коммуникационных технологий (облачные сервисы, ИИ-инструменты, аналитические платформы), применимых в своей сфере.<br><br>**Уметь** эффективно использовать современные ИКТ, включая облачные сервисы и суперкомпьютерные центры; применять базовые методы шифрования и безопасной передачи данных.<br><br>**Владеть** методами разработки и развёртывания ПО в гетерогенных средах; навыками настройки безопасной программно-аппаратной среды для научных расчётов. |
| **СПК-4.** Способность разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения**.** | **Знать** основные технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Уметь** разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Владеть** технологиями распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-4, СПК-4 | Практические задания<br>Работа на занятиях<br>Экзамен по дисциплине |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Практические задания | Перечень тем практических заданий |
| 2 | Работа на занятиях | Шкала оценивания |
| 3 | Экзамен | Список вопросов для подготовки к экзамену |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Какая из перечисленных характеристик НЕ относится к классической модели «3V» больших данных?
А) Volume (Объем)
Б) Velocity (Скорость)
В) Variety (Разнообразие)
Г) Verifiability (Проверяемость)

2. Что такое «темные данные» (dark data) в контексте аналитики больших данных?
А) Данные, зашифрованные с использованием квантовых алгоритмов.
Б) Данные, которые организация собирает и хранит, но не использует для анализа или извлечения ценности.
В) Данные, полученные исключительно из защищенных источников в даркнете.
Г) Данные, которые были автоматически удалены из-за истечения срока хранения.

3. Как выглядит «окружность» (множество точек, равноудаленных от центра) в метрике Чебышева на плоскости?
А) Окружность (круг).
Б) Ромб, повернутый на 45 градусов.
В) Квадрат, стороны которого параллельны осям координат.
Г) Эллипс.

4. Какой компонент экосистемы Hadoop отвечает за распределенное хранение данных с высокой отказоустойчивостью?
А) MapReduce
Б) YARN
В) HDFS (Hadoop Distributed File System)

Г) Hive

5. При развертывании ПО в гетерогенных средах (например, кластер суперкомпьютера + облако) какой подход обеспечивает наилучшую воспроизводимость вычислительного окружения и зависимостей?
А) Ручная установка всех библиотек на каждом узле по инструкции.
Б) Использование контейнеризации (например, Docker, Singularity).
В) Копирование исходного кода без фиксации версий зависимостей.
Г) Использование исключительно проприетарного ПО.

6. Какой из перечисленных алгоритмов является методом обучения без учителя (unsupervised learning)?
А) Логистическая регрессия.
Б) Метод опорных векторов (SVM).
В) Алгоритм k-средних (k-means).
Г) Случайный лес (Random Forest).

7. В чем основное архитектурное преимущество Apache Spark перед классическим Hadoop MapReduce?
А) Spark использует только дисковое хранилище для всех промежуточных вычислений.
Б) Spark поддерживает вычисления в оперативной памяти (in-memory), что значительно ускоряет итеративные алгоритмы.
В) Spark не поддерживает работу с большими данными, а только с малыми выборками.
Г) Spark написан исключительно на Java и не имеет API для Python или R.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Г | Б | В | В | Б | В | Б |
| Компетенции | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие технологии или инструменты относятся к экосистеме распределенной обработки и хранения больших данных?
А) Apache Spark;
Б) Microsoft Excel;
В) Apache Hadoop;
Г) WEKA.

2. Какие меры безопасности критически важны при настройке программно-аппаратной среды для научных расчетов с чувствительными данными?
А) Использование нестандартных путей для хранения файлов конфигурации с паролями и ключами.
Б) Шифрование данных при передаче (например, с использованием TLS/SSL).
В) Разграничение прав доступа на основе ролей (RBAC).
Г) Замена стандартных номеров портов базы данных и других сервисов.

3. Какие этапы обязательно входят в конвейер (pipeline) сквозной аналитики больших данных?
А) Сбор и интеграция данных (Data Ingestion).
Б) Аугментация данных.

В) Очистка и предобработка данных (Data Cleaning).
Г) Развёртывание и обслуживание моделей.

4. Какие из перечисленных алгоритмов являются методами иерархической кластеризации?
А) Агломеративная кластеризация.
Б) K-средних (K-means).
В) Дивизивная кластеризация.
Г) DBSCAN.

5. Какие из перечисленных методов используются для борьбы с переобучением глубоких нейронных сетей?
А) Dropout (исключение части нейронов при обучении).
Б) Увеличение числа эпох обучения без ранней остановки (early stopping).
В) Регуляризация весов (L1/L2).
Г) Удаление данных аугментации.

6. Какие признаки указывают на проблему переобучения (overfitting) модели машинного обучения?
А) Модель показывает аномально высокую точность на обучающей выборке.
Б) Модель показывает низкую точность на тестовой (валидационной) выборке.
В) Модель имеет высокую ошибку на обучающей выборке.
Г) Модель не может выучить даже простые линейные закономерности.

7. Какие из перечисленных метрик расстояния наиболее применимы для оценки близости текстовых документов, представленных в виде мешка слов (Bag-of-Words)?
А) Расстояние Евклида.
Б) Косинусное расстояние.
В) Расстояние Чебышева.
Г) Коэффициент Жаккара.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, В | Б, В | А, В, Г | А, В | А, В | А, Б | Б, Г |
| Компетенции | ОПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между метрикой расстояния и ее описанием:

| | |
|---|---|
| А) Расстояние Хэмминга<br>Б) Расстояние Левенштейна<br>В) Косинусное расстояние<br>Г) Коэффициент Жаккара | 1) Мера сходства двух множеств, равная отношению размера их пересечения к размеру их объединения.<br>2) Количество позиций, в которых соответствующие символы двух строк одинаковой длины различны.<br>3) Длина кратчайшего прямолинейного отрезка, соединяющего две точки в пространстве.<br>4) Минимальное количество операций вставки, удаления и замены для превращения одной строки в другую.<br>5) Мера, основанная на косинусе угла между |

| | |
|---|---|
| | двумя векторами, не зависящая от их абсолютной длины.<br>6) Сумма абсолютных величин разностей соответствующих координат двух векторов. |

2. Установите соответствие между понятием машинного обучения и его определением:

| | |
|---|---|
| А) Целевая переменная (target)<br>Б) Признак (feature)<br>В) Переобучение (overfitting)<br>Г) Кросс-валидация | 1) Ситуация, когда модель имеет слишком высокую ошибку как на обучающей, так и на тестовой выборке из-за недостаточной сложности.<br>2) Характеристика или свойство объекта, используемое моделью для предсказания.<br>3) Ситуация, когда модель запоминает шум в обучающих данных и плохо предсказывает на новых данных.<br>4) Величина, которую модель пытается предсказать.<br>5) Метод оценки, при котором данные разбиваются на части для обучения и тестирования на разных комбинациях.<br>6) Математическая функция, значение которой алгоритм стремится минимизировать в процессе подбора весов модели. |

3. Установите соответствие между метрикой качества классификации и ее описанием:

| | |
|---|---|
| А) Precision (Точность)<br>Б) Recall (Полнота)<br>В) F1-мера<br>Г) Accuracy (Доля правильных ответов) | 1) Отношение числа всех правильно классифицированных объектов к общему числу объектов.<br>2) Отношение числа истинно положительных объектов к общему числу реально положительных объектов.<br>3) Гармоническое среднее между Precision и Recall.<br>4) Отношение числа истинно отрицательных объектов к общему числу реально отрицательных объектов в выборке.<br>5) Площадь под кривой, отражающей зависимость доли истинно положительных от доли ложно положительных срабатываний при различных порогах.<br>6) Отношение числа истинно положительных объектов к общему числу объектов, предсказанных как положительные. |

4. Установите соответствие между технологией и ее основным назначением в гетерогенных средах:

| | |
|---|---|
| А) Docker / Singularity<br>Б) SSH с асимметричными ключами<br>В) HDFS<br>Г) Apache Spark | 1) Безопасный протокол для удаленного управления серверами и передачи файлов.<br>2) Распределенная файловая система, обеспечивающая надежное хранение больших объемов данных. |

| | |
|---|---|
| | 3) Платформа для оркестрации, автоматического развертывания и масштабирования контейнеров в кластере.<br>4) Платформа для распределенной обработки данных с поддержкой вычислений в оперативной памяти.<br>5) Модель программирования для параллельной обработки огромных объемов данных на кластерах, состоящая из этапов фильтрации и агрегации.<br>6) Технология контейнеризации для обеспечения воспроизводимости программного окружения. |

5. Установите соответствие между задачей обеспечения безопасности и методом ее решения:

| | |
|---|---|
| А) Конфиденциальность данных при передаче<br>Б) Аутентификация пользователя на сервере<br>В) Целостность данных<br>Г) Изоляция вычислительной среды | 1) Процесс проверки и разграничения прав доступа уже аутентифицированного пользователя к конкретным ресурсам системы.<br>2) Свойство системы обеспечивать бесперебойный доступ авторизованных пользователей к данным и вычислительным ресурсам, защита от DDoS-атак.<br>3) Использование криптографических хеш-функций (например, SHA-256) или цифровых подписей.<br>4) Применение протокола TLS/SSL для шифрования канала связи.<br>5) Использование контейнеров (Docker) или виртуальных машин.<br>6) Использование асимметричных ключей (RSA) или сертификатов. |

6. Установите соответствие между концепцией графов и ее определением:

| | |
|---|---|
| А) Степень вершины (degree)<br>Б) Геодезический путь<br>В) Диаметр графа<br>Г) Связность | 1) Максимальное из кратчайших расстояний между всеми парами вершин в графе.<br>2) Количество ребер, инцидентных данной вершине.<br>3) Свойство графа, при котором между любой парой вершин существует путь.<br>4) Кратчайший путь между двумя вершинами в графе.<br>5) Отношение фактического количества ребер в графе к максимально возможному количеству ребер. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А-2,<br>Б-4,<br>В-5, | А-4,<br>Б-2,<br>В-3, | А-6,<br>Б-2,<br>В-3, | А-6,<br>Б-1,<br>В-2, | А-4,<br>Б-6,<br>В-3, | А-2,<br>Б-4,<br>В-1, |

| | Г-1 | Г-5 | Г-1 | Г-4 | Г-5 | Г-3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Компетенции | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Установите последовательность шагов алгоритма K-средних (K-means):
А) Пересчет центроидов кластеров как средних значений точек, попавших в кластер.
Б) Инициализация K центроидов (случайно или другим методом).
В) Проверка условия остановки (центроиды перестали меняться или достигнуто макс. число итераций).
Г) Назначение каждой точки данных ближайшему центроиду по выбранной метрике расстояния.

2. Установите последовательность шагов иерархической агломеративной кластеризации:
А) Объединение двух ближайших кластеров в один новый.
Б) Вычисление матрицы попарных расстояний между всеми объектами.
В) Повторение шагов объединения до тех пор, пока все объекты не окажутся в одном кластере.
Г) Рассмотрение каждого объекта как отдельного кластера.

3. Установите последовательность этапов обработки текста в классическом NLP-пайплайне перед векторизацией:
А) Лемматизация или стемминг (приведение слов к базовой форме).
Б) Удаление стоп-слов.
В) Токенизация (разбиение на слова).
Г) Приведение текста к нижнему регистру и удаление пунктуации.

4. Установите правильную последовательность этапов конвейера (pipeline) анализа больших данных (end-to-end):
А) Визуализация и интерпретация результатов.
Б) Сбор и интеграция данных (Data Ingestion).
В) Очистка и предобработка данных (Data Cleaning).
Г) Обучение и оценка модели машинного обучения.

5. Установите последовательность этапов безопасного жизненного цикла конфиденциальных данных при использовании облачных аналитических платформ:
А) Обработка данных в аналитической платформе с обязательным использованием механизмов контроля доступа на основе ролей (RBAC) и логирования действий (аудит).
Б) Шифрование чувствительного набора данных на стороне клиента (до загрузки) с использованием надежных алгоритмов (например, AES-256).
В) Безопасное криптографическое стирание данных и уничтожение ключей шифрования по окончании срока их использования или выполнения проекта.
Г) Передача зашифрованных данных в облачное хранилище по защищенному каналу связи (с использованием протокола HTTPS/TLS).

6. Установите последовательность действий при работе с распределенными вычислениями в Apache Spark:
А) Определение преобразований (transformations: map, filter, groupBy), создающих ленивый план вычислений (DAG).
Б) Инициализация SparkContext / SparkSession.
В) Запуск действия (action: count, collect, save), инициирующего реальные вычисления.
Г) Загрузка данных в распределенную структуру DataFrame или RDD.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б. Г, А, В | Б, Г, А, В | Г, В, А, Б | Б, В, Г, А | Б, Г, А, В | Б, Г, А, В |
| Компетенции | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1**.** Вы разрабатываете систему для анализа больших объемов данных с использованием Apache Spark в гетерогенной среде (локальный кластер университета + облачные ресурсы). Опишите, как вы обеспечите безопасность передачи и хранения данных, а также воспроизводимость вычислительной среды. Какие конкретные инструменты и методы вы примените и почему?

Ответ:
*Безопасность передачи:* Использование протоколов TLS/SSL для шифрования трафика между узлами кластера и при доступе извне.
*Безопасность хранения:* Шифрование и резервирование данных на уровне файловой системы (например, шифрование HDFS или S3-buckets) и управление ключами (KMS).
*Воспроизводимость:* Использование контейнеризации (Docker для облака, Singularity для суперкомпьютерных сред), что гарантирует идентичность версий ОС, Python, Spark и библиотек на всех узлах.
*Доступ:* Применение аутентификации через SSH-ключи, разграничение прав доступа (RBAC) и, при необходимости, интеграция с Kerberos для аутентификации в кластере Hadoop/Spark.
Компетенции: ОПК-4

2. Объясните, как работает TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) для получения векторных представлений слов. Почему простое использование частоты слов (Bag-of-Words) часто бывает недостаточным для задач классификации текстов, и как TF-IDF решает эту проблему? Приведите пример расчета для вымышленного мини-корпуса.

Ответ**:**
*Проблема Bag-of-Words:* учитывает только абсолютную частоту слова в документе. Частые, но семантически бедные слова (предлоги, союзы) получают высокий вес, «зашумляя» модель.
*Решение TF-IDF:* вес слова рассчитывается как произведение TF (частота слова в данном документе) на IDF (обратная частота документа, содержащего это слово во всем корпусе). IDF понижает вес общеупотребительных слов и повышает вес уникальных, информативных терминов.
*Пример:* В корпусе из 100 документов слово «и» встречается в 99 документах (низкий IDF), а слово «квантовый» – только в 2 документах (высокий IDF). Даже если в конкретном документе слово «и» встречается 10 раз, а «квантовый» – 2 раза, итоговый вес TF-IDF для «квантовый» будет значительно выше, что правильно отражает его важность для тематики документа.
Компетенции: СПК-4

**Разработчики ФОС:**

- кандидат физико-математических наук, Зрелов П.В., по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне
- Катулин М.С., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ И МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Семестр – 2
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 72 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-2.** Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач. | **Знать** современные подходы к разработке и анализу сложности алгоритмов, методы распараллеливания вычислений.<br><br>**Уметь** разрабатывать и оптимизировать алгоритмы для решения задач большой размерности, характерные для анализа данных и математического моделирования.<br><br>**Владеть** навыками создания и верификации оригинального программного инструментария на основе новых математических методов для проведения вычислительных экспериментов. |
| **СПК-4.** Способность разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения**.** | **Знать** основные технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Уметь** разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Владеть** технологиями распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-2, СПК-4 | Практические задания<br>Работа на занятиях<br>Экзамен по дисциплине |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Практические задания | Перечень тем практических заданий |
| 2 | Работа на занятиях | Шкала оценивания |
| 3 | Экзамен | Список вопросов для подготовки к экзамену |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Что является обязательным условием для постановки задачи в парадигме «обучения с учителем»?
А) Наличие большого объема неразмеченных данных.
Б) Наличие целевой переменной (разметки) для объектов обучающей выборки.
В) Использование исключительно нейронных сетей.
Г) Отсутствие шумовых выбросов в данных.

2. Каково основное назначение пуллингового слоя (pooling layer) в сверточной нейронной сети (CNN)?
А) Увеличение количества карт признаков для более детального анализа.
Б) Уменьшение пространственной размерности карт признаков и вычислительной сложности.
В) Применение функции активации (например, ReLU).
Г) Преобразование сверточной сети в рекуррентную.

3. В задаче множественной линейной регрессии что именно минимизирует метод наименьших квадратов (МНК) для поиска оптимальных весов?
А) Сумму абсолютных значений ошибок.
Б) Произведение ошибок.
В) Сумму квадратов остатков (разниц между предсказанными и фактическими значениями).
Г) Максимальную ошибку (Чебышевское приближение).

4. Что описывает функция принадлежности в теории нечетких множеств?
А) Вероятность появления события.
Б) Степень принадлежности элемента к нечеткому множеству (в диапазоне от 0 до 1).
В) Функцию плотности распределения случайной величины.
Г) Ошибку алгоритма классификации.

5. Что представляет собой лингвистическая переменная в теории нечетких вычислений?

А) Переменная, значениями которой являются числа из интервала [0, 1].
Б) Переменная, значениями которой являются слова или словосочетания естественного языка, описываемые нечеткими множествами.
В) Булева переменная, принимающая значения «Истина» или «Ложь».
Г) Переменная, используемая только в линейной регрессии.

6. Какой метод чаще всего используется для линейного снижения размерности данных путем поиска ортогональных направлений максимальной дисперсии?
А) Метод главных компонент (PCA).
Б) Метод k-средних (k-means).
В) Линейная регрессия.
Г) Метод опорных векторов (SVM).

7. В чем заключается ключевое отличие эволюционных стратегий (ES) от классических генетических алгоритмов (ГА)?
А) В ES не используется понятие популяции.
Б) В ES в основном используются мутации для непрерывных параметров, а кроссинговер играет второстепенную роль, в отличие от ГА.
В) ES применяются только для задач дискретной оптимизации.
Г) ES не требуют функции приспособленности.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б | Б | В | Б | Б | А | Б |
| Компетенции | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | ОПК-2 | ОПК-2 | ОПК-2 | ОПК-2 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие из следующих блоков являются базовыми компонентами системы нечеткого логического вывода?
А) Фаззификатор (блок приведения к нечеткости).
Б) Блок градиентного спуска.
В) База нечетких правил.
Г) Дефаззификатор (блок приведения к четкости).

2. Какие из перечисленных этапов входят в жизненный цикл одной итерации (поколения) классического генетического алгоритма?
А) Оценка приспособленности (Fitness) особей.
Б) Обратное распространение ошибки.
В) Селекция (отбор родителей).
Г) Кроссинговер и мутация.

3. В каких областях методы мягких вычислений (эволюционные алгоритмы, нечеткая логика) находят наиболее успешное применение?
А) Оптимизация сложных многоэкстремальных нелинейных функций.
Б) Системы управления с неполными или нечеткими входными данными.
В) Точное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).
Г) Сортировка массивов целых чисел.

4. Какие из перечисленных методов относятся к методам снижения размерности данных?
А) Метод главных компонент (PCA).
Б) t-SNE (стохастическое вложение соседей с t-распределением).
В) UMAP.
Г) K-Means.

5. Какие из перечисленных задач относятся к «обучению без учителя»?
А) Классификация изображений.
Б) Кластеризация клиентов по поведению.
В) Снижение размерности данных (визуализация).
Г) Прогнозирование временных рядов.

6. Какие из перечисленных метрик используются для оценки качества бинарной классификации?
А) Accuracy (Доля верных).
Б) RMSE (Среднеквадратичная ошибка).
В) ROC-AUC.
Г) Precision (Точность).

7. Какие базовые компоненты (структурные части) обычно выделяют при декомпозиции и анализе временных рядов?
А) Тренд (долгосрочная тенденция).
Б) Сезонность (периодические колебания).
В) Кластеры.
Г) Случайная составляющая (шум/остатки).

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, В, Г | А, В, Г | А, Б | А, Б, В | Б, В | А, В, Г | А, Б, Г |
| Компетенции | ОПК-2 | ОПК-2 | ОПК-2 | ОПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между видом обучения и типичной задачей:

| | |
|---|---|
| А) Обучение с учителем<br>Б) Обучение без учителя<br>В) Обучение с подкреплением | 1) Группировка документов по тематике без заранее известных меток.<br>2) Прогнозирование стоимости жилья на основе исторических данных с известными ценами.<br>3) Применение предварительно обученной модели к новой задаче с дообучением на специфичных данных.<br>4) Обучение агента оптимальной стратегии игры через систему штрафов и наград. |

2. Установите соответствие между алгоритмом классификации и его ключевой особенностью:

| | |
|---|---|
| А) Метод опорных векторов (SVM).<br>Б) Наивный байесовский классификатор.<br>В) Логистическая регрессия.<br>Г) Случайный лес (Random Forest). | 1) Вероятностная модель, предполагающая условную независимость признаков.<br>2) Итеративное построение ансамбля деревьев, где каждое следующее дерево исправляет ошибки предыдущих, минимизируя функцию |

| | |
|---|---|
| | потерь.<br>3) Поиск оптимальной разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором.<br>4) Построение ансамбля деревьев с использованием бэггинга и случайных подпространств.<br>5) Линейная модель, применяющая сигмоиду для оценки вероятности принадлежности классу.<br>6) Метод, классифицирующий объекты на основе голосования ближайших объектов из обучающей выборки. |

3. Установите соответствие между типом нейронной сети и её архитектурной особенностью:

| | |
|---|---|
| А) Свёрточная сеть (CNN).<br>Б) Рекуррентная сеть (RNN/LSTM).<br>В) Трансформер (Transformer).<br>Г) Генеративно-состязательная сеть (GAN). | 1) Наличие внутренних петель и скрытого состояния для обработки последовательностей.<br>2) Слой внимания (attention) и механизм позиционного кодирования.<br>3) Архитектура с узким "бутылочным горлышком", обучаемая для восстановления входных данных и используемая для снижения размерности и поиска аномалий.<br>4) Сеть с полносвязными слоями без обратных связей, применяемая для задач классификации табличных данных.<br>5) Использование локальных рецептивных полей и разделения весов.<br>6) Архитектура из двух сетей: генератора и дискриминатора, соревнующихся в минимаксной игре. |

4. Установите соответствие между термином мягких вычислений и его математической интерпретацией:

| | |
|---|---|
| А) Пересечение нечётких множеств.<br>Б) Объединение нечётких множеств.<br>В) Функция принадлежности.<br>Г) Дефаззификация методом центроида. | 1) Вычисление центра тяжести площади под кривой результирующего нечёткого множества.<br>2) Отображение, ставящее в соответствие элементу число из отрезка [0, 1].<br>3) Взятие минимума (min) или произведения (algebraic product) функций принадлежности.<br>4) Взятие максимума (max) или суммы (probabilistic sum) функций принадлежности.<br>5) Процесс преобразования четких входных значений в степени принадлежности нечётким термам перед применением базы правил. |

5. Установите соответствие между типом эволюционных алгоритмов и его ключевой особенностью:

| | |
|---|---|
| А) Классический генетический алгоритм (GA).<br>Б) Эволюционные стратегии (ES). | 1) Алгоритм, вдохновленный поведением стаи птиц или рыб, где агенты движутся к лучшим |

| | |
|---|---|
| В) Эволюционное программирование.<br>Г) Дифференциальная эволюция (DE). | найденным позициям в пространстве решений.<br>2) Использует вещественные векторы, опирается на мутацию с адаптивным шагом.<br>3) Кодирует решения в бинарных строках, активно использует кроссинговер.<br>4) Метод оптимизации, использующий градиент функции приспособленности для направленного поиска решения в пространстве параметров.<br>5) Оптимизирует только стратегии поведения (например, конечные автоматы), без кроссинговера.<br>6) Использует разностные векторы между особями для создания мутантов, эффективна для непрерывных задач. |

6. Установите соответствие между оператором генетического алгоритма и его функциональным назначением:

| | |
|---|---|
| А) Селекция (отбор).<br>Б) Кроссинговер.<br>В) Мутация.<br>Г) Элитизм. | 1) Обмен генетическим материалом между двумя хромосомами.<br>2) Сохранение лучших особей текущего поколения без изменений в следующем.<br>3) Выбор наиболее приспособленных особей для воспроизводства.<br>4) Изменение порядка следования генов в хромосоме для улучшения работы кроссинговера и сохранения полезных блоков генов.<br>5) Случайное малое изменение генов для поддержания разнообразия популяции.<br>6) Обмен особями между изолированными подпопуляциями для предотвращения преждевременной сходимости к локальному оптимуму. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А-2,<br>Б-1,<br>В-4 | А-3,<br>Б-1,<br>В-5,<br>Г-4 | А-5,<br>Б-1,<br>В-2,<br>Г-6 | А-3,<br>Б-4,<br>В-2,<br>Г-1 | А-3,<br>Б-2,<br>В-5,<br>Г-6 | А-3,<br>Б-1,<br>В-5,<br>Г-2 |
| Компетенции | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | ОПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Установите последовательность этапов обучения глубокой нейронной сети с использованием метода обратного распространения ошибки (Backpropagation):
А) Обновление весов с помощью оптимизатора (например, SGD или Adam).
Б) Прямой проход (Forward pass) для получения предсказания сети.
В) Вычисление градиентов функции потерь по весам сети (Backward pass).
Г) Вычисление значения функции потерь (Loss) между предсказанием и целью.

2. Установите последовательность шагов при построении и последующем применении решающего дерева для задачи классификации:
А) Рекурсивное разбиение узлов по выбранному критерию (Джини или энтропия).
Б) Отсечение дерева (pruning) для борьбы с переобучением.
В) Подача нового объекта на вход и прохождение по ветвям от корня к листу.
Г) Инициализация корневого узла всей обучающей выборкой.

3. Установите последовательность шагов классификации объекта с помощью алгоритма k-ближайших соседей (kNN):
А) Подсчет голосов среди K ближайших соседей для определения итогового класса.
Б) Вычисление расстояний от нового объекта до всех объектов обучающей выборки.
В) Сортировка объектов обучающей выборки по возрастанию расстояния.
Г) Выбор K объектов с наименьшим расстоянием.

4. Установите последовательность основных этапов процесса нечеткого вывода (по Мамдани):
А) Дефаззификация (получение четкого выходного значения).
Б) Фаззификация (перевод четких входов в нечеткие множества).
В) Агрегирование подусловий и активация правил (применение базы правил).
Г) Аккумуляция заключений (объединение нечетких множеств выходов).

5. Установите последовательность этапов линейного снижения размерности методом главных компонент (PCA):
А) Проецирование исходных данных на выбранные главные компоненты.
Б) Стандартизация (нормализация) исходного набора данных.
В) Вычисление собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы.
Г) Сортировка компонентов по убыванию их объясненной дисперсии и выбор K компонент.

6. Установите последовательность операций при сжатии или очистке от шума сигнала с использованием дискретного вейвлет-преобразования (DWT):
А) Обратное вейвлет-преобразование (IDWT) для получения восстановленного сигнала.
Б) Прямое вейвлет-преобразование (разложение сигнала на коэффициенты).
В) Пороговая обработка (Thresholding) детализирующих коэффициентов (обнуление малых).
Г) Выбор материнского вейвлета и уровня разложения.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, Г, В, А | Г, А, Б, В | Б, В, Г, А | Б, В, Г, А | Б, В, Г, А | Г, Б. В, А |
| Компетенции | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | ОПК-2 | ОПК-2 | ОПК-2 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Сравните классические градиентные методы оптимизации (например, SGD, Adam) и эволюционные алгоритмы (генетические алгоритмы, эволюционные стратегии). В каких случаях при разработке оригинального программного инструментария или математическом моделировании применение эволюционных алгоритмов более оправдано? Приведите примеры.

Ответ:
Градиентные методы требуют дифференцируемости функции потерь, быстры на гладких поверхностях, но склонны застревать в локальных минимумах.
Эволюционные алгоритмы не требуют вычисления градиентов, работают с разрывными, зашумленными или многоэкстремальными функциями, осуществляют глобальный поиск.

*Примеры оправданного применения:* оптимизация архитектуры нейросети (NAS), подбор дискретных гиперпараметров, обучение с подкреплением в сложных недифференцируемых средах, задачи с множеством локальных экстремумов.
ЭА легко поддаются распараллеливанию (оценка приспособленности каждой особи независима).

Компетенции: ОПК-2

2. При разработке программного инструментария для анализа больших данных часто возникает необходимость распараллеливания вычислений. Опишите, какие алгоритмы машинного обучения из курса (например, генетические алгоритмы, kNN, случайный лес, свёрточные нейронные сети) наиболее естественно поддаются распараллеливанию и почему?

Ответ:
Распараллеливание эффективно для задач, где подзадачи независимы и не требуют интенсивного обмена данными.
*Примеры:*

- kNN: вычисление расстояний от нового объекта до всех точек обучающей выборки можно делать параллельно.
- Случайный лес (Random Forest): каждое дерево строится независимо на своей бутстрап-выборке.
- Генетические алгоритмы: оценка функции приспособленности каждой особи в популяции независима.
- Обучение свёрточных нейронных сетей можно распараллелить благодаря тому, что математически свёртки и обработка объектов внутри батча независимы, что позволяет использовать аппаратный параллелизм (GPU/SIMD) и распараллеливание по данным (батчам). Однако, в отличии от предыдущих примеров, распараллеливание в свёрточных нейронных сетях требует введения дополнительных механизмов синхронизации.

Компетенции: СПК-4

**Разработчики ФОС:**

- кандидат физико-математических наук, Зрелов П.В., по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне
- Катулин М.С., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Семестр – 1
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 72 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-2.** Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач. | **Знать** современные подходы к разработке и анализу сложности алгоритмов, методы распараллеливания вычислений.<br><br>**Уметь** разрабатывать и оптимизировать алгоритмы для решения задач большой размерности, характерные для анализа данных и математического моделирования.<br><br>**Владеть** навыками создания и верификации оригинального программного инструментария на основе новых математических методов для проведения вычислительных экспериментов. |
| **СПК-4.** Способность разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. | **Знать** основные технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Уметь** разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Владеть** технологиями распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. |

## 2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-2, СПК-4 | Опросы на семинарах. Контрольные работы. Экзамен по дисциплине. |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Опросы на семинарах | Перечень тем контрольных опросов |
| 2 | Контрольные работы | Перечень тем контрольных работ |
| 3 | Экзамен | Список вопросов для подготовки к экзамену |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Что вычисляется с помощью формулы Амдала?
А) ускорение параллельных вычислений по сравнению с последовательными
Б) ускорение вычислений в зависимости от тактовой частоты
В) ускорение векторных вычислений по сравнению с конвейерными
Г) ускорение вычислений на суперкомпьютере по сравнению с калькулятором

2. На какие вычислительные системы ориентирована технология CUDA?
А) любые вычислительные архитектуры
Б) ccNUMA-системы
В) графические процессоры фирмы Nvidia
Г) Грид-инфраструктура

3. Что означает параллелизм данных?
А) несколько наборов данных считываются из разных файлов
Б) данные представляют собой график из нескольких параллельных линий
В) две и более функции вызываются с одними и теми же входными данными
Г) единая последовательность операций применяется для одновременной обработки разных блоков однотипных данных

4. Сколько классов вычислительных архитектур в классической систематике Флинна?
А) 3
Б) 4
В) 5
Г) 6

5. В какой технологии реализуется явный обмен сообщениями между параллельными процессами
А) MPI
Б) OpenMP

В) CUDA
Г) SSH

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А | В | Г | Б | А |
| Компетенции | ОПК-2 | СПК-4 | ОПК-2 | ОПК-2 | СПК-4 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. В каких вычислительных системах требуется поддержка кэш-когерентности?
А) в многоядерных процессорах
Б) многопроцессорных вычислительных системах с общей памятью
В) в метакомпьютинговых система
Г) в одноядерных процессорах

2. Какую пару операций НЕЛЬЗЯ выполнить параллельно при заданных Y и C?
А) X=Y+10 A=2*C
Б) X=Y+10 A=X-C
В) X=Y*10 A=1+C
Г) X= 100 A=1000*X-Y

3. Какая метрика используется в бенчмарках для оценки производительности вычислительных систем?
А) Тбайт
Б) ГГц
В) MIPs
Г) Mflops

4. Какая характеристика из перечисленных входит в формулу Амдала для асимптотической оценки ускорения вычислений?
А) количество операций обмена между параллельными вычислительными узлами
Б) количество параллельных вычислительных узлов
В) тактовая частота микропроцессора
Г) доля операций в программе, не подлежащих распараллеливанию

5. Что из перечисленного относится базовым принципам архитектуры Фон Неймана?
А) принцип двоичного кодирования
Б) принцип единого адресного пространства
В) принцип конвейерности
Г) принцип изолированной памяти для машинных инструкций

6. Какая MPI-процедура относится к процедурам коллективного взаимодействия MPI-процессов?
А) MPI_Init
Б) MPI_Isend
В) MPI_Bcast
Г) MPI_Reduce

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Б | Б, Г | В, Г | Б, Г | А, Б | В, Г |
| Компетенции | СПК-4 | ОПК-2 | ОПК-2 | ОПК-2 | СПК-4 | СПК-4 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между пунктами правой и левой колонок

| | |
|---|---|
| 1. AVX<br>2. OpenMP<br>3. CUDA<br>4. ScaLAPACK<br>5. MPI | А. Технология параллельного программирования на основе обмена сообщениями.<br>Б. Технология программирования графических процессоров фирмы NVIDIA.<br>В. Технология многопоточного программирования для систем с общей памятью.<br>Г. Технология на основе расширения набора машинных инструкция для реализации SIMD-вычислений. |

2. Установите соответствие между пунктами правой и левой колонок

| | |
|---|---|
| 1. MPI_Send<br>2. MPI_Irecv<br>3. MPI_Bcast<br>4. MPI_Comm_rank | А. Функция, отвечающая за получение каждым процессом своего номера.<br>Б. Функция, отвечающая за рассылку данных всем процессам.<br>В. Функция, отвечающая за блокирующую отправку сообщения.<br>Г. Функция, отвечающая за блокирующий прием сообщения.<br>Д. Функция, отвечающая за неблокирующий прием сообщения. |

3. Установите соответствие между пунктами правой и левой колонок

| | |
|---|---|
| 1. #pragma omp parallel<br>2. #pragma omp sections<br>3. omp_get_num_threads()<br>4. #pragma omp single<br>5. #pragma omp critical | А. прагма для организации параллельного выполнения независимых фрагментов OpenMP-кода.<br>Б. прагма для организации многопоточной области в OpenMP-программе.<br>В. прагма для организации внутри параллельной области однократного выполнения выделенного фрагмента одной нитью с произвольным номером.<br>Г. функция возвращает количество параллельных потоков в точке OpenMP-программы, где эта функция вызвана. |

4. Установите соответствие между пунктами правой и левой колонок

| | |
|---|---|
| 1. Способ организации компьютера, при котором память для хранения инструкций (программы) и память для хранения данных разделены физически.<br>2. Архитектура параллельной системы с неоднородным доступом к памяти.<br>3. Классификация вычислительных систем по признакам наличия или отсутствия параллелизма в потоках команд и потоках данных.<br>4. Ускорение параллельных вычислений по сравнению с последовательным режимом счета в зависимости от количества параллельных вычислительных устройств и доли операций, которые нельзя выполнить параллельно. | А. Закон Амдала.<br>Б. Систематика Флинна.<br>В. Гарвардская архитектура.<br>Г. NUMA архитектура.<br>Д. Технология SSH. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1–Г, 2–В, 3–Б, 4–А | 1–Б, 2–А, 3–Г, 4–В | 1–Г, 2–А, 3–Б, 4–В | 1–В, 2–Г, 3–Б, 4–А |
| Компетенции | ОПК-2 | СПК-4 | СПК-4 | ОПК-2 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите перечисленные виды памяти по возрастанию скорости обработки запроса
А) Ленточное хранилище.
Б) Регистровая память.
В) Магнитный диск.
Г) Кэш-память.

2. Расположите перечисленные функции технологии MPI в порядке, в котором они могут встречаться в корректно составленной MPI-программе
А) MPI_Init
Б) MPI_Finalize
В) MPI_Reduce
Г) MPI_Comm_rank

3. В какой хронологии развивалась элементная база вычислительных систем
А) Транзисторы.
Б) Интегральные схемы.
В) Электронные лампы.
Г) Большие интегральные схемы.

4. Расположите в перечисленные конструкции технологии OpenMP в порядке, в котором они могут встречаться в корректно составленной программе
А) #pragma omp parallel
Б) #pragma omp sections
В) #pragma omp section
Г) omp_set_num_threads(4)

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, Г, В, А | А, Г, В, Б | В, А, Б, Г | Г, А, Б, В |
| Компетенции | ОПК-2 | СПК-4 | ОПК-2 | СПК-4 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Метакомпьютинговая система – это:

Пример правильного ответа: Гетерогенная вычислительная среда, объединяющая в единую систему географически распределенные компьютеры различных типов для параллельного решения больших задач.

Компетенции: СПК-4

2.Функциональный параллелизм (или параллелизм задач) – это:

Пример правильного ответа: Организация параллельных вычислений, при которой общая вычислительная работа разбивается на функционально различные по функционалу подзадачи, выполняемые одновременно на разных вычислительных узлах или ядрах процессора.

Компетенции: ОПК-2

**Разработчики ФОС:**

- доктор физико-математических наук, Земляная Е.В., по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат физико-математических наук, Башашин М.В., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

## ДИСЦИПЛИНЫ ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ ЧЕРЕЗ ВЕЩЕСТВО

Семестр – 1
Зачетных единиц – 2
Общая трудоемкость – 72 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 36 ч.
Из них
Лекций –
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачет

### 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **УК-5.** Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия. | **Знать** основные современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранном языках), используемые для академического и профессионального взаимодействия в области современной прикладной математики и информатики.<br><br>**Уметь** представлять результаты научной деятельности, с учетом специфики канала коммуникации.<br><br>**Владеть** методами аргументированного и конструктивного представления научных результатов в академической и профессиональной среде. |
| **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** методы верификации и валидации научных результатов в вычислительных экспериментах.<br><br>**Уметь** проводить полномасштабные вычислительные эксперименты, обрабатывать большие объёмы данных и получать новые научные знания или готовые программные решения.<br><br>**Владеть** навыками получения, документирования и первичного анализа научно-практических результатов, пригодных для внедрения или публикации. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | УК-5, ПК-2 | Работа на занятиях. Практические задания. |

**3. Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Работа на занятиях | Критерии оценивания работы обучающихся на практических занятиях |
| 2 | Практические задания | Перечень тем практических заданий по основным разделам дисциплины |
| 3 | Зачет | Комплект оценочных заданий для промежуточной аттестации |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1) Семейства каких классов программного пакета ROOT лучше всего приспособлены для отображения и анализа статистических распределений?

a) семейство графов (TGraph, TGraphErrors,TMultiGraph …)
b) семейство гистограмм (TH1F, TH2D …)
d) семейство виджетов (RGeomViewer, RTreeViewer, TWebCanvas…)
c) семейство векторов (Vector2D, Point3D, LorentzVector…)

2) Объекты класса TChain программного пакета ROOT применяются для следующих задач:
a) объединения данных нескольких сеансов набора (моделирования)
b) создания цепочки триггеров считывания
c) оба первых варианта
d) ни один из перечисленных вариантов

3) Пакет моделирования событий Pluto содержит в себе описания следующих феноменов:
a) применение термальных распределений
b) модели резонансов и распадов Далица
c) анизотропные угловые распределения для каналов реакций
d) все перечисленные объекты

4) Объекты какого класса в пакете ROOT лучше всего приспособлены для хранения информации о физическом событии в целом?
a) класс TBrowser;
b) класс TLorentzVector;
c) класс TH1F;

d) класс TTree

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | b | a | d | d |
| Компетенции | УК-5 | ПК-2 | ПК-2 | УК-5 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1) Поиск наиболее пригодного математического описания (фитирования) распределения экспериментальных данных осуществляется:

a) минимизацией критерия chi2
b) методом вероятностного подбора параметров описывающей функции
c) максимизацией функции правдоподобия
d) путем визуального сравнения

2) Визуальное представление третьего измерения гистограмм пакета ROOT (объектов типа TH2F) осуществляется:

a) изометрической проекцией гистограммы (методы lego, surf)
b) разделением бинов гистограмм по цвету (метод colz)
c) голографическим трехмерным изображением (метод holo)
d) ничего из перечисленного

3) Назначение программ генерации вершин реакций (генераторов физических событий):

a) Помогают оптимизировать новые детектирующие установки для изучения интересующих сценариев протекания реакций
b) Запускают процессы считывания детектирующих установок
c) Используются в качестве удобной рабочей оболочки для интерпретации наблюдаемых явлений в рамках Стандартной Модели
d) Позволяют рассчитать вероятность протекания исследуемых реакций путем сравнения количества зарегистрированных продуктов с полученными моделированием

4) Приведите примеры генераторов вершин реакций для физики взаимодействий при промежуточных энергиях (адронная физика):

a) пакет Pythia
b) пакет UrQMD
c) пакет Pluto++
d) пакет Ariadne

5) Математическое описание (фитирование) распределений в пакете ROOT можно осуществлять при помощи:

a) предопределенных в ROOT функций;
b) аналитических выражений из стандартных функций;
c) внешних функций (подпрограмм), написанных на языке C++ или Python;
d) ничего из перечисленного.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | a, c | a, b | a, c, d | b, c | a, b, c |
| Компетенции | УК-5 | УК-5 | ПК-2 | ПК-2 | УК-5 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1) Установите соответствие наиболее подходящих форматов для экспорта гистограмм из ROOT:

| | |
|---|---|
| А. Для использования в презентациях и докладах.<br>Б. Для подготовки статей в формате LaTeX и т.п.<br>В. Для хранения и последующего анализа в среде ROOT.<br>Г. Для сохранения стилей оформления гистограмм. | 1. *.root<br>2. PNG, JPG<br>3. *.C<br>4. PostScript, EPS<br>5. BMP |

2) Установите соответствие назначений для наиболее часто модифицируемых пользователем классов Geant4:

| | |
|---|---|
| А. DetectorConstruction<br>Б. PhysicsList<br>В. PrimaryGeneratorAction<br>Г. ParticleTable | 1. настройка температуры установки<br>2. настройка моделирования первичных частиц;<br>3. централизованный реестр всех частиц, известных Geant4;<br>4. описание конструкции детекторов установки;<br>5. настройка моделируемых физических процессов. |

3) Установите наиболее подходящее соответствие назначений для программ генерации вершин реакций (генераторов физических событий):

| | |
|---|---|
| А. пакет Pythia<br>Б. пакет Pluto++<br>В. пакет Ariadne<br>Г. пакет UrQMD | 1. описание электромагнитных взаимодействий физики сверхвысоких энергий;<br>2. описание гравитационных взаимодействий;<br>3. описание взаимодействий тяжелых ионов физики промежуточных энергий;<br>4. описание адронной физики при промежуточных энергиях взаимодействия;<br>5. описание сильных взаимодействий физики сверхвысоких энергий. |

4) Установите соответствие назначений для следующих классов программы моделирования:

| | |
|---|---|
| А. G4Material<br>Б. G4Element<br>В. G4VPhysicalVolume<br>Г. G4PhysicsList | 1. описание размещения физического тела в моделируемой установке;<br>2. описание свойств моделируемых частиц и выбор набора моделируемых физических процессов;<br>3. задание макроскопических свойства моделируемого вещества (плотность, атомные номера входящих элементов и т.п.); |

| | |
|---|---|
| | 4. описание цветов взаимодействующих кварков;<br>5. описание свойств отдельных химических элементов, входящих в моделируемое вещество. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А-2,<br>Б-4,<br>В-1,<br>Г-3 | А-4,<br>Б-5,<br>В-2,<br>Г-3 | А-5,<br>Б-4,<br>В-1,<br>Г-3 | А-3,<br>Б-5,<br>В-1,<br>Г-2 |
| Компетенции | УК-5 | ПК-2 | УК-2 | ПК-2 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1) Установите правильную последовательность уровней описания процессов физики высоких энергий при помощи классов классов программы Pythia:

a) ProcessLevel
b) HadronLevel
c) PartonLevel

2) Установите правильную последовательность при задании геометрических характеристик экспериментальной установки при помощи класса G4VUserDetectorConstruction программы GEANT:

a) объявить формы тел, необходимые для описания геометрии, при необходимости создать их из стандартных (вырезать из куба цилиндр и т. п.);
b) создать все необходимые для моделирования материалы, из которых будут состоять тела;
c) объявить “чувствительные” области детектора и задать им в соответствие объект класса G4VSensitiveDetector (позволяет получать данные о частице, находящейся в ней);
d) определить параметры визуализации для элементов детектора.

3) Какова последовательность действий программ GEANT3/GEANT4 при реализации одного шага моделирования трека частицы?

a) Обновление состояния частицы: изменений кинематических параметров, распад, рождения.
b) Определение направления шага и его граничных условий.
c) Расчёт потерь энергии, изменения направления, времени шага.
d) Генерация процессов, характерных при пересечении границ объемов тел, проверка условий генерации следующего шага.
e) Выбор процесса взаимодействия, который будет реализован.

4) Установите правильную последовательность применения классов и методов GEANT4 при реализации моделирования прохождения частиц через вещество:

a) Метод метод BeamOn(), запуск моделирования нужного количества событий.
b) Класс DetectorConstruction, определение геометрии установки.
c) Класс PhysicsList, настройка физики процессов.

d) Метод Initialize() для объекта G4RunManager, регистрация всех настроенных пользователем классов.
e) Метод /vis/viewer/flush, визуализация смоделированных треков.
f) Класс PrimaryGenerator, настройка источника первичных частиц.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | a, c, b | b, a, c, b | b, e, c, a, d | b, c, f, d, a, e |
| Компетенции | УК-5 | ПК-2 | УК-5 | ПК-2 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1) Какая утилита из перечисленных (find, top, locate, chmod) служит для наиболее быстрого поиска файла по его имени в дисковом пространстве Unix-подобных ОС, и почему?

Пример правильного ответа: утилита locate. Обоснование: данная утилита не производит поиск по всем файлам системы, а использует уже готовую индексированную базу данных операционной системы.
Критерии оценивания**:**
- Назван правильный вариант утилиты.
- В обосновании указано использование готовой базы данных.

Компетенции: УК-5

2) Что такое физический фон исследуемого процесса физики высоких энергий на ускорителях, отличие его происхождения от фонов другого типа, например, шумов аппаратуры:

Пример правильного ответа: Регистрация, помимо исследуемого процесса, других физических процессов, которые имеют такие же конечные состояния частиц, что и исследуемый процесс.

Критерии оценивания:
- приведено определение физического фона
- указано, что события физического фона имеют не природу случайных совпадений, а конкурируют с событиями исследуемого процесса, поскольку регистрируется близкий по составу набор частиц конечного состояния.

Компетенции: ПК-5

3) Что такое критерий изолированности продукта реакции (например, мюона или электрона) при анализе отклика экспериментальных установок экспериментов физики частиц, для чего он применяется?

Пример правильного ответа: Критерий изолированности — это признак того, что данный мюон был рожден в вершине события и прилетел в детекторы один, а не был рожден в адронной струе и прилетел с другими частицами. Это позволяет выделить процессы с рождением данной частицы из фона. В практическом смысле изолированность мюона выражается в том, что отклик от его трека находится на достаточном расстоянии от откликов массы частиц, входящих в адронные струи.

Критерии оценивания:

- приведено правильное описание критерия изолированности
- указано, почему данный критерий может эффективно применяться для выделения искомых процессов физики частиц.

Компетенции: ПК-5

**Разработчики ФОС:**

- кандидат физико-математических наук, Леонтьев В.В., доцент физического факультета МГУ

# ЯЗЫКИ И ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Семестр – 1
Зачетных единиц – 2
Общая трудоемкость –72 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 36 ч.
Из них
Лекций –
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачет

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **СПК-2.** Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современные суперкомпьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах | **Знать** порядок организации крупномасштабного математического моделирования и обработки данных.<br><br>**Уметь** проводить работу с источниками информации для подготовки плана проекта крупномасштабного математического моделирования и обработки данных.<br><br>**Владеть** математическим аппаратом, вычислительными методами для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных. |
| **СПК-3.** Способность разрабатывать гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов, включая проекты класса мегасайенс | **Знать** основные подходы для разработки математических гетерогенных вычислительных сред для решения научных задач крупных проектов.<br><br>**Уметь** применять гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов.<br><br>**Владеть** методами разработки и применения математических гетерогенных вычислительных сред для решения научных задач крупных проектов. |

## 2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей Компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | СПК-2, СПК-3 | Практические задания<br>Работа на занятиях<br>Зачет по дисциплине |

## 3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Практические задания | Критерии оценивания |
| 2 | Работа на занятиях | Примерные темы |
| 3 | Зачет по дисциплине | Комплект оценочных заданий для промежуточной аттестации |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Исследователь сопоставляет показания low-cost и референсного PM2.5-датчиков, собранные с разной частотой. Какое действие следует выполнить до построения регрессионной модели?
А) Случайно перемешать оба временных ряда.
Б) Согласовать временные метки и интервалы усреднения, проверить смещение во времени.
В) Удалить все значения выше 90-го процентиля.
Г) Масштабировать все данные до выделения тестового периода.

2. Для классификации изображений растений есть 120 размеченных изображений, собранных сериями с одних и тех же листьев. Какой вариант корректнее для оценки способности модели работать с новыми листьями?
А) Случайно разделить все изображения, включая соседние кадры, на train и test.
Б) Разделить исходные объекты (листья) между train и test и применять аугментации только к train.
В) Сначала создать аугментированные копии всех изображений, затем случайно разделить их.
Г) Обучить модель на всех изображениях и оценить её на той же выборке.

3. Что повышает воспроизводимость эксперимента при переносе интерактивного документа Jupyter Notebook из Google Colab в другую вычислительную среду?
А) Фиксация версий пакетов, параметров запуска и случайных состояний.
Б) Использование абсолютных путей, уникальных для Colab.
В) Установка произвольных последних версий пакетов при каждом запуске.
Г) Отсутствие сведений о разделении данных.

4. При сравнении двух подходов: дообучения предобученного backbone и полного переобучения сверточной сети на малой выборке исследователь использует Google Colab и вычислительный узел с GPU. Что необходимо для корректного сравнения затрат времени на обучение и качества модели?
А) Сравнивать только время одного шага обучения без учёта конфигурации устройств.
Б) Зафиксировать разбиение данных, метрики и условия эксперимента, учитывая различия GPU, памяти и batch size.
В) Менять тестовую выборку между запусками ради получения одинаковой точности.
Г) Считать, что наличие GPU само по себе делает результаты более достоверными.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б | Б | А | Б |
| Компетенции | СПК-2 | СПК-2 | СПК-3 | СПК-3 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие проверки следует провести при подготовке совместных измерений low-cost и reference значений сенсора определения мелкодисперсных частиц (PM)?
А) Выявить пропуски и дубликаты.
Б) Проверить временной шаг и синхронизацию.
В) Без проверки удалить все высокие концентрации как выбросы.
Г) Оценить физическую правдоподобность значений и возможные сбои приборов.

2. Какие действия помогают получить достоверную оценку качества классификатора при малой выборке?
А) Разделять данные так, чтобы близкие изображения одного объекта не попадали и в train, и в test.
Б) Применять аугментацию независимо к обучающим изображениям после разделения данных.
В) Подбирать гиперпараметры непосредственно по независимому тесту.
Г) Учитывать дисбаланс классов и использовать подходящие метрики.

3. Что следует сохранить для воспроизводимого сравнения моделей LR, RF, XGBoost и MLP на разных вычислительных ресурсах?
А) Точные временные границы обучающего, валидационного и тестового периодов.
Б) Версии библиотек и конфигурации моделей.
В) Графики и таблицы результатов моделей.
Г) Параметры окружения, случайные состояния и результаты запусков.

4. Какие действия корректны при переносе обучения предобученной сети в PyTorch?
А) Согласовать предобработку изображений с требованиями предобученной модели.
Б) При замораживании backbone исключить его параметры из обновления оптимизатором.
В) Учитывать размер батча и доступную видеопамять.
Г) Считать, что случайное разделение почти одинаковых кадров обеспечивает независимый тест.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Б, Г | А, Б, Г | А, Б, В, Г | А, Б, В |
| Компетенции | СПК-2 | СПК-2 | СПК-3 | СПК-3 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите показатель оценки калибровки с его основным смыслом при одинаковом наборе наблюдений:

| | |
|---|---|
| А. RMSE<br>Б. MAE<br>В. MBE<br>Г. $R^2$ | 1. Средняя абсолютная ошибка.<br>2. Средняя ошибка со знаком (bias).<br>3. Доля вариации относительно константного базового прогноза, описываемая через коэффициент детерминации.<br>4. Корень из средней квадратической ошибки.<br>5. Коэффициент корреляции между признаками.<br>6. Максимальная абсолютная ошибка. |

2. Соотнесите проблему в эксперименте классификации изображений с наиболее обоснованным действием:

| | |
|---|---|
| А. Мало размеченных изображений;<br>Б. Сильно различается число объектов разных классов;<br>В. Ошибка train продолжает падать, а ошибка validation растет;<br>Г. Несколько снимков одного листа попадают в разные выборки. | 1. Групповое разделение по объектам.<br>2. Перенос обучения с предобученной сети.<br>3. Взвешенная функция потерь или сбалансированная выборка.<br>4. Регуляризация и контроль качества на валидации.<br>5. Увеличение числа эпох без контроля валидации.<br>6. Перемешивание тестовых меток. |

3. Соотнесите элемент эксперимента с его назначением:

| | |
|---|---|
| А. requirements.txt / environment.yml;<br>Б. random seed;<br>В. контроль аппаратной конфигурации;<br>Г. относительные пути и параметры расположения данных. | 1. Управление случайностью.<br>2. Переносимость между средами.<br>3. Фиксация программных зависимостей.<br>4. Описание ресурсов и проверка сопоставимости запусков.<br>5. Увеличение количества эпох обучения.<br>6. Удаление данных независимой проверки. |

4. Соотнесите компонент обучения CNN с ролью:

| | |
|---|---|
| А. Backbone;<br>Б. Классификационная голова;<br>В. DataLoader;<br>Г. Функция потерь. | 1. Формирует батчи и подаёт данные при обучении.<br>2. Извлекает признаки из изображений.<br>3. Преобразует признаки в оценки классов.<br>4. Задаёт критерий оптимизации параметров.<br>5. Определяет пространственное расположение вычислительных узлов.<br>6. Обеспечивает резервное копирование исходных данных. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А–4, Б–1, В–2, Г–3 | А–2, Б–3, В–4, Г–1 | А–3, Б–1, В–4, Г–2 | А–2, Б–3, В–1, Г–4 |
| Компетенции | СПК-2 | СПК-2 | СПК-3 | СПК-3 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите этапы независимой оценки калибровочных моделей:
А) Обучить модели и выбрать настройки только по train/validation;
Б) На отложенном test рассчитать метрики моделей и сравнить с raw baseline;
В) Определить непересекающиеся временные периоды train, validation и test;
Г) Получить предсказания выбранных моделей на отложенном test.

2. Расположите шаги эксперимента по переносу обучения:
А) Оценить итоговую модель на независимом тесте;
Б) Разделить изображения по независимым объектам/группам;
В) Подготовить предобработку и обучить голову модели на train;

Г) Выбрать гиперпараметры по validation.

3. Расположите шаги переноса эксперимента из Colab на вычислительный узел:
А) Выполнить контрольный прогон и сравнить результаты;
Б) Развернуть фиксированное окружение;
В) Сохранить зависимости, параметры и ссылки на данные;
Г) Настроить доступ к данным и выбранным ресурсам.

4. Расположите стадии воспроизводимого обучения CNN:
А) Сохранить модель, конфигурацию и метрики;
Б) Зафиксировать разделение выборки, seed и окружение;
В) Запустить обучение с контролем валидации;
Г) Инициализировать предобученную модель и настроить обучаемые параметры.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В, А, Г, Б | Б, В, Г, А | В, Б, Г, А | Б, Г, В, А |
| Компетенции | СПК-2 | СПК-2 | СПК-3 | СПК-3 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Для трех непересекающихся периодов совместных наблюдений датчика PM2.5 и референсного прибора предложите протокол калибровки и сравнения LR, Random Forest, XGBoost и MLP. Как проверить качество исходных данных, исключить утечку между временными периодами, оценить пользу температуры и влажности и сравнить модели на пиках загрязнения?

Ответ: Сначала исследователь проверяет формат и часовой пояс временных меток, пропуски, дубликаты, интервалы измерений и правдоподобность концентраций. Ряды low-cost и референсного прибора согласуются по времени и частоте усреднения; выбор трёх непересекающихся непрерывных периодов фиксируется до настройки моделей. Один период используется для обучения, второй — для выбора параметров, третий — только для независимого теста. На тестовом периоде сначала рассчитывают $R^2$, RMSE, MAE и MBE для исходных показаний (raw baseline). Затем при идентичных правилах разделения данных сравнивают линейную регрессию, Random Forest, XGBoost и MLP. Чтобы оценить вклад температуры и относительной влажности, сравнивают модели с набором признаков PM и PM+T+RH; допустима оценка permutation importance на валидации. Все преобразования, зависящие от данных, обучаются без доступа к тесту. На независимом тесте рассчитывают метрики, относительное улучшение относительно raw baseline и отдельные ошибки для пиковых концентраций по заранее установленному порогу. Итоговый выбор учитывает не только $R^2$, но и смещение, устойчивость, качество на пиках и сложность модели.
Критерии: корректность плана/выбора методов; контроль независимости оценки; интерпретация результатов и воспроизводимость.

Компетенции: СПК-2

**2.** Для классификации изображений растений доступно небольшое число размеченных объектов, по несколько изображений каждого, причем классы несбалансированны. Предложите эксперимент с переносом обучения CNN: подготовка выборки, выбор baseline, обучение, оценка качества и разбор типичных ошибок. Что должно быть одинаковым при сравнении моделей?

Ответ**:** Проводят проверку качества разметки, дубликатов и близких изображений, устанавливают принадлежность фотографий к исходным объектам. Разделение на обучение,

валидацию и независимый тест выполняют по объектам до аугментации, исключая попадание изображений одного листа в разные части данных. Начальная модель использует предобученную сверточную сеть с замороженным извлекателем признаков и обучаемой классификационной головой. При необходимости после выбора гиперпараметров сравнивают частичное дообучение извлекателя признаков с базовым вариантом. Аугментации применяют исключительно к обучающей выборке; дисбаланс учитывают, например, весами классов. Сравнение проводят на одинаковых разбиениях, с едиными правилами обработки и метриками: macro-F1, полнота отдельных классов и матрица ошибок. Тест используется только после окончательного выбора модели. В отчёте анализируются типовые ошибки и ограничения малого набора данных.
Критерии: корректность плана/выбора методов; контроль независимости оценки; интерпретация результатов и воспроизводимость.

Компетенции: СПК-2

**3.** Опишите, как подготовить переносимый интерактивный документ Jupyter Notebook с калибровкой сенсоров для воспроизводимого выполнения в Google Colab и на другой вычислительной среде с сопоставимыми ресурсами.

Ответ: Для переноса эксперимента создают интерактивный документ Jupyter Notebook с явно описанными входными данными, структурированными ячейками и параметризованными путями. Версии Python и библиотек сохраняют в requirements.txt либо environment.yml; фиксируют случайные состояния и границы обучающих, валидационных и тестовых периодов. На каждом вычислительном ресурсе документируют наличие CPU/GPU, доступную память и ограничения среды выполнения. Модели, конфигурации, таблицы метрик и графики сохраняют в указанные каталоги. После переноса в другую вычислительную среду с сопоставимыми ресурсами выполняют полный контрольный запуск и объясняют возможные небольшие расхождения результатов, например связанные с вычислениями на GPU.
Критерии: корректность плана/выбора методов; контроль независимости оценки; интерпретация результатов и воспроизводимость.

Компетенции: СПК-3

4. Предложите организацию экспериментов с предобученной CNN на ограниченной выборке в доступной гетерогенной вычислительной среде. Как выбирают ресурсы и сохраняют сопоставимость запусков?

Ответ: Для обучения на ограниченном количестве изображений формируют независимые по объектам выборки, фиксируют конфигурацию предобученной CNN, версии фреймворка и случайные состояния. Для обучения классификационной головы может быть достаточно CPU, а частичное дообучение большого извлекателя признаков рациональнее выполнять на GPU. При выборе ресурса учитывают размер изображения, объём оперативной и видеопамяти, размер батча, время доступного сеанса и поддержку операций. Сравнимость обеспечивают одинаковыми выборками, предобработкой, протоколом обучения и метриками. Сохраняют конфигурации, контрольные точки модели, кривые обучения, матрицы ошибок и итоговые показатели. После повторного запуска в другой конфигурации анализируют корректность вычислений и различия в производительности.
Критерии: корректность плана/выбора методов; контроль независимости оценки; интерпретация результатов и воспроизводимость.

Компетенции: СПК-3

**Разработчик ФОС:**

- кандидат технических наук, Ужинский А.В., по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне

# СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Семестр – 2
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 64 ч.
Из них
Лекций – 32 ч.
Семинаров – 32 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 44 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачёт

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-2**. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач. | **Знать** современные подходы к разработке и анализу сложности алгоритмов, методы распараллеливания вычислений.<br><br>**Уметь** разрабатывать и оптимизировать алгоритмы для решения задач большой размерности, характерные для анализа данных и математического моделирования.<br><br>**Владеть** навыками создания и верификации оригинального программного инструментария на основе новых математических методов для проведения вычислительных экспериментов. |
| **СПК-2**. Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современные суперкомпьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах. | **Знать** порядок организации крупномасштабного математического моделирования и обработки данных.<br><br>**Уметь** проводить работу с источниками информации для подготовки плана проекта крупномасштабного математического моделирования и обработки данных.<br><br>**Владеть** математическим аппаратом, вычислительными методами для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных. |

## 2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-2, СПК-2 | Работа на занятиях. Практические задания. |

**3. Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Работа на занятиях | Критерии оценивания работы обучающихся на практических занятиях |
| 2 | Практические задания | Перечень тем практических заданий по основным разделам дисциплины |
| 3 | Зачет | Комплект оценочных заданий для промежуточной аттестации |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. При построении линейной регрессионной модели исследователь обнаружил, что несколько наблюдений существенно отличаются от основной совокупности и сильно влияют на результаты аппроксимации.
Какой метод наиболее целесообразно применить для уменьшения влияния таких наблюдений без их автоматического исключения?
а) Обычный метод наименьших квадратов без изменения процедуры оценивания.
б) Робастную регрессию с использованием функции потерь Хьюбера.
в) Взвешенный метод наименьших квадратов с одинаковыми весами для всех наблюдений.
г) Полиномиальную регрессию с увеличением степени полинома.

2. Физическая величина измерялась многократно в одинаковых условиях. Получено n независимых измерений из одного распределения с конечной дисперсией. Вычислено выборочное стандартное отклонение s.
Как оценить стандартную статистическую неопределённость выборочного среднего?
а) s
б) s/n
в) s/√n
г) (x_max-x_min)/n

3. При обучении классификатора получена высокая точность на обучающей выборке, но значительно более низкая точность на проверочной выборке.
Какой подход наиболее целесообразно использовать для уменьшения переобучения?
а) Увеличить сложность модели, добиваясь максимальной точности на обучающей выборке.
б) Ограничить сложность модели или применить регуляризацию, контролируя качество на проверочных данных.
в) Включить проверочную выборку в обучающую и оценивать качество на объединённых данных.
г) Увеличить число итераций обучения, ориентируясь исключительно на ошибку обучающей выборки.

4. В физическом эксперименте регистрируется число частиц, попадающих в детектор за фиксированный промежуток времени. Предполагается, что частицы регистрируются независимо, а средняя интенсивность потока постоянна.
Какое вероятностное распределение наиболее естественно использовать для моделирования числа зарегистрированных частиц?
а) Нормальное распределение.
б) Равномерное распределение.
в) Распределение Пуассона.
г) Распределение Стьюдента.

5. При подборе параметров нелинейной регрессионной модели требуется минимизировать гладкую целевую функцию. Для неё можно вычислить градиент по параметрам модели.
Какой из перечисленных методов непосредственно использует информацию о градиенте?
а) Градиентный спуск.
б) Метод покоординатного поиска без вычисления производных.
в) Метод случайного поиска.
г) Метод полного перебора значений параметров по сетке.

6. В эксперименте по физике высоких энергий зарегистрирован большой массив событий, содержащих информацию об импульсах частиц. Объём данных превышает доступную оперативную память компьютера.
Как правильно построить гистограмму распределения импульсов по всему массиву данных без его полной загрузки в оперативную память?
а) Построить гистограмму только по первой части данных, которая помещается в оперативную память.
б) Построить гистограммы для отдельных частей данных с произвольными границами интервалов и непосредственно просуммировать значения соответствующих по номеру интервалов.
в) Выбрать небольшую случайную подвыборку событий и считать построенную по ней гистограмму точным распределением всех зарегистрированных событий.
г) Разделить данные на части, построить для каждой части гистограмму с одинаковыми границами интервалов и просуммировать количества событий в соответствующих интервалах.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | б | в | б | в | а | г |
| Компетенции | ОПК-2 | СПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

Инструкция: выберите все правильные варианты ответа. В каждом задании возможно несколько правильных ответов.

1. Исследователь разработал программу для определения параметров регрессионной модели.
Какие действия позволяют проверить корректность и надёжность её работы?
а) Изменять исходные данные до тех пор, пока результаты не совпадут с ожидаемыми значениями.
б) Считать отсутствие ошибок выполнения программы достаточным подтверждением правильности результатов.

в) Сравнить результаты с проверенной библиотечной реализацией на одинаковых исходных данных.
г) Проверить правильность вычисления целевой функции на простых тестовых примерах, для которых результат можно рассчитать вручную.
д) Проверить программу на искусственных данных с заранее известными параметрами модели.

2. При обработке экспериментальных данных необходимо обеспечить достоверность получаемых результатов.
Какие действия этому способствуют?
а) Проверка калибровки измерительного оборудования.
б) Анализ повторных измерений для оценки случайных погрешностей.
в) Автоматическое исключение всех измерений, отличающихся от среднего значения.
г) Учёт статистических и систематических неопределённостей при интерпретации результатов.
д) Предположение об отсутствии систематических погрешностей, если результаты повторных измерений близки друг к другу.

3. Исследователь использует Python для анализа экспериментальных данных. Необходимо построить регрессионную модель, определить её параметры и оценить качество полученной аппроксимации.
Какие действия являются правильными при решении этой задачи?
а) Использовать численные методы оптимизации для определения параметров регрессионной модели.
б) Сравнить значения, предсказанные регрессионной моделью, с экспериментальными данными.
в) Построить график экспериментальных данных и полученной регрессионной зависимости.
г) Считать регрессионную модель правильной, если программа выполнилась без ошибок.
д) Считать, что увеличение числа параметров регрессионной модели всегда улучшает качество её предсказаний на новых данных.

4. В ходе физического эксперимента получены две независимые выборки измерений импульсов частиц. Выборки содержат разное количество наблюдений.
Какие методы и подходы целесообразно использовать для сравнения этих выборок?
а) Построить нормированные гистограммы распределений импульсов для обеих выборок, используя одинаковые границы интервалов.
б) Сравнить абсолютные количества событий в соответствующих интервалах гистограмм без учёта различий в объёмах выборок.
в) Вычислить выборочные средние значения импульса и оценить их статистические неопределённости.
г) Считать распределения импульсов одинаковыми, если выборочные средние значения совпадают.

5. Исследователь сравнивает результаты двух серий экспериментальных измерений. Для проверки гипотезы о равенстве средних значений был применён подходящий статистический критерий. В результате получено p-значение, равное 0,03. Уровень статистической значимости заранее установлен равным 0,05.
Какие из следующих утверждений являются правильными?
а) Полученный результат является статистически значимым при выбранном уровне значимости.
б) Нулевую гипотезу о равенстве средних значений следует отвергнуть на уровне значимости 0,05.
в) Полученный результат доказывает, что вероятность истинности нулевой гипотезы составляет 3%.

г) Статистическая значимость результата сама по себе не означает, что обнаруженное различие имеет большое физическое значение.
д) Поскольку p-значение больше нуля, различие между средними значениями нельзя считать статистически значимым.

6. При обработке экспериментального сигнала исследователь использует методы частотного анализа и сглаживания.
Какие утверждения являются верными?
а) Преобразование Фурье автоматически устраняет все систематические погрешности измерений.
б) Быстрое преобразование Фурье может использоваться для определения частотных составляющих сигнала.
в) Знание только амплитудного спектра Фурье всегда достаточно для однозначного восстановления исходного сигнала.
г) Вейвлет-преобразование позволяет исследовать особенности сигнала, локализованные во времени.
д) Сглаживание может уменьшить случайные высокочастотные колебания, но одновременно ослабить кратковременные особенности сигнала.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | в, г, д | а, б, г | а, б, в | а, в | а, б, г | б, г, д |
| Компетенции | ОПК-2 | СПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите задачу анализа экспериментальных данных (левый столбец) с наиболее подходящим математическим методом (правый столбец).

| Задача | Метод |
|---|---|
| 1. Определить линейную зависимость между двумя измеряемыми величинами.<br>2. Разделить объекты на группы по сходству их характеристик без заранее известных меток классов.<br>3. Определить основные частоты колебаний экспериментального сигнала.<br>4. Определить класс нового объекта на основе ранее размеченных данных. | А. Быстрое преобразование Фурье.<br>Б. Метод k-средних.<br>В. Метод главных компонент.<br>Г. Линейная регрессия.<br>Д. Метод опорных векторов. |

2. Соотнесите задачу анализа экспериментальных данных с наиболее подходящим способом их графического представления.

| Задача | Способ представления |
|---|---|
| 1. Исследовать распределение измеренных значений энергии частиц.<br>2. Проследить изменение измеряемой величины во времени.<br>3. Представить результаты измерений с указанием их статистических неопределённостей.<br>4. Исследовать зависимость одной измеряемой величины от другой. | А. График временного ряда.<br>Б. Диаграмма Венна.<br>В. Диаграмма рассеяния.<br>Г. График измеренных значений с планками погрешностей.<br>Д. Гистограмма.<br>Е. Диаграмма Ганта. |

3. Соотнесите задачу статистического анализа с наиболее подходящей библиотекой Python.

| Задача | Библиотека |
|---|---|
| 1. Выполнение математических операций над числовыми массивами.<br>2. Численное определение параметров модели путём минимизации целевой функции.<br>3. Работа с таблицами экспериментальных данных.<br>4. Обучение модели машинного обучения для классификации объектов. | А. Matplotlib<br>Б. NumPy<br>В. SymPy<br>Г. Scikit-learn<br>Д. SciPy<br>Е. Pandas |

4. Соотнесите описание ситуации с соответствующим типом погрешности или проблемы в экспериментальных данных.

| Ситуация | Тип погрешности или проблемы |
|---|---|
| 1. Измерительный прибор постоянно завышает результаты из-за неправильной настройки.<br>2. При повторных измерениях одной физической величины наблюдается случайный разброс результатов.<br>3. При ручном вводе результата вместо числа 13 ошибочно записано число 103.<br>4. Для одного из зарегистрированных событий измеренное значение отсутствует. | А. Случайная погрешность.<br>Б. Ошибка ввода данных.<br>В. Ошибка визуального восприятия.<br>Г. Пропущенное значение.<br>Д. Систематическая погрешность. |

5. Соотнесите задачу регрессионного анализа с наиболее подходящим методом её решения.

| Задача | Метод |
|---|---|
| 1. Аппроксимировать экспериментальные данные линейной функцией при одинаковой дисперсии независимых ошибок измерений.<br>2. Выполнить линейную аппроксимацию, учитывая различия в известных погрешностях измеренных значений.<br>3. Уменьшить влияние отдельных аномальных наблюдений на результат регрессионного анализа.<br>4. Подобрать параметры модели, нелинейно зависящей от этих параметров. | А. Метод главных компонент.<br>Б. Робастная регрессия.<br>В. Взвешенный метод наименьших квадратов.<br>Г. Кластеризация методом k-средних.<br>Д. Нелинейный метод наименьших квадратов.<br>Е. Обычный метод наименьших квадратов. |

6. Соотнесите задачу статистической обработки экспериментальных данных с наиболее подходящим методом её решения.

| Задача | Метод |
|---|---|
| 1. Оценить среднее значение физической величины по результатам измерений.<br>2. Определить интервал, характеризующий неопределённость оценки неизвестного параметра распределения при заданном уровне доверия.<br>3. Проверить предположение о равенстве средних значений физической величины в двух независимых выборках.<br>4. Определить частотные составляющие экспериментального сигнала. | А. Преобразование Фурье<br>Б. Метод квартилей<br>В. Проверка статистических гипотез<br>Г. Кросс-валидация<br>Д. Вычисление выборочного среднего<br>Е. Вычисление доверительного интервала |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1–Г, 2–Б, 3–А, 4–Д | 1–Д, 2–А, 3–Г, 4–В | 1–Б, 2–Д, 3–Е, 4–Г | 1–Д, 2–А, 3–Б, 4–Г | 1–Е, 2–В, 3–Б, 4–Д | 1–Д, 2–Е, 3–В, 4–А |
| Компетенции | ОПК-2 | СПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

Инструкция: расположите предложенные действия в логически правильной последовательности. Запишите ответ в виде последовательности букв.

1. Исследователь хочет построить регрессионную модель, описывающую зависимость одной экспериментально измеренной величины от другой.
Расположите основные этапы регрессионного анализа в правильной последовательности.
А. Определить параметры регрессионной модели путём минимизации выбранной целевой функции.
Б. Сравнить значения, предсказанные моделью, с экспериментальными данными и оценить качество аппроксимации.
В. Выбрать вид регрессионной модели и определить целевую функцию.
Г. Подготовить экспериментальные данные для построения регрессионной модели.

2. Исследователь получил набор экспериментальных измерений физической величины и хочет определить её среднее значение и статистическую неопределённость.
Расположите этапы обработки экспериментальных данных в правильной последовательности.
А. Вычислить выборочное среднее значение и оценить его статистическую неопределённость.
Б. Проверить исходные данные на наличие пропущенных и ошибочно записанных значений.
В. Загрузить результаты экспериментальных измерений.
Г. Представить полученные результаты и сформулировать выводы с учётом статистической неопределённости.

3. Исследователь использует алгоритм машинного обучения для классификации экспериментальных данных.
Расположите основные этапы обучения и оценки качества классификатора в правильной последовательности.
А. Оценить качество классификации, сравнив предсказанные классы с известными правильными ответами для тестовой выборки.
Б. Обучить классификатор на обучающей выборке.
В. Разделить исходные размеченные данные на обучающую и тестовую выборки.
Г. Применить обученный классификатор к тестовой выборке и получить предсказания.

4. Исследователю необходимо выполнить статистическую обработку большого массива экспериментальных измерений. Для решения задачи он планирует использовать существующие численные методы и программные средства.
Расположите этапы подготовки и выполнения статистической обработки в логически правильной последовательности.
А. Применить выбранный статистический метод для обработки полного массива экспериментальных данных.
Б. Изучить доступные источники информации о статистических методах, подходящих для решения поставленной задачи.
В. Проверить работу выбранного метода на небольшом наборе экспериментальных данных.

Г. Выбрать подходящий статистический метод и программные средства для его реализации.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Г, В, А, Б | В, Б, А, Г | В, Б, Г, А | Б, Г, В, А |
| Компетенции | ОПК-2 | СПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Исследователь получил экспериментальные данные, описывающие зависимость одной физической величины от другой. Предполагается, что зависимость является линейной.

Вопрос. Как можно определить параметры линейной зависимости по экспериментальным данным? Назовите подходящий математический метод и объясните, как проверить качество полученной аппроксимации.

Пример правильного ответа. Для определения параметров линейной зависимости можно использовать метод наименьших квадратов. Он позволяет найти параметры модели, минимизирующие сумму квадратов отклонений экспериментальных значений от предсказаний модели. Для проверки качества аппроксимации можно построить график экспериментальных данных вместе с полученной прямой и оценить величины отклонений экспериментальных значений от модели.

Критерии оценивания:
- Назван метод наименьших квадратов или другой подходящий метод оценки параметров линейной регрессии.
- Правильно объяснён основной принцип выбранного метода.
- Предложен корректный способ проверки качества аппроксимации.

Компетенции: ОПК-2

2. В эксперименте по физике высоких энергий зарегистрировано большое количество событий, для каждого из которых измерен импульс частицы.

Вопрос. Какие статистические характеристики и способы представления данных можно использовать для исследования распределения импульсов частиц? Объясните, какую информацию они позволяют получить.

Пример правильного ответа. Для исследования распределения импульсов можно построить гистограмму, которая показывает, как часто встречаются значения импульса в различных интервалах. Можно вычислить выборочное среднее значение импульса и стандартное отклонение. Среднее характеризует центральное значение измеренной величины, а стандартное отклонение – разброс значений относительно среднего. Для оценки точности определения среднего можно также рассчитать его статистическую неопределённость.

Критерии оценивания:
- Назван хотя бы один корректный способ представления распределения экспериментальных данных.
- Названы подходящие статистические характеристики.
- Правильно объяснено назначение хотя бы двух предложенных характеристик или способов анализа.

Компетенции: СПК-2

**Разработчик ФОС:**

- кандидат технических наук, Ужинский А.В., по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат физико-математических наук, Айриян А.С.

# СТРУКТУРЫ И АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Семестр – 2
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 64 ч.
Из них
Лекций – 32 ч.
Семинаров – 32 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 44 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **УК-3.** Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта. | **Знать** основные инновационные достижения современной прикладной математики и информатики.<br><br>**Уметь** разрабатывать проект решения научной задачи, анализировать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных результатов; определять целевые этапы и основные объемы работ.<br><br>**Владеть** навыками разработки и реализации научных проектов в области современной прикладной математики и информатики, методами оценки эффективности проекта, а также потребности в ресурсах. |
| **СПК-2.** Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современные суперкомпьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах. | **Знать** порядок организации крупномасштабного математического моделирования и обработки данных.<br><br>**Уметь** проводить работу с источниками информации для подготовки плана проекта крупномасштабного математического моделирования и обработки данных.<br><br>**Владеть** математическим аппаратом, вычислительными методами для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | УК-3, СПК-2 | Проверочные тесты. Экзамен по дисциплине. |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Проверочные тесты | Тестовые задания |
| 2 | Экзамен | Типовые задания |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Какой из следующих алгоритмов сортировки является адаптивным?
   А) пузырьковая;
   Б) поиском;
   В) вставкой;
   Г) быстрая.

2. Какой из следующих алгоритмов сортировки не является квадратичным в худшем случае?
   А) быстрая;
   Б) пузырьковая;
   В) вставкой;
   Г) слиянием.

3. Каким алгоритмом поиска мы пользуемся при поиске в бумажном телефонном справочнике номера телефона абонента по его фамилии?
   А) интерполяционным;
   Б) двоичным;
   В) линейным;
   Г) случайным.

4. Что такое реструктуризация хеш-таблицы?
   А) упорядочивание записей;
   Б) перенос записей в массив большего размера;
   В) удаление пустых ячеек;
   Г) удаление неиспользуемых записей.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В | Г | А | Б |
| Компетенции | УК-3 | УК-3 | СПК-2 | СПК-2 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие из следующих алгоритмов сортировки являются устойчивыми?
   А) пузырьковая;
   Б) поиском;

В) вставкой;
Г) быстрая.

2. Какие из следующих операций над списками, при реализации их массивами, в худшем случае выполняются за линейное время относительно длины списка?

А) вставка элемента в начало списка;
Б) вставка элемента в конец списка;
В) удаление элемента из конца списка;
Г) удаление элемента из начала списка.

3. Какие из следующих строк являются префиксами строки СТРУКТУРА?

А) СТР
Б) ТРУ
В) УРА
Г) С

4. Рассмотрим хеш-функцию H(k) = k mod 7. Какие из следующих ключей образуют коллизии с ключом k = 35?

А) 14
Б) 41
В) 63
Г) 98

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, В | А, Г | А, Г | А, В, Г |
| Компетенции | УК-3 | УК-3 | СПК-2 | СПК-2 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Сопоставьте алгоритм и его сложность (в худшем случае).

| | |
|---|---|
| А) двоичный поиск;<br>Б) линейный поиск;<br>В) сортировка вставкой. | 1) $n^2$<br>2) log(n)<br>3) $n^3$<br>4) n |

2. Сопоставьте алгоритм поиска элемента в структуре данных и его сложность (в среднем).

| | |
|---|---|
| А) неупорядоченный массив;<br>Б) двоичное дерево поиска;<br>В) хеш-таблица. | 1) O(1)<br>2) O(log(n))<br>3) O(n)<br>4) $O(n^2)$ |

3. Сопоставьте точки (заданные координатами x и y) и расстояния от них до точки P = (1, 1), вычисленные в манхэттенской метрике.

| | |
|---|---|
| А) (2, 2)<br>Б) (-2, 1)<br>В) (5, 0) | 1) 1<br>2) 5<br>3) 2<br>4) 3 |

4. Сопоставьте алгоритм и решаемую им задачу.

| | |
|---|---|
| А) алгоритм Дейкстры;<br>Б) алгоритм Прима;<br>В) алгоритм Джарвиса. | 1) построение минимального остовного дерева;<br>2) построение кратчайшего пути в графе;<br>3) построение минимальной выпуклой оболочки;<br>4) поиск строки в тексте. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А-2, Б-4, В-1 | А-3, Б-2, В-1 | А-3, Б-4, В-2 | А-2, Б-1, В-3 |
| Компетенции | УК-3 | УК-3 | СПК-2 | СПК-2 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите функции по возрастанию их асимптотической сложности.

А) $n$
Б) $\log(n)$
В) $\log^2(n)$
Г) $n^2$

2. Расположите строки в порядке их лексикографического возрастания.

А) aa
Б) bbb
В) bacc
Г) bb

3. Расположите в порядке возрастания сложности (в среднем) алгоритмы решения задачи о сумме элементов подмножества.

А) алгоритм полного перебора;
Б) алгоритм перебора с возвратом;
В) жадный алгоритм.

4. Расположите двоичные строки в порядке возрастания расстояния от них до строки 11010. Расстояние между строками вычисляется по Хеммингу.

А) 11011
Б) 11010
В) 00010

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, В, А, Г | А, В, Г, Б | В, Б, А | Б, А, В |
| Компетенции | УК-3 | УК-3 | СПК-2 | СПК-2 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Укажите все вхождения (сдвиги) строки *dcd* в тексте *aadcdcdaadcda*. Нумерация символов в строках начинается с нуля.
Ответ: 2, 4, 9
Компетенция: УК-3

2. Укажите длину максимальной повторяющейся подстроки в строке *babcxbxbxbx*.
Повторяющиеся подстроки могут перекрываться.
Ответ: 5
Компетенция: УК-3

3. Чему равно редакторское расстояние между строками AA и TAG?
Ответ: 2
Компетенция: СПК-2

4. В изначально пустое двоичное дерево поиска вставляются ключи в следующем порядке: 5, 1, 0, 3, 4, 2. Чему равна высота построенного дерева (высота пустого дерева равна 0, высота дерева из одного узла равна 1)?
Ответ: 4
Компетенция: СПК-2

**Разработчики ФОС:**

- кандидат физико-математических наук, Ершов Н.М., старший научный сотрудник факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ
- Полуян С.В., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# МОДЕЛИ КОМПЬЮТИНГА ДЛЯ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ КРУПНЫХ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ

Семестры – 2
Зачетных единиц – 2
Общая трудоемкость – 72 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 32 ч.
Из них
Лекций – 32 ч.
Семинаров –
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 40 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачет

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-2.** Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач | Знать современные подходы к разработке и анализу сложности алгоритмов, методы распараллеливания вычислений.<br><br>Уметь разрабатывать и оптимизировать алгоритмы для решения задач большой размерности, характерные для анализа данных и математического моделирования.<br><br>Владеть навыками создания и верификации оригинального программного инструментария на основе новых математических методов для проведения вычислительных экспериментов. |
| **СПК-2.** Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современные суперкомпьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах | Знать порядок организации крупномасштабного математического моделирования и обработки данных.<br><br>Уметь проводить работу с источниками информации для подготовки плана проекта крупномасштабного математического моделирования и обработки данных.<br><br>Владеть математическим аппаратом, вычислительными методами для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных. |

## 2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-2, СПК-2 | Контрольные опросы<br>Работа на занятиях<br>Итоговый зачет |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Контрольные опросы | Перечень вопросов |
| 2 | Зачет | Список вопросов для подготовки к зачету |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. При анализе вычислительной сложности цепочки обработки данных эксперимента CMS для HL-LHC учитывается, что среднее число наложенных взаимодействий (pileup) в событии возрастает с 62 до 150–200. Время выполнения каких этапов обработки одного события при этом не изменяется?
А. Генерации событий (GEN) и моделирования прохождения частиц через детектор (SIM).
Б. Оцифровки сигналов детектора (DIGI) и реконструкции (RECO).
В. Реконструкции (RECO) и производства формата MiniAOD.
Г. Ни одного: время всех этапов растёт линейно с числом наложенных взаимодействий.

2. При валидации программы реконструкции, собранной сразу для нескольких микроархитектур процессоров, результаты одного и того же задания на разных узлах различаются на уровне отдельных битов. Какой вывод и способ проверки соответствуют подходу, принятому в CMS?
А. Различия указывают на ошибку в коде; необходимо добиться побитового совпадения результатов на всех узлах.
Б. Различия допустимы, так как связаны с особенностями микроархитектур и неассоциативностью операций с плавающей точкой; результаты сравниваются статистически.
В. Различия вызваны сжатием выходных данных; для проверки нужно отключить сжатие и повторить сравнение побитово.
Г. Различия устраняются переходом к однопоточному выполнению, поэтому многопоточные версии программы не подлежат валидации.

3. Вычислительный центр университета, входящий в WLCG, располагает значительными процессорными мощностями, ограниченным дисковым пространством и не имеет ленточного архива. Какие задачи в иерархической модели компьютинга CMS соответствуют такому центру?
А. Приём RAW-данных от системы сбора данных, их архивирование на ленту и первичная реконструкция.
Б. Хранение архивной копии части RAW-данных и полной копии AOD, повторная реконструкция данных.
В. Моделирование методом Монте-Карло, калибровочные исследования и пользовательский анализ.

Г. Онлайн-отбор событий программным триггером высокого уровня (HLT).

4. В модели компьютинга CMS для HL-LHC одна полная копия RAW-данных хранится на ленте в ЦЕРН, а для части данных создаётся вторая копия на лентах сайтов Tier-1. Почему вторая копия особенно важна для наборов данных с низкой частотой триггера?
А. Такие наборы переобрабатываются чаще остальных, и вторая копия нужна для их постоянного хранения на диске.
Б. Такие наборы не реконструируются в режиме prompt и поэтому хранятся только на лентах Tier-1.
В. RAW-данные таких наборов хранятся на дисках Tier-0, и лента Tier-1 служит для них единственным архивом.
Г. Такие наборы занимают малое число ленточных картриджей, поэтому потеря одного картриджа означает потерю значительной доли набранной для них светимости.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А | Б | В | Г |
| Компетенции | ОПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 | СПК-2 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие приёмы используются в CMS при разработке форматов данных для сокращения объёма хранимых событий и повышения эффективности их последующей обработки? Выберите все правильные ответы.
А. Хранение измеренных величин с пониженной точностью, согласованной с разрешением детектора («упаковка» объектов).
Б. Отказ от сжатия данных при записи, поскольку сжатие всегда замедляет последующий анализ.
В. Исключение информации, не требующейся для физического анализа, с сохранением только высокоуровневых физических объектов.
Г. Постоянное хранение полного набора RECO для каждого события, чтобы избежать повторной реконструкции.
Д. Представление данных для анализа в виде плоских массивов в колоночном формате.

2. При производстве смоделированных данных в CMS шаги GEN, SIM, DIGI, HLT, RECO и производство MiniAOD выполняются последовательно на одной машине в рамках одного задания (StepChain). Какие утверждения о последствиях такой организации вычислений верны? Выберите все правильные ответы.
А. Время выполнения шагов GEN и SIM начинает зависеть от числа наложенных взаимодействий.
Б. Отпадает необходимость передавать и хранить промежуточные наборы данных между шагами.
В. Существенно сокращаются локальные и межсайтовые передачи данных.
Г. Возрастает использование локального временного дискового пространства узла.
Д. События минимального смещения для моделирования наложенных взаимодействий больше не требуются.

3. Какие функции выполняет Tier-0 (ЦЕРН) в иерархической модели компьютинга CMS в составе WLCG? Выберите все правильные ответы.
А. Приём RAW-данных от системы сбора данных и триггера и их переупаковка в первичные наборы данных.
Б. Архивирование RAW-данных на ленту и распределение наборов данных по сайтам Tier-1.

В. Хранение полной копии AOD и основная часть массового моделирования методом Монте-Карло.
Г. Первичная (prompt) калибровка и реконструкция данных.
Д. Предоставление основной части ресурсов для анализа данных конечными пользователями.

4. Какие свойства, согласно определению Я. Фостера и К. Кессельмана, характеризуют грид как модель распределённых вычислений? Выберите все правильные ответы.
А. Координация использования ресурсов при отсутствии централизованного управления этими ресурсами.
Б. Размещение всех вычислительных ресурсов в одном центре обработки данных с единым администрированием.
В. Использование стандартных, открытых, универсальных протоколов и интерфейсов.
Г. Обеспечение высокого качества обслуживания.
Д. Предоставление ресурсов исключительно в виде виртуальных машин, создаваемых по запросу пользователя.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, В, Д | Б, В, Г | А, Б, Г | А, В, Г |
| Компетенции | ОПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 | СПК-2 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между этапами обработки данных в модели компьютинга CMS и их содержанием. В столбце Б есть лишние варианты.

| Столбец А — этап | Столбец Б — содержание |
|---|---|
| А. Генерация событий<br>Б. Моделирование детектора<br>В. Реконструкция<br>Г. Анализ | 1. Перевод электронных сигналов (экспериментальных или смоделированных) в физические объекты: частицы, треки, вершины, кластеры энергии.<br>2. Получение событий столкновений с помощью Монте-Карло-генераторов, разработанных теоретическим сообществом.<br>3. Переупаковка потоковых файлов в формат RAW и разбиение данных на первичные наборы.<br>4. Сокращение объёма результатов реконструкции до величин, необходимых для конкретного измерения, и сведение их к гистограммам.<br>5. Моделирование энерговыделения частиц в веществе детектора в магнитном поле с учётом электронных сигналов и наложенных взаимодействий.<br>6. . Восстановление исходных сигналов детектора по данным формата NanoAOD. |

2. Установите соответствие между программно-алгоритмическими решениями, применяемыми в CMS для использования гетерогенных вычислительных ресурсов, и задачами, которые они решают. В столбце Б есть лишние варианты.

| Столбец А — решение | Столбец Б — решаемая задача |
|---|---|
| А. Планирование задач на основе oneTBB в программном каркасе CMSSW. | 1. Снижение накладных расходов на вызовы GPU API и синхронизацию потоков CPU.<br>2. Разрешение конфликтов между требованиями сторонних |

| | |
|---|---|
| Б. Библиотека переносимости Alpaka<br>В. Вынесение кода, использующего ускорители, в отдельные процессы или сервисы (SONIC)<br>Г. Объединение данных нескольких событий в одну операцию на GPU | библиотек и фреймворков ML-инференса к версиям ПО в едином программном стеке.<br>3. Полное устранение различий в результатах, вызванных неассоциативностью операций с плавающей точкой.<br>4. Параллельное выполнение модулей с учётом зависимостей по данным на многоядерных узлах.<br>5. Поддержка единого исходного кода алгоритмов для ускорителей разных производителей.<br>6. Уменьшение размера RAW-событий при переупаковке на Tier-0. |

3. Установите соответствие между форматами (уровнями) данных эксперимента CMS и их описанием. В столбце Б есть лишние варианты.

| **Столбец А — формат данных** | **Столбец Б — описание** |
|---|---|
| А. RAW<br>Б. AOD<br>В. MiniAOD<br>Г. NanoAOD | 1. Плоские массивы в колоночном формате ROOT объёмом порядка нескольких килобайт на событие; наиболее используемый формат для физического анализа.<br>2. Данные детектора после онлайн-форматирования, включающие информацию триггеров L1T и HLT.<br>3. Полный набор коллекций физических объектов, получаемый при реконструкции; обычно не записывается для постоянного хранения.<br>4. Высокоуровневые объекты после калибровки уровня анализа и «упакованные кандидаты»; подходит для большинства анализов, но не допускает полной переобработки.<br>5. Набор гистограмм для контроля качества данных<br>6. Полностью реконструированная информация (вершины, треки, кластеры энергии), достаточная для повторной реконструкции и уточнения калибровок. |

4. Установите соответствие между компонентами многоуровневой системы хранения данных Многофункционального информационно-вычислительного комплекса (МИВК) ОИЯИ и их назначением. В столбце Б есть лишние варианты.

| **Столбец А — компонент** | **Столбец Б — назначение** |
|---|---|
| А. AFS<br>Б. dCache<br>В. EOS<br>Г. Ленточные роботизированные системы | 1. Долговременное хранение больших объёмов данных экспериментов CMS, BM@N, MPD, SPD, JUNO.<br>2. Хранение «горячих» данных с наибольшей скоростью доступа на суперкомпьютере «Говорун».<br>3. Распределённая глобальная система для хранения домашних каталогов пользователей и программного обеспечения.<br>4. Хранилище больших объёмов данных на средний срок, распространённое на все ресурсы МИВК и используемое BM@N, MPD, SPD, Baikal-GVD.<br>5. Хранение ограниченных объёмов временных файлов пользователей и операционной системы.<br>6. Традиционная для грид-сайтов МИВК система хранения больших объёмов данных (в основном экспериментов LHC) на средний срок. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А–2, Б–5, В–1, Г–4 | А–4, Б–5, В–2, Г–1 | А–2, Б–6, В–4, Г–1 | А–3, Б–6, В–4, Г–1 |
| Компетенции | ОПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 | СПК-2 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите этапы цепочки моделирования данных эксперимента методом Монте-Карло в правильной последовательности.
А. Реконструкция физических объектов по смоделированным сигналам детектора.
Б. Генерация событий физических процессов в точке столкновения генератором Монте-Карло.
В. Моделирование прохождения частиц через вещество детектора (GEANT4).
Г. Моделирование электронного отклика детектора (оцифровка) с добавлением наложенных взаимодействий.

2. Расположите этапы статистической проверки наблюдаемого избытка событий над фоном в правильной последовательности.
А. Сравнить p-value с выбранным уровнем значимости и решить, отвергается ли нуль-гипотеза.
Б. Сформулировать нуль-гипотезу, согласно которой данные описываются только фоновыми процессами.
В. Квалифицировать результат как «свидетельство» (3σ) или «открытие» (5σ) в зависимости от достигнутой значимости.
Г. Вычислить p-value — вероятность того, что флуктуация фона достигнет наблюдаемого значения или превысит его.

3. Расположите этапы обработки данных CMS на Tier-0 в правильной последовательности.
А. Первичная (prompt) реконструкция RAW-данных с использованием условий, полученных в цикле быстрой калибровки (PCL).
Б. Поступление данных из экспериментального зала (P5) в виде потоковых (streamer) файлов.
В. Получение производных форматов AOD, MiniAOD и NanoAOD.
Г. Переупаковка в формат RAW с разбиением на первичные наборы данных и экспресс-обработка для калибровки и мониторинга.

4. Расположите уровни многоуровневой системы отбора и обработки событий эксперимента физики высоких энергий в порядке прохождения через них потока данных.
А. Промежуточный отбор на встроенных процессорах.
Б. Запись отобранных событий и их офлайн-анализ в распределённой вычислительной инфраструктуре.
В. Аппаратный отбор специализированной электроникой по грубым порогам на данных детектора.
Г. Программный отбор на ферме серийных процессоров на основе реконструкции физических объектов и топологии события.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, В, Г, А | Б, Г, А, В | Б, Г, А, В | В, А, Г, Б |
| Компетенции | ОПК-2 | ОПК-2 | СПК-2 | СПК-2 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. При переходе к HL-LHC среднее число наложенных взаимодействий в событии CMS возрастает с 62 до 150–200, а время реконструкции одного события увеличивается примерно с 315 до 1 075–1 728 HS23-секунд (HS23-секунда – это единица измерения объёма вычислительной работы, эквивалент одной секунде счёта на процессоре с единичной производительностью по шкале HS-23), тогда как время генерации и моделирования детектора не меняется. Объясните, почему рост числа наложений по-разному влияет на этапы обработки, и предложите направления совершенствования алгоритмов и программного обеспечения реконструкции, позволяющие удержать вычислительные затраты в пределах доступных ресурсов. Укажите, как следует проверять корректность результатов при выполнении кода на разных архитектурах (CPU разных микроархитектур, GPU).

Ответ: Наложения входят в цепочку начиная с DIGI, поэтому GEN и SIM от них не зависят, а время RECO растёт из-за загрузки детектора; направления: многопоточность и параллельная обработка событий и модулей, перенос алгоритмов на GPU с помощью переносимых библиотек, пакетная обработка, методы машинного обучения; проверка: статистическое сравнение результатов, поскольку побитовое совпадение недостижимо из-за различий архитектур и неассоциативности операций с плавающей точкой

Компетенции: ОПК-2

2. В CMS число необходимых полностью смоделированных событий оценивается по формуле $N = K + S' \cdot L$, где K — фиксированное число событий, $S'$ — число событий на единицу интегральной светимости, L — интегральная светимость, причём для HL-LHC $S'$ увеличивается из-за событий с отрицательными весами в генераторах следующего за ведущим порядка (NLO). Объясните смысл слагаемых формулы и почему объём моделирования является одним из определяющих входных параметров модели компьютинга. Предложите алгоритмические и программные подходы к снижению вычислительной стоимости моделирования и укажите, какие риски для качества физических результатов они несут.

Ответ: K — события для исследований сигнала и детектора, не зависящие от набранных данных; $S' \cdot L$ — рост объёма моделирования пропорционально данным для сохранения статистической точности; отрицательные веса увеличивают требуемое число событий; моделирование — один из основных потребителей ресурсов; подходы: StepChain, быстрое параметризованное и ML-моделирование детектора, снижение доли событий с отрицательными весами, генерация наложений «на лету»; риски: снижение точности описания отклика детектора и необходимость валидации относительно полного моделирования

Компетенции: ОПК-2

3. Предложите модель компьютинга для эксперимента на ускорительном комплексе NICA (например, MPD или SPD) с использованием инфраструктуры ОИЯИ. Опишите распределение функций по уровням (приём и первичная обработка данных, долговременное хранение, моделирование и анализ), политику хранения данных разных форматов на дисках и лентах, роль сети, а также способ объединения разнородных ресурсов (грид-сайты, облако, суперкомпьютер) в единую среду.

Ответ: Иерархия уровней по образцу WLCG (Tier-0/1/2) с обоснованным распределением функций; многоуровневое хранение («горячие», «тёплые», «холодные» данные: Lustre, EOS, лента), RAW — на ленту, форматы для анализа — на диск; сеть как третья основа компьютинга наряду с обработкой и хранением; объединение Tier-1, Tier-2, облака и суперкомпьютера «Говорун» в распределённую среду на основе DIRAC (как при обработке данных BM@N Run 8)

Компетенции: СПК-2

4. Сравните модели распределённых вычислений Grid, Cloud и HPC применительно к обработке данных проектов класса мегасайенс. Для каждой модели укажите сильные стороны и ограничения и приведите задачи, для которых она предпочтительна, используя примеры инфраструктуры WLCG и ОИЯИ. Объясните, какие проблемы возникают при включении HPC-центров в производственную обработку данных эксперимента.

Ответ: Grid — координация ресурсов многих организаций без централизованного управления по открытым протоколам, массовая обработка и хранение (WLCG, Tier-1 и Tier-2 ОИЯИ); Cloud — гибкое предоставление ресурсов и сервисов по запросу (облачная инфраструктура ОИЯИ для JUNO, Baikal-GVD, NOvA); HPC — высокая производительность и ускорители для ресурсоёмких расчётов (решёточная КХД, NICA на «Говоруне»); проблемы HPC: планирование заданий, отсутствие выделенного массового хранилища, гетерогенность архитектур

Компетенции: СПК-2

**Разработчик ФОС:**

- доктор технических наук, Кореньков В.В., по совместительству профессор филиала МГУ в г. Дубне

# РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Семестр — 2
Зачётных единиц — 3
Общая трудоёмкость — 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка — 64 ч.
Из них
Лекций — 32 ч.
Семинаров — 32 ч.
Практических занятий —
Самостоятельная работа студента — 44 ч.
Форма промежуточной аттестации — экзамен

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-4.** Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности. | **Знать** спектр современных информационно-коммуникационных технологий (облачные сервисы, ИИ-инструменты, аналитические платформы), применимых в своей сфере.<br><br>**Уметь** эффективно использовать современные ИКТ, включая облачные сервисы и суперкомпьютерные центры; применять базовые методы шифрования и безопасной передачи данных.<br><br>**Владеть** методами разработки и развёртывания ПО в гетерогенных средах; навыками настройки безопасной программно-аппаратной среды для научных расчётов. |
| **ПК-3.** Способен готовить отдельные документы, связанные с проводимой научно-исследовательской работой. | **Знать** стандарты оформления разделов научно-технического отчёта, посвящённых математическому аппарату, алгоритмам и результатам тестирования ПО.<br><br>**Уметь** готовить научные отчёты, аналитические справки по результатам этапов работы, оформлять листинги кода и протоколы экспериментов.<br><br>**Владеть** навыками подготовки фрагментов публикаций и отчётов, содержащих формальное описание разработанных моделей, методов и полученных результатов. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания знаний, умений и навыков | Оценочные средства текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-4, ПК-3 | Контрольные опросы<br>Проверочные тесты<br>Экзамен |

**3. Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Контрольные опросы | Перечень тем устного опроса |
| 2 | Проверочные тесты | ФОС |
| 3 | Экзамен | Перечень вопросов для подготовки к экзамену |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

Выберите единственный вариант, полностью удовлетворяющий условиям задачи. В обосновании укажите решающее техническое отличие и объясните, почему хотя бы одна альтернатива не подходит.

1. Исследовательской группе на предоставляемой провайдером инфраструктуре нужны две независимо администрируемые среды — с Linux и Windows Server. Группа должна выбирать гостевые ОС, устанавливать системные библиотеки и обновления, менять конфигурации виртуальных процессоров и дисков. Какое решение наилучшим образом обеспечивает такое распределение ответственности?

А. Управляемый сервис контейнеров: группа задаёт образы приложений и лимиты CPU/RAM, но использует ядра ОС, предоставленные узлами платформы.
Б. IaaS с двумя виртуальными машинами: провайдер управляет физическим уровнем и гипервизором, группа — гостевыми ОС и программным окружением.
В. PaaS с двумя независимыми средами выполнения: группа развёртывает приложения, но системное окружение и обновления ОС контролирует провайдер.
Г. Аренда выделенного сервера, на котором группа сама устанавливает гипервизор, настраивает виртуальную инфраструктуру и затем создаёт две ВМ.

Ответ: Б

Обоснование: Для отдельных Linux и Windows с собственными гостевыми ОС подходит виртуализация на уровне гипервизора в модели IaaS: провайдер обслуживает физическую платформу, потребитель — обе гостевые среды. Контейнерный сервис использует ядро узла, PaaS не даёт нужного уровня администрирования гостевой ОС, а при аренде bare metal группе придётся самой управлять гипервизором.

2. В грид-среде задание требует x86-64, 16 ГиБ доступной памяти и определённого времени исполнения. Есть несколько вычислительных площадок; сведения об их состоянии постоянно обновляются. Какой компонент принимает решение о выборе площадки по этим требованиям?

А. Локальный планировщик выбранного кластера.
Б. Информационная служба ресурсов.
В. Брокер ресурсов.
Г. Каталог реплик.

Ответ: В

Обоснование: Информационная служба сообщает характеристики ресурсов, локальный планировщик распределяет задания внутри выбранной площадки, каталог реплик описывает расположение данных. Подбор совместимых ресурсов по ограничениям задания выполняет брокер.

3. Сервис анализа должен обращаться только к объектам определённого набора в закрытом хранилище. Ему не нужны листинг других наборов, изменение метаданных, запись или удаление объектов. Какое правило доступа соответствует принципу минимальных полномочий?

А. Разрешить чтение объектов всех наборов проекта, запретив запись и удаление.
Б. Разрешить чтение определённого набора и обновление метаданных его объектов без права изменения содержимого.
В. Разрешить чтение и удаление объектов определённого набора, запретив доступ ко всем остальным наборам.
Г. Разрешить только получение объектов определённого набора; доступ к остальным наборам и операции изменения не предоставлять.

Ответ: Г

Обоснование: Ограничивать нужно одновременно операции и область действия. Чтение всего проекта, изменение метаданных или удаление объектов определённого набора дают больше прав, чем требуется, что нарушает принцип наименьших привилегий.

4. В протоколе тестирования программы присутствует указатель на коммит программы, образ ВМ, команду запуска и время обработки. Однако два исследователя использовали разные версии входного набора, а имя файла у версий одинаковое. Какой дополнительный набор сведений непосредственно устраняет эту неоднозначность?

А. Постоянный идентификатор набора, его неизменяемая версия (или снимок), контрольная сумма и источник получения.
Б. Точный идентификатор образа ВМ, версии системных библиотек и сведения о CPU каждого узла.
В. Имя файла, количество записей и отметка времени запуска, без фиксации содержимого использованной версии.
Г. Контрольная сумма выходного файла, число повторов эксперимента и версия скрипта построения графиков.

Ответ: А

Обоснование: Версии бинарного кода и среды не определяют версию входного набора. Имя, размер или число записей не гарантируют тождества данных; контрольная сумма вместе с неизменяемым идентификатором/версией позволяет его подтвердить.

5. На одном стенде при одинаковых данных получены средние времена: вариант А — 100 с, вариант Б — 80 с. Для каждого варианта выполнено по три запуска; разброс и результаты статистической проверки не приведены. Какое утверждение допустимо включить в выводы?

А. Б выполнялся на 25 % быстрее по времени обработки, поэтому его среднее время на 25 % меньше, чем у А.
Б. Среднее время Б на 20 % меньше, чем у А; уже три запуска доказывают статистическую значимость различия.
В. Отношение средних времён А/Б равно 1,25, следовательно, такое ускорение сохранится при любом размере входных данных.
Г. В проверенных условиях среднее время Б на 20 % меньше, чем у А (отношение времён А/Б — 1,25); выводы о других нагрузках и значимости требуют дополнительных данных.

Ответ: Г

Обоснование: Уменьшение среднего времени относительно А: (100 − 80) / 100 = 20 %. Отношение времён 100/80 = 1,25; это не то же самое, что 25-процентное уменьшение времени. Три запуска и средние значения без разброса не доказывают значимость и не дают права обобщать на иные нагрузки.

6. Требуется приложить к научно-техническому отчёту воспроизводимый скрипт отправки грид-заданий. Какое оформление наиболее полно решает задачу?

А. Ссылка на неизменяемый набор входных данных.
Б. Привести полный листинг скриптов запуска и параметры запуска.
В. Привести полный листинг скриптов запуска, набор входных данных, номер версии прикладного ПО, параметры запуска и команды запуска.
Г. Приложить архив скрипта с контрольной суммой и указанием версии.

Ответ: В

Обоснование: Доказуемая прослеживаемость требует фиксированного набора входных данных, номера версии прикладного ПО, параметров и команд запуска.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б | В | Г | А | Г | В |
| Компетенции | ОПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | ПК-3 | ПК-3 | ПК-3 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

Выберите все варианты, которые выполняют условия задачи, и поясните как минимум одно принципиальное отличие правильных мер от недостаточных. В каждом задании может быть несколько правильных ответов.

1. В распределённой грид-системе вычислительные задания выполняются на нескольких территориально удалённых площадках. Исходные данные размещены в облачном объектном хранилище. Для сокращения сетевых задержек используются локальные реплики и кэширование. При этом исходные объекты могут обновляться, а каждое задание должно обрабатывать строго определённую версию набора данных.

Какие решения позволяют обеспечить корректную обработку данных и эффективное использование вычислительных ресурсов?

А. Использовать каталог реплик для определения местонахождения данных, а при планировании заданий учитывать доступность требуемой версии данных и затраты на их передачу.
Б. Использовать локальные кэшированные объекты независимо от их версии, если время хранения в кэше не превышает установленного периода актуальности (TTL).
В. Закреплять за вычислительным заданием идентификаторы версий входных объектов и проверять соответствие полученных данных указанным версиям.
Г. Считать наличие записи об объекте в каталоге реплик достаточным подтверждением целостности соответствующей локальной копии без дополнительной проверки её состояния.
Д. Регистрировать новую реплику как доступную для вычислений только после завершения передачи и успешной проверки её целостности.

Ответ: А, В, Д

Обоснование: Каталог реплик позволяет определить размещение данных и учитывать его при распределении заданий. Привязка к конкретным версиям обеспечивает обработку согласованного набора. Проверка целостности перед регистрацией реплики исключает использование неполных или повреждённых копий.

Вариант Б неверен, поскольку TTL не гарантирует соответствие кэшированного объекта требуемой версии. Вариант Г неверен, поскольку наличие записи в каталоге само по себе не подтверждает целостность фактических данных.

2. В распределённой грид-среде вычислительные задания выполняются на двух территориально удалённых площадках. На площадке А размещены большие наборы исходных данных, однако её вычислительные ресурсы ограничены. Площадка Б располагает большим количеством свободных вычислительных узлов, но передача данных между площадками осуществляется по каналу с ограниченной пропускной способностью.
Необходимо организовать выполнение множества независимых заданий с минимальным общим временем обработки. Некоторые задания используют одинаковые входные данные.
Какие утверждения корректны при выборе стратегии размещения заданий и управления данными?

А. Стратегия «задачи к данным» может быть предпочтительнее, если вычислительные ресурсы площадки А удовлетворяют требованиям заданий, а затраты на передачу больших объёмов данных превышают выигрыш от использования удалённых ресурсов.
Б. При использовании удалённого чтения данных без предварительного копирования их на площадку Б объём межплощадочного трафика можно не учитывать при планировании заданий.
В. Стратегия «данные к задачам» может быть эффективнее, если сокращение времени ожидания и выполнения на площадке Б компенсирует затраты на передачу входных данных.
Г. Если несколько заданий на площадке Б используют один набор данных, затраты на его первоначальную передачу необходимо полностью учитывать для каждого задания, даже если данные сохраняются в локальном кэше и повторно не передаются.
Д. Предварительное размещение часто используемых данных на площадке Б может сократить суммарный сетевой обмен и время обработки при условии повторного использования локальных копий.

Ответ: А, В, Д
Обоснование: Перемещение вычислительных заданий к данным позволяет снизить сетевые затраты, но необходимо учитывать доступность и загрузку вычислительных ресурсов. Перемещение данных к свободным вычислительным ресурсам может сократить общее время обработки, несмотря на дополнительные затраты на передачу. Кэширование и предварительная репликация часто используемых данных позволяют уменьшить повторную передачу больших наборов.
При удалённом чтении данные всё равно передаются по сети. Отсутствие предварительного копирования не устраняет сетевой трафик. Если локальная копия повторно используется несколькими заданиями без новой передачи, затраты на первоначальное копирование учитываются один раз при расчёте суммарных сетевых затрат.

**3.** При сравнении двух конфигураций распределённой вычислительной системы на одинаковом оборудовании и одном наборе входных данных были получены следующие времена выполнения пяти независимых запусков:

- Конфигурация А: 98, 99, 100, 101, 102 с.
- Конфигурация Б: 78, 79, 80, 81, 142 с.

Все запуски завершились успешно. Причина увеличенного времени последнего запуска конфигурации Б не установлена.
Какие утверждения корректно использовать при подготовке научно-технического отчёта по результатам эксперимента?

А. Среднее время выполнения конфигурации Б составляет 92 с., что на 8% меньше среднего времени конфигурации А.
Б. Медианное время выполнения конфигурации Б составляет 80 с., что на 20% меньше медианного времени конфигурации А.
В. Последний результат конфигурации Б необходимо исключить из расчётов, поскольку он существенно отличается от остальных измерений.

Г. Для обоснованного сравнения необходимо представить исходные измерения, охарактеризовать разброс результатов и исследовать причину увеличенного времени одного из запусков.
Д. Сокращение медианного времени выполнения на 20% позволяет утверждать, что средняя пропускная способность системы увеличилась на 25%.

Ответ: А, Б, Г
Обоснование: Средние значения составляют 100 и 92 с., медианы - 100 и 80 с. соответственно. Необычно длительное выполнение нельзя исключать без обоснованного правила обработки измерений. Кроме того, сокращение медианного времени отдельного задания не позволяет автоматически сделать вывод об изменении средней пропускной способности всей системы

4. В двух конфигурациях распределённого сервиса замеряют время ответа и пропускную способность. Данные планируют представить в отчёте и обосновать решение о масштабировании. Какие действия обеспечивают корректность выводов?
А. Указать характеристики стенда, условия нагрузки, число повторов, единицы измерения и метод агрегирования.
Б. Удалить наиболее медленные измерения из выборки, не фиксируя заранее правило исключения и не объясняя исключение.
В. Экстраполировать результат на другую интенсивность нагрузки, если сравниваемые конфигурации используют одинаковую версию приложения.
Г. Соотнести выводы с измерениями и отдельно указать границы применимости результатов.
Д. Сохранить идентификаторы первичных измерений и обеспечить проверяемые ссылки на таблицы и графики.

Ответ: А, Г, Д
Обоснование: Применимость вывода определяется исследованной нагрузкой и методом сравнения. Удаление выбросов без заранее заданного или обоснованного правила и экстраполяция на непроверенную нагрузку делают выводы необоснованными.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, В, Д | А, В, Д | А, Б, Г | А, Г, Д |
| Компетенции | ОПК-4 | ОПК-4 | ПК-3 | ПК-3 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**
Сопоставьте четыре элемента с описаниями. Одно из пяти описаний не используется.

1. На схеме грид-системы показаны четыре сервиса. Сопоставьте сервис с выполняемой им операцией в сценарии запуска задания и переноса данных.

| | |
|---|---|
| А. Брокер ресурсов<br>Б. Сервис аутентификации<br>В. Сервис передачи данных<br>Г. Информационный сервис ресурсов | 1. После выбора площадки возобновляет передачу входных файлов с контрольной проверкой полученной копии.<br>2. Проверяет подлинность участника, предъявившего удостоверение, до разрешения операции.<br>3. На основе журнала неуспешных попыток повторно ставит задание в очередь исполнения.<br>4. По требованиям задания к архитектуре, памяти и времени выбирает подходящую площадку.<br>5. Предоставляет сведения о состоянии узлов и их ресурсах без самостоятельного назначения задания. |

2. Для отчёта собраны наблюдения о работе распределённого сервиса. Сопоставьте метрику с конкретным примером её измерения.

| | |
|---|---|
| А. Пропускная способность обработки<br>Б. Время ответа<br>В. Время ожидания задания в очереди<br>Г. Загрузка процессора | 1. Задание поступило в очередь в 10:00 и начало исполнение в 10:45; показатель равен 45 мин.<br>2. За 20 минут система завершила 600 задач; показатель равен 30 задач/мин.<br>3. За интервал измерения процессор выполнял работу в течение 75 % времени.<br>4. Для задания зарезервировано 12 ГиБ оперативной памяти на узле.<br>5. От получения клиентского запроса сервисом до отправки ответа прошло 140 мс. |

3. Исследователь готовит отчёт о масштабировании. Определите, в каком разделе целесообразно разместить каждый фрагмент материала.

| | |
|---|---|
| А. Методика<br>Б. Результаты<br>В. Обсуждение<br>Г. Приложения | 1. Здесь размещены полные журналы, дополнительные листинги и наборы вспомогательных измерений.<br>2. Здесь представлены таблицы исходных измерений, агрегаты и графики с единицами.<br>3. Здесь формулируются предмет исследования, цель и проверяемая гипотеза.<br>4. Здесь фиксируются образ ВМ, версии ПО, входные данные, команды и границы измерения.<br>5. Здесь объясняется снижение эффективности при масштабировании и оговариваются ограничения вывода. |

4. Эксперимент сопровождается четырьмя артефактами для воспроизводимости. Определите, для какой проверки нужен каждый из них.

| | |
|---|---|
| А. Файл конфигурации<br>Б. Журнал запуска<br>В. Скрипт обработки<br>Г. Манифест входных данных | 1. В нём зафиксированы события, отметки времени и сообщения конкретного запуска.<br>2. Он содержит перечень входных файлов, версии и контрольные суммы для повторного получения.<br>3. Он фиксирует значения параметров программы, ограничения памяти и выделяемые ресурсы.<br>4. Он содержит правила вычисления доверительного интервала для серии измерений.<br>5. Он описывает исполняемую последовательность обработки входных данных. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А–4; Б–2; В–1; Г–5 | А–2; Б–5; В–1; Г–3 | А–4; Б–2; В–5; Г–1 | А–3; Б–1; В–5; Г–2 |
| Компетенции | ОПК-4 | ОПК-4 | ПК-3 | ПК-3 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

Восстановите последовательность из пяти операций на основе зависимостей в сценарии.

1. Вычислительное задание проходит через сервис приёма, брокер ресурсов, исполнитель и сервис результатов. Файл результата выдаётся пользователю только после того, как система получила подтверждение завершения вычисления. Установите технологически корректный порядок действий для успешного запуска.

1) Выполнить программу на подготовленном ресурсе.
2) Зарегистрировать задание и проверить его описание.
3) Получить выходные файлы завершённого задания.
4) Выделить подходящий ресурс и подготовить входные данные.
5) Зафиксировать завершение программы и её код возврата.

**2.** Закрытый набор данных необходимо перенести между площадками по недоверенной сети. Ожидаемая контрольная сумма получена доверенным способом; доступ к хранилищам осуществляется по выданным полномочиям. Определите безопасный порядок операций от подготовки переноса до публикации данных для вычислительных задач.

1) Передать набор данных в рамках установленного сеанса.
2) Проверить действительность полномочий чтения источника и записи в целевое хранилище.
3) Зарегистрировать проверенный набор как доступный для вычислительных заданий.
4) Сопоставить контрольную сумму принятого набора с ожидаемой.
5) Установить защищённый сеанс с проверкой подлинности удалённой стороны.

3. Исследователь оформляет воспроизводимый протокол вычислительного эксперимента. На каждом запуске должен быть уникальный идентификатор, а выводы должны быть подтверждены первичными измерениями. Расположите действия в порядке, обеспечивающем проверяемую связь между запуском, журналами и заключением.

1) Записать выводы и ограничения, опираясь на рассчитанные показатели.
2) Сохранить журналы выполненного запуска с его идентификатором.
3) Зафиксировать среду, входные данные, команду и присвоить идентификатор запуска.
4) Выполнить запуск по зафиксированной процедуре.
5) Включить ссылки на журналы в протокол и рассчитать по ним сводные показатели.

**4.** После изменения конфигурации ВМ требуется выпустить новую версию отчёта, сохранив сопоставимость с предыдущими результатами и прослеживаемость исходных измерений. Укажите порядок действий: от регистрации изменения до публикации документа.

1) Проверить согласованность документа и выпустить новую версию с сохранением предыдущей.
2) Обновить сравнительный раздел и ограничения со ссылками на новые таблицы.
3) Выполнить эксперименты с новой конфигурацией и сохранить измерения.
4) Зарегистрировать изменение конфигурации и присвоить идентификаторы новым запускам.
5) Обновить таблицы и рисунки по новым измерениям, сохранив связь с исходными данными.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 2, 4, 1, 5, 3 | 2, 5, 1, 4, 3 | 3, 4, 2, 5, 1 | 4, 3, 5, 2, 1 |
| Компетенции | ОПК-4 | ОПК-4 | ПК-3 | ПК-3 |

## V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Вычислительная площадка содержит четыре одинаковых узла, каждый с 8 ядрами и 32 ГиБ памяти. Нужно выполнить 20 независимых заданий. Каждое занимает ровно 4 ядра и 12 ГиБ памяти на одном узле и выполняется 10 минут. Деление одного задания между узлами не допускается. Узлы полностью доступны, данные подготовлены; накладными расходами пренебречь. Рассчитайте максимальное число одновременных заданий и минимальное время обработки. Опишите требования в заявке планировщику и способ учёта повторных запусков.

Эталонный ответ:
На одном узле можно одновременно выполнять $\min(\lfloor 8/4 \rfloor, \lfloor 32/12 \rfloor) = \min(2, 2) = 2$ задания. На четырёх узлах одновременно выполняются 8 заданий. Для 20 заданий нужны три волны: 8, 8 и 4 задания. При заданных допущениях минимальное время составляет $3 \times 10 = 30$ минут.
Каждая заявка требует один узел, 4 ядра, 12 ГиБ памяти, совместимую архитектуру и программное окружение. Ограничение времени задают с учётом правил площадки и допустимых накладных расходов, которые в учебном расчёте исключены.
Логическое задание получает устойчивый идентификатор, а каждая попытка — отдельный идентификатор запуска. Ошибочную попытку можно повторить, сохранив её журнал. Результат фиксируется по идентификатору логического задания так, чтобы повторная доставка не создавала дубликаты.
Критерии оценивания:
1. Получено ограничение 2 задания на узел и 8 на площадку с учётом ядер и памяти.
2. Получены три волны и минимальное время 30 минут с указанием допущений.
3. Корректно сформулированы ресурсные требования одного задания.
4. Указана проверка архитектуры и программных зависимостей.
5. Различены логическое задание и попытка; описаны журналирование и защита от дублирования результатов.

Компетенции: ОПК-4

2. В распределённой вычислительной системе несколько узлов выполняют независимые задания по обработке данных. Результаты должны сохраняться в общем хранилище, расположенном на отдельном сервере.
После запуска серии из 20 заданий обнаружено, что результаты 14 заданий успешно сохранены, а результаты остальных 6 отсутствуют. При этом часть проблемных заданий отображается в системе мониторинга как успешно завершённая, а часть — как завершённая с ошибкой.
Повторный запуск некоторых неуспешных заданий приводит к появлению результата, однако проблема периодически возникает снова.
Задание:
Подготовьте краткую аналитическую записку для администратора вычислительной системы, в которой:

1. Сформулируйте не менее пяти различных технически обоснованных гипотез, объясняющих наблюдаемую ситуацию.
2. Для каждой гипотезы предложите способ проверки, позволяющий подтвердить или опровергнуть её.
3. Укажите, какие дополнительные сведения необходимо собрать для диагностики неисправности.
4. Предложите рациональный порядок диагностических действий, позволяющий последовательно сузить круг возможных причин.
5. Объясните, как следует документировать проведённые проверки и полученные результаты, чтобы другой специалист мог продолжить расследование.

Эталонный ответ:
Возможные гипотезы: ошибки сетевого соединения между вычислительными узлами и хранилищем, ограничения межсетевого экрана, недостаточные права доступа к хранилищу, недостаток свободного места или исчерпание квоты, перегрузка сервера хранения, ошибки обработки результатов в программе, конфликты при одновременной записи множества файлов, проблемы аутентификации.
Диагностику целесообразно начать с осуществления тех проверок, которые могут выполняться без дополнительного запуска тестовых заданий или обращения к администраторам: вопросы квоты, прав доступа, наличия свободного места в ханилищах.
До получения дополнительных сведений нельзя утверждать, что причиной неисправности является конкретный компонент системы.
Критерии оценивания:

1. Предложено не менее пяти содержательных гипотез
2. Указаны конкретные диагностические действия и ожидаемые признаки, позволяющие различать возможные неисправности
3. Определён набор сведений для последующей диагностики
4. Предложена последовательность проверок, позволяющая эффективно сужать круг возможных причин
5. Наблюдаемые факты отделены от предположений

Компетенции: ПК-3

**Разработчик ФОС:**

- доктор технических наук, Кореньков В.В., по совместительству профессор филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат технических наук, Пелеванюк И.С.

# ПЛАТФОРМЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ПРИЛОЖЕНИЯ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Семестр – 3
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 36 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров –
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 72 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **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. | **Знать** методологию планирования научно-исследовательских работ в области разработки алгоритмов, программного обеспечения и математического моделирования.<br><br>**Уметь** декомпозировать сложную научную задачу на этапы (анализ, разработка, эксперимент), определять необходимые ресурсы (вычислительные, кадровые) и сроки.<br><br>**Владеть** навыками составления календарного плана научного исследования, включая этапы обзора литературы, программирования и анализа данных. |
| **СПК-4.** Способность разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. | **Знать** основные технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Уметь** разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Владеть** технологиями распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. |

## 2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ПК-1, СПК-4 | Экзамен по дисциплине. |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Экзамен | Комплект оценочных заданий для промежуточной аттестации |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. В исследовании данных важно сохранить интерпретируемость исходных переменных и сократить их количество. Какой подход следует выбрать?
А) Отбор информативного подмножества исходных признаков.
Б) Применение PCA с формированием новых компонент.
В) Построение полиномиальных комбинаций признаков.
Г) Замена категорий one-hot-индикаторами.

2. Как следует определять поддержку последовательного шаблона при анализе базы последовательностей?
А) По числу всех вхождений шаблона, включая повторные в одной последовательности.
Б) По доле уникальных элементов, входящих в шаблон.
В) По числу последовательностей базы, содержащих шаблон как подпоследовательность.
Г) По числу различных перестановок элементов шаблона.

3. Какими комбинациями свойств, согласно CAP-теореме, НЕ может обладать система распределённых асинхронных вычислений?
А) Согласованность, доступность, устойчивость к разделению.
Б) Доступность, согласованность.
В) Устойчивость к разделению, доступность.
Г) Масштабируемость, отказоустойчивость, безопасность.

4. Какой компонент HDFS следует использовать для получения метаданных о размещении блоков файла?
А) DataNode, поскольку он управляет пространством имён всех файлов.
Б) NameNode, поскольку он хранит метаданные файлов и блоков.
В) YARN, поскольку он определяет адреса всех реплик блоков.
Г) Reduce, поскольку он собирает сведения о расположении блоков.

5. После этапа Map нужно передать значения с одинаковыми ключами соответствующим обработчикам Reduce. Какой этап выполняет эту задачу?
А) Репликация блоков HDFS.
Б) Планирование контейнеров YARN.
В) Локальное предварительное преобразование входных записей Map.
Г) Shuffle: перераспределение и группировка промежуточных пар по ключам.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А | В | А | Б | Г |
| Компетенции | ПК-1 | ПК-1 | ПК-1 | СПК-4 | СПК-4 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. В исследовании данных имеется много частично дублирующих друг друга признаков. Какие результаты могут быть целью их отбора?
А) Снижение риска переобучения за счёт исключения избыточных и нерелевантных признаков.
Б) Сокращение затрат на обучение модели.
В) Гарантированное повышение точности на любом новом наборе данных.
Г) Повышение интерпретируемости полученной модели.

2. Какие свойства потока событий нужно учитывать при выборе методики оперативного анализа?
А) Поступление новых наблюдений после запуска модели.
Б) Гарантированное наличие всех наблюдений до начала обработки.
В) Возможные задержки поступления событий.
Г) Неравномерность интенсивности потока.

3. Какие компоненты экосистемы Hadoop выполняют, соответственно, хранение, управление ресурсами и пакетную обработку данных?
А) HDFS — распределённое хранение файлов.
Б) YARN — управление ресурсами и заданиями кластера.
В) Hadoop MapReduce — выполнение распределённых вычислений.
Г) FedAvg — распределённая файловая система Hadoop.

4. Проектируется совместное обучение модели несколькими организациями без передачи исходных наборов данных в единое хранилище. Какие свойства характерны для федеративного подхода?
А) Передача полного исходного набора данных каждого участника центральному серверу обязательна.
Б) Обучение может проводиться на локальных наборах данных участников.
В) Координирующий сервер может агрегировать локальные обновления моделей.
Г) Участниками могут быть отдельные организации с автономными хранилищами.

5. Какие методы из перечисленных ниже применяются для обеспечения масштабируемости и отказоустойчивости распределённых хранилищ?
А) Шардирование.
Б) Строгая синхронизация.
В) Репликация.
Г) Глобальные блокировки файлов.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Б, Г | А, В, Г | А, Б, В | Б, В, Г | А, В |
| Компетенции | ПК-1 | ПК-1 | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между типом признака и описанием.

| | |
|---|---|
| 1. Релевантный.<br>2. Избыточный.<br>3. Нерелевантный. | А. Повторяет информацию других признаков.<br>Б. Почти не помогает решению.<br>В. Всегда увеличивает точность модели.<br>Г. Помогает различать классы. |

2. Соотнесите тип аномалии временных рядов с её описанием.

| | |
|---|---|
| 1. Контекстная.<br>2. Коллективная.<br>3. Точечная. | А. Требует для обнаружения применения методов машинного обучения с учителем.<br>Б. Объект необычен только в заданном контексте.<br>В. Отдельное наблюдение сильно отличается от остальных.<br>Г. Необычна взаимосвязанная группа наблюдений. |

3. Установите соответствие между типами временных окон, используемых при обработке потоковых данных, и их особенностями.

| | |
|---|---|
| 1. Фиксированное.<br>2. Скользящее.<br>3. Сессионное. | А. Динамический размер.<br>Б. Одно событие может быть включено в несколько окон.<br>В. Неперекрываемость, равномерность.<br>Г. Управляется содержимым потока данных. |

4. Соотнесите компоненты экосистемы Hadoop с выполняемыми функциями.

| | |
|---|---|
| 1. HDFS.<br>2. YARN.<br>3. MapReduce. | А. Выполнение распределённой обработки.<br>Б. Планирование заданий и управление ресурсами кластера.<br>В. Доступ к большим таблицам данных.<br>Г. Распределённое хранение файлов. |

5. Соотнесите модели облачных сервисов с их назначением.

| | |
|---|---|
| 1. Инфраструктура как сервис (IaaS).<br>2. Платформа как услуга (PaaS).<br>3. Программное обеспечение как услуга (SaaS). | А. Среда разработки и запуска приложений.<br>Б. Оркестрация и управление контейнерами.<br>В. Готовое приложение по сети.<br>Г. Виртуализированный рабочий стол.<br>Д. Виртуальные серверы, сети и хранилища. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1-Г; 2-А; 3-Б | 1-Б; 2-Г; 3-В | 1-В; 2-Б; 3-А | 1-Г; 2-Б; 3-А | 1-Д; 2-А; 3-В |
| Компетенции | ПК-1 | ПК-1 | ПК-1 | СПК-4 | СПК-4 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Установите порядок этапов поиска ассоциативных правил.
А. Генерация правил из найденных частых наборов.
Б. Поиск частых наборов по порогу minsup.
В. Отбор правил по порогу minconf.

2. Исследователь разрабатывает модель на табличных данных. Установите последовательность этапов исследования: анализ исходных признаков, формирование признакового представления и обучение модели.
А. Обучить модель на сформированном представлении признаков.
Б. Проанализировать исходные признаки, их релевантность и избыточность.
В. Выполнить отбор исходных признаков или конструирование новых.

3. Расположите этапы процесса MapReduce в порядке выполнения.
А. Reduce
Б. Map
В. Shuffle и группировка по ключам

4. Установите последовательность действий в одном раунде алгоритма федеративного обучения FedAvg при серверной координации.
А. Выбранные клиенты выполняют локальное обучение на собственных данных.
Б. Сервер выбирает участников раунда и передаёт им текущую глобальную модель.
В. Клиенты передают локально обновлённые параметры модели серверу.
Г. Сервер агрегирует полученные модели и формирует новую глобальную модель.

5. Установите последовательность основных этапов в случае пакетной обработки больших данных из следующего списка.
А. Использование и принятие решений.
Б. Обработка и очистка.
В. Получение/создание.
Г. Хранение.
Д. Архивация и удаление.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, А, В | Б, В, А | Б, В, А | Б, А, В, Г | В, Г, Б, А, Д |
| Компетенции | ПК-1 | ПК-1 | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Объясните, почему при исследовании потоковых данных статическая модель может потребовать регулярного пересмотра. Назовите два основных следствия из этого для учёта в плане исследования.

Пример правильного ответа: Свойства данных могут изменяться со временем; новые наблюдения поступают после первоначального обучения. В план следует включить мониторинг изменений и процедуру обновления/проверки качества модели на новых данных.
Критерии оценивания:
- указано, что свойства поступающих данных могут изменяться со временем;
- указано, что в план исследования нужно включить мониторинг изменения и процедуру обновления и проверки качества модели на новых данных.

Компетенции: ПК-1

2. Объясните, зачем при исследовании последовательностей используется порог минимальной поддержки, и как рассмотрение свойства Apriori помогает сократить число кандидатов.

Пример правильного ответа: Порог минимальной поддержки min_support определяет, какие последовательности считать частыми. Если последовательность нечастая, её надпоследовательности тоже нечастые, поэтому их можно отсечь, не проверяя как частые шаблоны.
Критерии оценивания:
- дано определение порога минимальной поддержки;
- указано, что если последовательность нечастая, то её надпоследовательности нечастые, и их можно исключить из рассмотрения.

Компетенции: ПК-1

3. Опишите архитектуру распределённого хранения и обработки большого набора файлов на основе HDFS и MapReduce. Как обеспечивается устойчивость к отказам?

Пример правильного ответа: Файлы делятся на блоки и хранятся на нескольких узлах с репликацией; NameNode хранит метаданные размещения блоков. Процедура Map выполняется параллельно над частями данных, после Shuffle выполняется Reduce. Репликация и повторное выполнение вычислительных задач помогают повысить устойчивость системы к отказам отдельных узлов.
Критерии оценивания:
- приведены последовательность действий над данными (порядок выполнения процедур), указана функция узла NameNode в этом процессе;
- указано, что репликация и механизм повторного выполнения задач повышает устойчивость системы к отказам узлов.

Компетенции: СПК-4

4. Опишите последовательность обработки данных в четырёхстадийной архитектуре интернета вещей (IoT) и назначение периферийных вычислений (Edge-обработки).

Пример правильного ответа: Датчики и актуаторы → сбор данных → предобработка/Edge-аналитика → облачная аналитика и хранение. Edge выполняет обработку рядом с источником данных, минимизируя издержки по передаче данных, а также повышая автономность и безопасность обработки.
Критерии оценивания:
- указана последовательность обработки данных в указанном случае;
- сформулировано назначение периферийных (edge) вычислений.

Компетенции: СПК-4

5. Вам нужно построить систему обработки потоковых данных в реальном времени на основе продуктов с открытым исходным кодом Apache Flink или Apache Spark. Какой продукт более предпочтителен для обеспечения минимальной задержки? Обоснуйте выбор исходя из их внутренней организации обработки потоковых данных.

Пример правильного ответа: Для обеспечения минимальной задержки при обработке потоковых данных предпочтительнее выбрать Apache Flink, так как в нём реализована пособытийная обработка данных непосредственно при их поступлении. В Apache Spark для обработки потоковых данных используется микро-пакетный режим, который предполагает накопление некоторого количества событий и их отправку на обработку небольшим пакетом, что требует времени на ожидание данных. Ускоренный непрерывный режим обработки потоковых данных (continuous mode) в Apache Spark является экспериментальным, и его стабильное функционирование не гарантируется.
Критерии оценивания:
- указаны особенности обработки потоковых данных в обоих программных продуктах (пособытийная и микро-пакетная);
- указано, что микро-пакетная обработка требует времени на ожидание данных/формирование пакета данных, что приводит к дополнительной задержке.

Компетенции: СПК-4

**Разработчик ФОС:**

- кандидат технических наук, Белов С.Д., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

Семестр – 3
Зачетных единиц – 2
Общая трудоемкость – 72 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 36 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров –
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачёт

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-4.** Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности. | **Знать** спектр современных информационно-коммуникационных технологий (облачные сервисы, ИИ-инструменты, аналитические платформы), применимых в своей сфере.<br><br>**Уметь** эффективно использовать современные ИКТ, включая облачные сервисы и суперкомпьютерные центры; применять базовые методы шифрования и безопасной передачи данных.<br><br>**Владеть** методами разработки и развёртывания ПО в гетерогенных средах; навыками настройки безопасной программно-аппаратной среды для научных расчётов. |
| **СПК-3.** Способность разрабатывать гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов, включая проекты класса мегасайенс. | **Знать** основные подходы для разработки математических гетерогенных вычислительных сред для решения научных задач крупных проектов.<br><br>**Уметь** применять гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов.<br><br>**Владеть** методами разработки и применения математических гетерогенных вычислительных сред для решения научных задач крупных проектов. |

## 2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-2, СПК-3 | Контрольные опросы<br>Итоговый зачет |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Контрольные опросы | Перечень тем контрольных опросов по основным разделам дисциплины |
| 2 | Зачет | Комплект оценочных заданий для промежуточной аттестации |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. С помощью какого сетевого протокола пользователи осуществляют соединение с Пользовательским интерфейсом вычислительного кластера для интерактивной работы в среде операционной системы Linux?
А) Teletype Network
Б) File Transfer Protocol
В) Secure Shell
Г) HyperText Transfer Protocol

2. Какой алгоритм хеширования паролей является самым крипто-устойчивым к взлому методом брутфорса?
А) Secure Hash Algorithm 512-bit
Б) Yescrypt
В) Blowfish Crypt
Г) Message Digest 5

3. В избирательной модели доступа применяются символьная и числовая нотация для записи прав доступа для владельца, группы и других пользователей.
Выберите пару, в которой заданы одинаковые права доступа.
А) rwxrwxrwx <=> 666
Б) r-x----wx <=> 402
В) rw-r-xr-- <=> 651
Г) rwxr-xr-x <=> 755

4. Какая подсистема ядра Linux применяется для ограничения потребления ресурсов на вычислительном узле компьютерного кластера?
А) Подсистема «Планировщик процессов» (Process Scheduler).
Б) Подсистема «Контрольные группы» (CGroups).
В) Подсистема «Модули безопасности Linux» (Linux Security Modules).
Г) Подсистема «Управление памятью» (Memory Management).

5. Какой журнал или лог-файл в Linux необходимо проверить при возникновении ошибки нарушения действующей политики безопасности?
А) Лог-файл системных сообщений (/var/log/messages).
Б) Лог-файл системной безопасности (/var/log/secure).
В) Лог-файл аудита событий (/var/log/audit.log).
Г) Журнал системных записей (записи выводятся командой journalctl).

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В | Б | Г | Б | В |
| Компетенции | СПК-3 | ОПК-4 | ОПК-4 | СПК-3 | СПК-3 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие современные алгоритмы шифрования являются наиболее крипто-устойчивыми и являются рекомендованными для применения в среде операционной системы Linux?
А) International Data Encryption Algorithm, Cipher Feedback
Б) Data Encryption Standard, Cipher Block Chaining
В) Triple DES
Г) ArcFour
Д) Advanced Encryption Standard
Е) Treefish / Blowfish
Ж) ChaCha20 / Poly135

2. Какие ключевые сервисы входят в систему FreeIPA?
А) Сервис каталогов (DS 389).
Б) Подключаемые модули аутентификации (PAM).
В) Сервис аутентификации (MIT Kerberos 5).
Г) Сервис обеспечения безопасности системы (SSSD).
Д) Сервис разрешения доменных имён (BIND).
Е) Система модулей окружения (Environment Modules).

3. Какие структурные элементы входят в состав контекста SELinux?
А) группа (group);
Б) пользователь (user);
В) уровень чувствительности (sensitivity);
Г) категория (category);
Д) роль (role);
Е) тип (type);
Ж) сетевой элемент (host).

4. Какие атрибуты используются в контексте правил модели управления доступом на уровне хоста с точки зрения модели управления доступом на основе атрибутов?
А) уровень безопасности (level);
Б) сервис (hbacsvcs);
В) группа сервисов (hbacsvcgroups);
Г) пользователь (user);
Д) группа пользователей (group);
Е) сервер (hosts);
Ж) группа серверов (hostgroups).

5. Какие механизмы применяют для выделения отдельных административных прав процессам на начальном уровне построения безопасности информационной системы, состоящей из множества разработанных сервисов?
А) Механизм «Принудительное управление доступом» (SELinux, AppArmor).
Б) Механизм «Авторизация привилегированных процессов» (Sudoers).
В) Механизм «Контрольные группы» (CGroups v2).

Г) Механизм «Гранулярные привилегии уровня ядра» (POSIX Capabilities).

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Д, Ж | А, В, Г, Д | Б, Д, Е, В, Г | Б, В, Е, Ж | Б, Г |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-3 | ОПК-4 | ОПК-4 | СПК-3 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите процессы (левый столбец), описанные в архитектурной модели «AAA», с вопросом (правый столбец), который решается в ходе данного процесса.

| Процесс | Вопрос |
|---|---|
| 1. Идентификация<br>2. Мониторинг<br>3. Авторизация<br>4. Разворачивание<br>5. Аккаунтинг<br>6. Аутентификация | А. Что Вам разрешено делать?<br>Б. Что Вы фактически делали?<br>В. Кто Вы?<br>Г. Можете доказать, что Вы это Вы? |

2. Соотнесите операционные фазы (левый столбец), которые выполняют сервисы по указанию PAM, и задачи (правый столбец), которые они выполняют.

| Операционная фаза | Задача |
|---|---|
| 1. Аутентификация (auth)<br>2. Управление учётной записью (account)<br>3. Проверка безопасности (security)<br>4. Управление сессией (session)<br>5. Управление паролем (password)<br>6. Управление группой (group) | А. Проверка допустимости входа аутентифицированного пользователя (срок действия пароля, блокировки учётной записи, ограничения по времени суток).<br>Б. Обновление учётных данных пользователя (смена пароля, применение правил сложности, безопасное сохранение нового пароля).<br>В. Выполнение действий до начала и по завершении сеанса пользователя (монтирование домашней директории, регистрация и логирование сессии).<br>Г. Подтверждение личности пользователя (запрос пароля, биометрики, MFA токена). |

3. Соотнесите системные компоненты Linux (левый столбец), отвечающие за процессы идентификации и аутентификации, и их функциональное назначение (правый столбец).

| Компонент | Назначение |
|---|---|
| 1. Directory Server 389 Daemon<br>2. Secure Shell Daemon<br>3. System Security Services Daemon<br>4. Web Engine Daemon (Apache)<br>5. Name Service Switch<br>6. Pluggable Authentication Modules | А. Централизованное управление идентификацией и аутентификацией через внешние сервисы и базы данных.<br>Б. Предоставление единого интерфейса для реализации механизмов аутентификации.<br>В. Определение порядка и источников поиска справочных данных об учётных записях и группах пользователей.<br>Г. Обеспечение безопасного удалённого |

| | |
|---|---|
| | входа в среду операционной системы Linux. |

4. Соотнесите разрешения и атрибуты, используемые для управления правами доступа (левый столбец) с командами (правый столбец), с помощью которых устанавливаются и читаются права доступа.

| **Разрешения и Атрибуты** | **Команды** |
|---|---|
| 1. Стандартные разрешения POSIX<br>2. Расширенные списки контроля доступа<br>3. Атрибуты файлов файловой системы<br>4. Расширенные атрибуты | А. setfacl, getfacl<br>Б. setfattr, getfattr<br>В. chmod, ls<br>Г. chcon, ls<br>Д. setcap, getcap<br>Е. chattr, lsattr |

5. Соотнесите модели управления доступом (левый столбец), применяемые в системе FreeIPA, с вопросом (правый столбец), который описывает логику принятия решений.

| **Модель** | **Вопрос** |
|---|---|
| 1. Управление доступом на основе ролей<br>2. Управление доступом на основе атрибутов<br>3. Управление доступом на уровне хоста | А. Может ли приложение получить административный доступ к ресурсам сервера?<br>Б. Разрешено ли этому пользователю работать на этом хосте с помощью определённого сервиса?<br>В. Совпадают ли атрибуты контекста процесса (как субъекта) и целевого объекта (как объекта)?<br>Г. Является ли эта сущность (как субъект) членом запрашиваемой роли? |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1-В, 3-А, 5-Б, 6-Г | 1-Г, 2-А, 4-В, 5-Б | 2-Г, 3-А, 5-В, 6-Б | 1-В, 2-А, 3-Е, 4-Б | 1-Г, 2-В, 3-Б |
| Компетенции | ОПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | СПК-3 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

**Инструкция:**
Расположите предложенные действия в логически правильной последовательности.
Запишите ответ в виде последовательности букв.

1. Расположите этапы выполнения процедуры входа в операционную систему Linux при соединении по протоколу SSH.
А) Сервис systemd-logind создаёт окружение интерактивного сеанса пользователя, устанавливает ограничения CGroups, выделяет системные ресурсы.
Б) Сервис systemd запускает run-time сервисы для интерактивного сеанса пользователя.
В) Сервис sshd запрашивает в системе свободное устройство псевдо-терминала PTY.
Г) Сервис sshd принимает сетевое соединение.
Д) Сервис sshd порождает дочерний процесс sshd для обслуживания соединения.
Е) Интерпретатор командной строки Shell загружает системные и пользовательские переменные окружения и пропускает пользователя в интерактивный сеанс.

Ж) Сервис PAM обращается к сервису NSSwith для определения источника хранения аутентификационных данных пользователей системы, а затем выполняет проверку аутентификационных данных пользователя.

2. Расположите этапы создания административной роли (RBAC) согласно принятой в системе FreeIPA строгой трехуровневой архитектуре.
А) Создать группу пользователей.
Б) Создать административную роль.
В) Назначить административную роль выбранной группе пользователей.
Г) Создать разрешение, определяющее тип действия и целевое место совершения действия.
Д) Создать право, которое будет содержать разрешения.
Е) Наполнить право, необходимыми разрешениями.
Ж) Наполнить административную роль, необходимыми правами.

3. Расположите этапы проектирования политики безопасности SELinux для работы приложения на основе механизма принудительного присвоения типов (Type Enforcement) в порядке из логического следования.
Примечание. Обратите внимание, что контекст записывается в виде строки «user:role:type», однако порядок этапов его определения следует из логики проектирования политики, а не из порядка записи.
А) Определить домен/тип (type_t) для процесса субъекта и метку/тип (type_t) для объекта.
Б) Задать контекст безопасности (пользователь / роль / тип) для субъекта и объекта.
В) Проверить существование правила, разрешающего доступ домена (типа) субъекта к домену (типу) объекта с определённой операцией.
Г) Определить типы SELinux пользователей (user_u), соответствующие выбранным ролям (role_r) субъекта и объекта.
Д) При отсутствии такого правила, создать новое правило и добавить в действующую политику.
Е) Определить роли (role_r), с которыми будет выполняться процесс субъекта и будет выступать объект.
Ж) Определить приложение (как субъект) и данные (как объект), которым ему необходимо обращаться.

4. Расположите этапы работы системы SELinux при перехвате системного вызова и его обработки.
А) Процесс получает доступ к запрошенным данным.
Б) Контекст проходит полную проверку (роль процесса допустима в целевом домене, тип домена процесса имеет доступ к типу целевого объекта, атрибуты видимости процесса позволяют видеть данные).
В) Подсистема ядра «Модули безопасности Linux» перехватывает системный вызов.
Г) Контекст проходит проверку через кеш векторов доступа (AVC).
Д) Приложение инициирует системный вызов (open() или read()).
Е) Ядро извлекает контекст безопасности приложения и целевого объекта.
Ж) Ядро выполняет проверку на уровне избирательной модели доступа (DAC).

5. Пользовательское приложение не может перезаписать данные в файле на компьютерном кластере. Расположите этапы поиска причины в правильном порядке.
А) Проверить контекст безопасности файла приложения (SELinux context).
Б) Проверить файловые атрибуты файла (Filesystem Attributes).
В) Проверить наличие свободных inodes на файловой системе.
Г) Проверить права доступа файла (POSIX Attributes).
Д) Проверить нарушения действующей политики безопасности (SELinux AVC errors).
Е) Проверить наличие свободного места на файловой системе.

Ж) Проверить права доступа файла с учётом эффективных разрешений (ACL Mask).

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Г, Д, Ж, А, В, Б, Е | А, Г, Д, Е, Б, Ж, В | Ж, А, Е, Г, Б, В, Д | Д, Ж, В, Е, Г, Б, А | Е, В, Г, Ж, Б, А, Д |
| Компетенции | СПК-3 | СПК-3 | СПК-3 | ОПК-4 | СПК-3 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. В чём заключается разница между атрибутами уровня безопасности SELinux — MLS (Multi-Level Security) и MCS (Multi-Category Security)?

Ответ: Атрибуты безопасности SELinux являются дополнительным механизмом, позволяющим разграничить доступ субъектов одного типа к объектам одного и того же типа.
Атрибуты MLS ограничивают доступ процессов к данным на основе многоуровневой модели, т.е. процесс с более высоким уровнем получает доступ к данным, принадлежащим процессу с более низким уровнем. А процессу с более низким уровнем будет отказано в доступе к данным, принадлежащим процессу с более высоким уровнем.
Атрибуты MCS ограничивают доступ процессов к данным на основе множества категорий, т.е. процессу с категорией 1 будут доступны данные категории 1, процессу с категорией 2 будут доступны данные только категории 2. Соответственно, процессу с категорией 1 будет отказано в доступе к данным категории 2, и, наоборот, процессу с категорией 2 будет отказано в доступе к данным категории 1. При этом процесс с обоими категориями сможет получить доступ к данным обоих категорий.
Критерии оценивания:
– Дано функциональное назначение атрибутов уровня безопасности SELinux.
– Описана разница в подходах к ограничению уровня доступа у обоих видов атрибутов.
– Приведены пояснительные примеры работы обоих видов атрибутов.

Компетенции: ОПК-4

2. Возможна ли одновременная реализация обоих формальных математических моделей безопасности (модель Белла-ЛаПадула и модель Биба) в одной информационной системе?

Краткий ответ: В строгой форме обоих моделей нет, т.к. это ведёт к полной остановке потоков данных между уровнями информационной системы.

Развёрнутый ответ: В основе модели Белла-ЛаПадула лежит принцип «No Read Up, No Write Down», механизм которого задаёт правила: пользователи не могут получать данные выше своего уровня привилегий, а также не могут разглашать данные пользователям более низкого уровня.
В основе модели Биба, которая является противоположной к модели Белла-ЛаПадула, лежит принцип «No Read Down, No Write Up», механизм которого задаёт правила: пользователи не могут получать не достоверные данные с более низкого уровня, а также не могут изменять данные более высокого уровня.
При строгой реализации обоих моделей в одной информационной системе передача данных между разными уровнями системы будет полностью остановлена в соответствии с основополагающими принципами обоих моделей. Однако, на практике применение обоих моделей в одной информационной системе возможно, но с значительными послаблениями при их реализации.
Критерии оценивания:

– Даны основополагающие принципы обоих моделей.
– Описана причина, по которой произойдёт полная остановка потоков данных между разными уровнями информационной системы.
– Приведен возможный подход к реализации.

Компетенции: СПК-3

**Разработчик ФОС:**

- доктор технических наук, Кореньков В.В., по совместительству профессор филиала МГУ в г. Дубне
- Беляков Д.В.

# КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Семестр – 3
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 72 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-3.** Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты. | **Знать** специфику построения математических моделей для задач искусственного интеллекта, анализа данных, физики и инженерных расчётов.<br><br>**Уметь** создавать и анализировать адекватность математических и компьютерных моделей, определять их ограничения при работе с реальными (в том числе «шумными») данными.<br><br>**Владеть** навыками интерпретации результатов моделирования в терминах исходной предметной области для формулирования научно обоснованных выводов и рекомендаций. |
| **СПК-2.** Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современные суперкомпьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах. | **Знать** порядок организации крупномасштабного математического моделирования и обработки данных.<br><br>**Уметь** проводить работу с источниками информации для подготовки плана проекта крупномасштабного математического моделирования и обработки данных.<br><br>**Владеть** математическим аппаратом, вычислительными методами для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных. |

## 2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-3, СПК-2. | Работа на занятиях<br>Практические задания<br>Проверочные тесты<br>Подготовка доклада<br>Экзамен по дисциплине |

**3. Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Практические задания (аналитические задачи и задачи компьютерного практикума) | Комплекты заданий семинаров с указаниями и комментариями |
| 2 | Подготовка доклада и презентации | Перечень тем докладов |
| 3 | Индивидуальный проект | Перечень тем проектов |
| 4 | Проверочные тесты | Банк тестовых заданий |
| 5 | Экзамен | Список вопросов для подготовки к экзамену |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Кубит находится в состоянии $|\psi\rangle = (\sqrt{3}/2)|0\rangle + (1/2)|1\rangle$. Вероятность получить результат 1 при измерении в стандартном базисе равна:
А) 1/2;
Б) 1/4;
В) $\sqrt{3}/2$;
Г) 3/4.
Правильный ответ: 2.
Обоснование: вероятность исхода 1 по правилу Борна равна квадрату модуля амплитуды при $|1\rangle$: $|1/2|^2 = 1/4$.

2. Для матрицы плотности одного кубита $\rho = I/2$ след $\mathrm{Tr}(\rho^2)$ и тип состояния соответствуют случаю:
А) 1, чистое состояние;
Б) 1/2, смешанное состояние;
В) 0, смешанное состояние;
Г) 2, чистое состояние.
Правильный ответ: 2.
Обоснование: $\rho^2 = I/4$, поэтому $\mathrm{Tr}(\rho^2) = 1/2 < 1$; у чистого состояния $\mathrm{Tr}(\rho^2) = 1$, значит, $\rho = I/2$ — смешанное (максимально смешанное) состояние.

3. Число комплексных амплитуд, которые хранит симулятор вектора состояния (обычный full-state vector симулятор) для схемы из n кубитов, равно:
А) n;
Б) 2n;
В) $n^2$;
Г) $2^n$.
Правильный ответ: 4.
Обоснование: пространство состояний n кубитов — тензорное произведение n пространств $C^2$, его размерность $2^n$; симулятор хранит все $2^n$ амплитуд.

4. Оптимальное число итераций алгоритма Гровера (обращений к оракулу) для поиска одного помеченного элемента среди N = 16 равно:
А) 1;
Б) 3;
В) 8;
Г) 16.
Правильный ответ: 2.
Обоснование: оптимальное число итераций $\approx (\pi/4)\sqrt{N} = (\pi/4)\cdot 4 \approx 3{,}14$, то есть 3; при трёх итерациях вероятность найти помеченный элемент около 0,96, а дальнейшие итерации её уменьшают.

**Ключ к тесту**

| Номер задания | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б | Б | Г | Б |
| Компетенция | ОПК-3 | ОПК-3 | СПК-2 | СПК-2 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Унитарными являются матрицы:
А) гейта Паули X;
Б) гейта Адамара H;
В) проектора $P_0 = |0\rangle\langle 0|$;
Г) гейта Паули Z;
Д) матрица M = (1, 1; 0, 1).
Правильный ответ: А, Б, Г
Обоснование: для X, H и Z выполняется $U^\dagger U = I$ (каждая из этих матриц эрмитова и равна своей обратной). Проектор $P_0$ необратим ($\det P_0 = 0$) и потому не унитарен. Столбцы матрицы M = (1, 1; 0, 1) не ортогональны: $M^\dagger M = (1, 1; 1, 2) \neq I$.

2. Любая матрица плотности ρ обладает следующими свойствами:
А) эрмитовость: $\rho^\dagger = \rho$;
Б) неотрицательность: $\langle\varphi|\rho|\varphi\rangle \geq 0$ для каждого $|\varphi\rangle$;
В) единичный след: $\mathrm{Tr}\,\rho = 1$;
Г) чистота: $\mathrm{Tr}(\rho^2) = 1$;
Д) вещественность всех матричных элементов.
Правильный ответ: А, Б, В
Обоснование: эрмитовость, неотрицательность и единичный след — определяющие свойства матрицы плотности. Условие $\mathrm{Tr}(\rho^2) = 1$ выполняется только для чистых состояний. Внедиагональные элементы могут быть комплексными: например, у состояния $(|0\rangle + i|1\rangle)/\sqrt{2}$ они равны $\pm i/2$.

3. Моделирование квантовых схем методом вектора состояния ускоряется за счёт использования следующих ресурсов суперкомпьютера:

А) графические ускорители (GPU);
Б) большой объём оперативной памяти;
В) жёсткий диск большой ёмкости;
Г) многоядерные процессоры (параллельные потоки);
Д) ленточная система архивного хранения данных.

Правильный ответ: А, Б, Г

Обоснование: при применении гейта выполняются однотипные операции над массивом из $2^n$ амплитуд, они хорошо распараллеливаются на GPU и многоядерных CPU; весь вектор должен помещаться в оперативную память. Жёсткий диск и ленточные архивы на порядки медленнее памяти и для вычислений не используются.

4. Транспилятор квантовой схемы перед запуском на реальном квантовом процессоре:

А) выражает гейты схемы через базовый набор процессора (например, RX, RY, RZ, CZ);
Б) размещает логические кубиты на физических с учётом топологии связей;
В) сокращает глубину схемы;
Г) исправляет ошибки считывания в полученных результатах;
Д) увеличивает число доступных кубитов процессора.

Правильный ответ: А, Б, В

Обоснование: транспилятор переписывает схему через базовые гейты процессора, размещает кубиты с учётом топологии (при необходимости добавляя SWAP) и оптимизирует схему. Подавление ошибок считывания — это обработка уже полученных результатов, а число кубитов задаётся самим процессором.

**Ключ к тесту**

| Номер задания | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Б, Г | А, Б, В | А, Б, Г | А, Б, В |
| Компетенция | ОПК-3 | ОПК-3 | СПК-2 | СПК-2 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите однокубитный гейт и результат его действия на состояние $|0\rangle$.

| **Гейт** | **Результат действия на $|0\rangle$** |
|---|---|
| А) X | 1) $|+\rangle = (|0\rangle + |1\rangle)/\sqrt{2}$ |
| Б) H | 2) $-|0\rangle$ |
| В) Z | 3) $|1\rangle$ |
| Г) Y | 4) $|-\rangle = (|0\rangle - |1\rangle)/\sqrt{2}$ |
| | 5) $i|1\rangle$ |
| | 6) $|0\rangle$ |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

2. Соотнесите модель шума (квантовый канал) и её действие на кубит.

| **Модель шума** | **Действие на кубит** |
|---|---|
| А) Канал bit-flip | 1) С вероятностью p заменяет состояние на максимально смешанное I/2 |
| Б) Канал phase-flip | 2) С вероятностью p применяет гейт Z |
| В) Затухание амплитуды (amplitude damping) | 3) Оставляет любое состояние без изменений |
| Г) Деполяризующий канал | 4) С вероятностью p применяет гейт X |
| | 5) Переводит $\|1\rangle$ в $\|0\rangle$ с вероятностью $\gamma$ (релаксация) |
| | 6) Применяет гейт H |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

3 Соотнесите квантовый алгоритм и решаемую им задачу.

| **Алгоритм** | **Задача** |
|---|---|
| А) Алгоритм Гровера | 1) Нахождение собственного значения (фазы) унитарного оператора |
| Б) Алгоритм Шора | 2) Поиск в неструктурированном массиве с квадратичным ускорением |
| В) Оценка фазы | 3) Сортировка массива |
| Г) Вариационный алгоритм VQE | 4) Оценка энергии основного состояния гамильтониана в гибридном квантово-классическом цикле |
| | 5) Разложение целого числа на простые множители |
| | 6) Сжатие данных без потерь |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

4. При подготовке плана проекта по моделированию квантовых схем возникают вопросы. Соотнесите вопрос и источник, в котором следует искать ответ.

| **Вопрос** | **Источник** |
|---|---|
| А) Синтаксис и параметры функции транспиляции в Qiskit | 1) Учебник по квантовой информатике (например, М. А. Нильсен, И. Л. Чанг, «Квантовые вычисления и квантовая информация») |
| Б) Новые экспериментальные результаты по квантовым алгоритмам | 2) Официальная документация библиотеки |
| В) Строгое определение квантового канала и его свойства | 3) Калибровочные данные процессора, публикуемые поставщиком облачного доступа |
| Г) Текущие параметры ошибок конкретного квантового процессора | 4) Препринты arXiv, раздел quant-ph |
| | 5) Справочник по математическому анализу |
| | 6) Учебник по классической механике |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

**Ключ к тесту**

| Номер задания | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А-3, Б-1, В-6, Г-5 | А-4, Б-2, В-5, Г-1 | А-2, Б-5, В-1, Г-4 | А-2, Б-4, В-1, Г-3 |
| Компетенция | ОПК-3 | ОПК-3 | СПК-2 | СПК-2 (2.2) |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Алиса передаёт Бобу неизвестное состояние кубита $|\psi\rangle$ с помощью протокола квантовой телепортации. Расположите шаги протокола в правильном порядке:

А) Алиса измеряет оба своих кубита.

Б) Алиса и Боб получают по одному кубиту из пары Белла $|\Phi^+\rangle = (|00\rangle + |11\rangle)/\sqrt{2}$.

В) Боб применяет к своему кубиту X и/или Z в зависимости от полученных битов.

Г) Алиса применяет CNOT: управляющий кубит — с состоянием $|\psi\rangle$, управляемый − её половина пары Белла.

Д) Алиса передаёт Бобу два классических бита.

Е) Алиса применяет гейт Адамара к кубиту с состоянием $|\psi\rangle$.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо: _____

2. Логический кубит $\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ защищают от битовой ошибки трёхкубитным кодом. Расположите этапы защиты и исправления ошибки в правильном порядке:

А) Измерить синдром — операторы $Z_1Z_2$ и $Z_2Z_3$, не измеряя сами кубиты.
Б) Закодировать состояние в $\alpha|000\rangle + \beta|111\rangle$ с помощью двух гейтов CNOT.
В) Применить X к кубиту, указанному синдромом.
Г) Под действием шума на одном из кубитов происходит ошибка X.
Д) По значению синдрома определить, на каком кубите произошла ошибка.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо: _____

3. Расчёт выполняется на облачном квантовом вычислителе. Расположите этапы работы в правильном порядке:

А) Транспилировать схему под базовый набор гейтов и топологию процессора.
Б) Обработать полученные частоты на классическом компьютере и оценить погрешность.
В) Построить схему и проверить её на симуляторе.
Г) Отправить задание в очередь процессора, указав число запусков (shots).
Д) Получить результаты — число появлений каждого исхода.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо: _____

4. Вариационный алгоритм VQE оценивает энергию основного состояния гамильтониана на гибридной квантово-классической системе. Расположите шаги алгоритма в правильном порядке:

А) Классический оптимизатор обновляет параметры $\theta$.
Б) Выбрать параметризованную схему (анзац) $|\psi(\theta)\rangle$ и начальные значения $\theta$.
В) Повторять цикл до сходимости оценки энергии.
Г) На квантовом процессоре многократно измерить слагаемые гамильтониана.
Д) На классическом компьютере вычислить оценку энергии $E(\theta)$.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо: _____

**Ключ к тесту**

| Номер задания | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, Г, Е, А, Д, В | Б, Г, А, Д, В | В, А, Г, Д, Б | Б, Г, Д, А, В |
| Компетенция | ОПК-3 | ОПК-3 | СПК-2 | СПК-2 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. В чём состоит различие между квантовой суперпозицией и классической смесью состояний? Приведите пример эксперимента, который их различает.
Ответ: _____

Эталонный ответ. Суперпозиция — это одно определённое (чистое) состояние, в котором амплитуды имеют определённые величины и фазы. Классическая смесь описывает неполноту нашего знания: система находится в одном из состояний, но мы не знаем, в каком. В стандартном базисе суперпозиция $|+\rangle$ и смесь «$|0\rangle$ или $|1\rangle$ с вероятностью 1/2» дают одинаковые вероятности. Различие проявляется при измерении в другом базисе: если перед измерением применить гейт Адамара, суперпозиция всегда даёт один и тот же результат, а смесь — по-прежнему оба результата поровну. Поэтому суперпозиция описывается вектором состояния, а смесь — матрицей плотности, и модели, построенные на классической вероятности, не описывают интерференцию.
Компетенции: ОПК-3

2. Чем измерение принципиально отличается от действия квантового гейта? Почему измерение называют необратимой операцией?
Ответ: _____

Эталонный ответ. Квантовый гейт — это унитарное преобразование: он сохраняет нормировку и скалярные произведения, его всегда можно обратить, применив обратный гейт, а результат детерминирован. Измерение описывается проекторами: оно случайным образом даёт один из исходов и переводит состояние в соответствующее собственное состояние. Разные исходные состояния могут перейти в одно и то же, а информация об амплитудах и фазах при этом теряется. Восстановить исходное состояние по результату одного измерения невозможно, поэтому измерение необратимо. По той же причине в коде коррекции ошибок нельзя измерять сами кубиты — измеряют только синдром.

Компетенции: ОПК-3

3. Почему алгоритм Шора считается угрозой для криптосистемы RSA и почему сегодня эта угроза не реализована на практике?
Ответ: _____

Эталонный ответ. Стойкость RSA основана на трудности разложения большого числа на множители: известные классические алгоритмы требуют сверхполиномиального времени. Алгоритм Шора сводит разложение к нахождению порядка числа по модулю N и решает эту задачу за полиномиальное время с помощью оценки фазы и квантового преобразования Фурье. Для ключей практической длины нужны тысячи логических кубитов с коррекцией ошибок, то есть миллионы физических кубитов. Существующие процессоры имеют от единиц до сотен зашумлённых кубитов, поэтому на них удаётся разложить лишь очень малые числа (например, 15 или 21).

Компетенции: СПК-2

4. Сравните симулятор квантовых схем на суперкомпьютере и реальный квантовый процессор как средства проведения вычислительного эксперимента: в чём преимущества и ограничения каждого?
Ответ: _____

Эталонный ответ. Симулятор даёт точный и воспроизводимый результат, позволяет получить сам вектор состояния (а не только частоты исходов), работает без очереди и позволяет включать или выключать модель шума. Его ограничение — экспоненциальный рост памяти и времени с числом кубитов, поэтому он применим лишь до нескольких десятков кубитов. Реальный процессор хранит состояние физически и в перспективе масштабируется лучше классического моделирования. Но он зашумлён, содержит мало кубитов, имеет ограниченный набор гейтов и топологию, требует ожидания в очереди и выдаёт только статистику исходов. На практике их используют вместе: схему отлаживают на симуляторе, запускают на процессоре и сравнивают результат с моделью шума.

Компетенции: СПК-2

5. Вы готовите план проекта по моделированию квантовых схем на суперкомпьютере. Какие источники информации вами используются, для чего нужен каждый из них и как вы оцените их надёжность?
Ответ: _____

Эталонный ответ. Учебники и курсы лекций — для теоретической основы и строгих определений. Обзорные статьи и препринты (например, arXiv, раздел quant-ph) — чтобы узнать современное состояние задачи и методы моделирования, уже применявшиеся другими. Документация библиотек (Qiskit, qiskit-aer, Cirq) — чтобы выяснить, какие методы и ускорители (GPU, распределённые вычисления) реально поддерживаются. Документация вычислительного комплекса — чтобы оценить доступные ресурсы: память, число узлов, очереди. Надёжность публикации оценивается по статусу рецензирования журнала, её актуальности (версии библиотек быстро меняются), воспроизводимости результатов и наличию открытого кода. Итогом анализа становятся выбор метода, оценка необходимых ресурсов и план работ.

Компетенции: СПК-2

**Разработчик ФОС:**

- кандидат физико-математических наук, Зрелов П.В. по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат физико-математических наук, Боголюбская А.А.
- кандидат физико-математических наук, Хведелидзе А.

# НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕМИНАР

Семестры – 1, 2, 3, 4
Зачетных единиц – 13
Общая трудоемкость – 468 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 128 ч.
Из них
Лекций –
Семинаров – 128 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 340 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачет в 1, 2, 3, 4 семестрах, курсовая работа во 2 семестре

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **УК-2.** Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач. | **Знать** основы философского понятийного аппарата и основные философские проблемы естествознания.<br><br>**Уметь** выделять в научной проблематике связи философии и естествознания.<br><br>**Владеть** основами современного философского мышления. |
| **УК-6.** Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия. | **Знать** основы и закономерности социального и межкультурного взаимодействия, направленного на решение профессиональных задач.<br><br>**Уметь** грамотно, доступно излагать профессиональную информацию в процессе межкультурного взаимодействия учетом особенностей аудитории, соблюдая этические нормы.<br><br>**Владеть** навыками организации продуктивного взаимодействия с учетом национальных, этнокультурных, конфессиональных особенностей; приемами преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных и других барьеров в процессе межкультурного взаимодействия. |
| **УК-7.** Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития. | **Знать** основные принципы профессионального и личностного развития, исходя из этапов становления научного работника.<br><br>**Уметь** решать задачи собственного профессионального и личностного развития, расставлять приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.<br><br>**Владеть** навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов непрерывного образования. |

| | |
|---|---|
| **ПК-3** Способен готовить отдельные документы, связанные с проводимой научно-исследовательской работой. | **Знать** стандарты оформления разделов научно-технического отчёта, посвящённых математическому аппарату, алгоритмам и результатам тестирования ПО.<br><br>**Уметь** готовить научные отчёты, аналитические справки по результатам этапов работы, оформлять листинги кода и протоколы экспериментов.<br><br>**Владеть** навыками подготовки фрагментов публикаций и отчётов, содержащих формальное описание разработанных моделей, методов и полученных результатов. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | УК-2, УК-6, УК-7, ПК-3 | Курсовая работа<br>Итоговый зачет |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Зачет (1 семестр) | Собеседование |
| 2 | Курсовая работа (2 семестр) | Защита курсовой работы |
| 3 | Зачет (2 семестр) | Собеседование |
| 4 | Зачет (3 семестр) | Собеседование |
| 5 | Зачет (4 семестр) | Собеседование |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. При исследовании распределённой системы задержки передачи сообщений в математической модели принимают равными нулю, хотя в реальной системе они существуют. Какой приём научного познания непосредственно выражает это допущение?
а) Индукция.
б) Измерение.
в) Идеализация.
г) Классификация.

2. На международном семинаре участники используют слово «точность» для двух разных показателей классификации: accuracy и precision. Что следует включить в доклад, чтобы значение сообщаемого показателя понимали однозначно?
а) Название программы и номер версии, в которой рассчитан показатель.
б) Название показателя и правило его расчёта с пояснением обозначений.
в) Принятое в лаборатории сокращённое обозначение показателя.
г) Объём тестовой выборки и число классов в задаче.

3.При обсуждении курсовой работы выяснилось, что студент умеет запускать две реализации алгоритма, но не может обосновать выбор показателя для сравнения их качества. Данные и программный код подготовлены. Какое направление профессионального развития следует поставить первым для завершения сравнения?
а) Освоить методы выбора и интерпретации показателей качества для данной задачи.
б) Освоить методы оптимизации времени выполнения расчётов.
в) Изучить настройку параметров сравниваемых алгоритмов.
г) Освоить методы генерации дополнительных тестовых наборов.

4. В отчёте описывается алгоритм решения системы Ax = b, где A — квадратная матрица. Какое условие следует указать для допустимых входных данных, если алгоритм рассчитан на систему с единственным решением?
а) Матрица A должна содержать только целые числа.
б) Число элементов вектора b должно совпадать с общим числом элементов A.
в) Все элементы вектора b должны быть положительными.
г) Матрица A невырожденная; размеры A и b согласованы.

5. В докладе обсуждаются различия в точности алгоритма на двух наборах данных. Какая формулировка представляет эмпирический результат, а не его предполагаемое объяснение?
а) Средняя ошибка на наборе A составила 0,08, а на наборе B — 0,14.
б) Различие ошибок обусловлено неодинаковой долей выбросов в наборах.
в) Большая ошибка на наборе B связана с недостаточной сложностью модели.
г) Снижение точности вызвано изменением зависимости между признаками.

6. В международной исследовательской группе часть участников предпочитает комментировать доклады письменно, а часть — устно. Как организовать обсуждение, чтобы учитывать эти предпочтения и сохранять общую содержательную дискуссию?
а) Обсуждать доклад устно, а письменные замечания учитывать при оценке активности участников.
б) Направлять письменные замечания докладчику лично, не включая их в общую дискуссию.
в) Разделить участников на постоянные группы по предпочитаемому способу обсуждения.
г) Собрать письменные замечания и включить их наряду с устными вопросами в общее обсуждение.

7. Студент работал над умением объяснять результаты вычислительного эксперимента. Какое свидетельство наиболее непосредственно показывает улучшение этого умения при сопоставимой сложности объясняемых результатов?
а) Увеличилось число прочитанных публикаций по теме эксперимента.
б) Получен сертификат о прохождении курса научной коммуникации.
в) В новом самостоятельном объяснении по тем же критериям допущено меньше содержательных ошибок.
г) На подготовку доклада затрачено больше времени, чем в предыдущем месяце.

8. В отчёте представлены измеренное время работы программы и теоретическая оценка вычислительной сложности алгоритма. Как оформить эти сведения, чтобы читатель различал их смысл?
а) Представить обе характеристики как количество секунд на выполнение задачи.
б) Указать для измерений единицы и условия выполнения, а для оценки — зависимость от размера задачи.
в) Заменить измерения оценкой сложности, сохранив заголовок таблицы времени.
г) Привести обе характеристики под общим названием «скорость алгоритма».

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | в | б | а | г | а | г | в | б |
| Компетенции | УК-2 | УК-6 | УК-7 | ПК-3 | УК-2 | УК-6 | УК-7 | ПК-3 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. В журнале вычислительных экспериментов большему числу потоков соответствует меньшее время расчёта. Другие условия запусков отдельно не контролировались. Какие два вывода допустимы на основании этих сведений? Выберите два ответа.
а) Наблюдение даёт основание проверить гипотезу о влиянии числа потоков на время.
б) Увеличение числа потоков является установленной причиной сокращения времени.
в) Само наличие связи между показателями исключает влияние других условий.
г) Обнаруженная связь может объясняться различиями в размерах обрабатываемых задач.
д) По этой связи можно определить ускорение для любого нового размера задачи.

2. Доклад по математическому моделированию готовится для международного семинара, участники которого имеют разную профессиональную подготовку. Какие три действия помогут сделать содержание доступным без потери научного смысла? Выберите три ответа.
а) Уточнить знакомство участников с основными методами, используемыми в докладе.
б) Сохранить лабораторные сокращения в пояснениях, ориентируясь на их привычность для своей исследовательской группы.
в) При первом употреблении ключевого термина дать его определение в контексте работы.
г) Заменить числовые оценки словами «высокий» и «низкий», чтобы облегчить восприятие.
д) Сопроводить основной вывод кратким письменным пояснением с указанием условий его применимости.

3. Какие две формулировки цели позволяют проверить умение применять исследовательские методы по результату самостоятельной работы? Выберите два ответа.
а) За неделю просмотреть восемь видеолекций о численных методах.
б) К концу месяца обосновать выбор одного из двух изученных алгоритмов для заданной задачи.
в) До следующего семинара составить перечень тем курса по анализу данных.
г) За две недели прочитать три обзорные статьи о машинном обучении.
д) К следующему семинару воспроизвести описанный эксперимент и сопоставить результат с опубликованным.

4. Готовится формальное описание алгоритма, не привязанное к конкретному языку программирования. Какие три элемента в нём необходимы? Выберите три ответа.
а) Результаты измерения времени одной программной реализации.
б) Входные и выходные данные алгоритма.
в) Основные действия и условия перехода между ними.
г) История изменений исходного кода реализации.
д) Условия допустимости входных данных и завершения алгоритма.

5. На семинаре предложена гипотеза: «Модель А устойчивее модели В к искажению входных данных». Какие три уточнения необходимы, чтобы у этой гипотезы появились однозначно проверяемые следствия? Выберите три ответа.
а) Каким показателем оценивается устойчивость и какое его изменение считается улучшением.
б) Какие виды искажений и диапазон их величин рассматриваются при проверке.
в) Какую из двух моделей чаще упоминают в обзорных публикациях по теме.
г) На каком классе входных данных заявляется сравниваемое свойство моделей.
д) Кто из участников семинара первым предложил использовать модель А.

6. На международном семинаре участники расходятся в оценке научного результата. Какие два действия помогают продолжить предметное обсуждение с соблюдением профессиональной этики? Выберите два ответа.
а) Принять позицию докладчика как автора, лучше знакомого с деталями исследования.
б) Уточнить, одинаково ли участники понимают используемые термины и условия задачи.
в) Определить научную корректность результата голосованием участников семинара.
г) Связать возражения с проверяемыми допущениями и данными обсуждаемой работы.
д) Передать оценку результата участнику с самым высоким академическим статусом.

7. Студент самостоятельно осваивает новый метод анализа данных для курсовой работы. Какие три задания проверяют понимание оснований метода и его применения? Выберите три ответа.
а) Пояснить допущения метода и случаи, когда они нарушаются.
б) Воспроизвести по памяти команды запуска готового учебного примера.
в) Самостоятельно решить пример с известным результатом и объяснить ход решения.
г) Разобрать причины ошибок в собственном решении и обосновать исправления.
д) Воспроизвести расположение настроек в окне используемой программы.

8. В отчёте приводят таблицу времени работы двух программ на нескольких размерах одной задачи. Каждый вариант запускали десять раз. Какие три сведения нужны для содержательной интерпретации таблицы? Выберите три ответа.
а) Единица измерения времени в соответствующих столбцах.
б) Количество программных модулей в каждой реализации.
в) Общее число строк исходного кода каждой программы.
г) Указание, какое значение приведено по десяти запускам, например медиана.
д) Существенные условия запуска и размеры сравниваемых задач.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | а, г | а, в, д | б, д | б, в, д | а, б, г | б, г | а, в, г | а, г, д |
| Компетенции | УК-2 | УК-6 | УК-7 | ПК-3 | УК-2 | УК-6 | УК-7 | ПК-3 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите приём научного познания с примером его применения при исследовании алгоритмов.

| **Левая часть** | **Правая часть** |
|---|---|
| 1. Индукция. | А) Время выполнения программы определяют с помощью измерительного средства. |
| 2. Дедукция. | Б) Результаты изучения отдельных модулей объединяют в целостное объяснение работы системы. |
| 3. Анализ. | В) По повторяющейся зависимости в изученных случаях выдвигают общее предположение. |
| 4. Синтез. | Г) Из доказанной оценки сложности алгоритма выводят следствие для заданного размера входа. |
| | Д) Работу алгоритма разделяют на этапы и исследуют вклад каждого этапа в затраты. |

2. Установите соответствие между затруднением в работе международного научного семинара и действием, непосредственно направленным на его устранение. Один вариант справа лишний.

| **Левая часть** | **Правая часть** |
|---|---|
| 1. Участникам неизвестна расшифровка сокращений, принятых в лаборатории докладчика. | А) Снизить темп речи и дать краткое письменное изложение основных положений. |
| 2. Один и тот же термин обозначает у участников разные научные понятия. | Б) Уточнить индивидуальные ограничения и найти приемлемое время встречи. |
| 3. Участники не успевают воспринимать устную речь на рабочем языке семинара. | В) Привести полные названия при первом использовании сокращений. |
| 4. Предложенное время встречи совпадает с личными или религиозными ограничениями части участников. | Г) Согласовать определения используемых понятий. |
| | Д) Согласовать единый стиль оформления списка литературы. |

3. Установите соответствие между инструментом самоорганизации и его основным назначением при подготовке исследовательской работы. Один вариант справа лишний.

| **Левая часть** | **Правая часть** |
|---|---|
| 1. Дневник затрат времени. | А) Собрать результаты деятельности, позволяющие проследить профессиональное развитие. |
| 2. Портфолио выполненных исследовательских работ. | Б) Сопоставить качество работы с явными критериями и уровнями их достижения. |
| 3. Шкала оценивания с описанием уровней выполнения. | В) Распределить этапы работы во времени и установить даты проверки их выполнения. |
| 4. Календарный план с контрольными сроками. | Г) Автоматически проверить статистическую значимость результатов эксперимента. |
| | Д) Зафиксировать фактически затраченное время по видам деятельности. |

4. Соотнесите перечисленные сведения с документом или разделом, в котором они обычно приводятся.

| **Левая часть** | **Правая часть** |
|---|---|
| 1. Уравнения, обозначения переменных и принятые допущения. | А) Описание математической модели. |
| 2. Последовательность действий, ветвления и условие завершения. | Б) Календарный план исследования. |
| 3. Идентификатор запуска, параметры и полученные значения. | В) Описание алгоритма. |
| 4. Авторы, названия и выходные данные использованных публикаций. | Г) Протокол вычислительного эксперимента. |
| | Д) Список использованных источников. |

5. Соотнесите характеристику научного результата с вопросом, на который она отвечает.

| **Левая часть** | **Правая часть** |
|---|---|
| 1. Научная новизна. | А) Можно ли независимо повторить расчёт в описанных условиях и получить согласующийся результат? |
| 2. Достоверность. | Б) Что установлено или предложено по сравнению с уже известными результатами? |
| 3. Практическая значимость. | В) Насколько часто публикацию упоминали другие авторы? |
| 4. Воспроизводимость вычислительного результата. | Г) Какими доказательствами или корректными проверками обоснован сделанный вывод? |
| | Д) Для решения каких прикладных задач может быть полезен полученный результат? |

6. Установите соответствие между репликой участника международного научного семинара и её основной коммуникативной задачей. Один вариант справа лишний.

| **Левая часть** | **Правая часть** |
|---|---|
| 1. «Под устойчивостью здесь понимается малое изменение результата при малом изменении входных данных». | А) Обосновать выбор численного метода решения задачи. |
| 2. «Правильно ли я понял, что ваш вопрос относится к выбору тестовой выборки?» | Б) Дать критическое замечание по содержанию работы, а не по качествам её автора. |
| 3. «Для проверки этого вывода в описании эксперимента не хватает значений параметров». | В) Вовлечь в общую дискуссию участников, использующих другой способ выражения замечаний. |
| 4. «Предлагаю также рассмотреть письменные замечания коллег, которые пока не выступали». | Г) Установить рабочее значение научного термина. |
| | Д) Уточнить смысл вопроса собеседника. |

7. Установите соответствие между сведением, используемым при составлении плана профессионального развития, и его ролью в этом плане. Один вариант справа лишний.

| **Левая часть** | **Правая часть** |
|---|---|
| 1. При самостоятельном разборе статьи студент верно объяснил метод, но допустил ошибки в интерпретации результатов. | А) Требование предстоящей профессиональной задачи. |
| 2. Для предстоящей курсовой работы необходимо уметь интерпретировать результаты сравнения алгоритмов. | Б) Ограничение доступного ресурса времени. |
| 3. В учебном расписании можно выделить три часа в неделю для дополнительных занятий. | В) Способ проверки достижения результата обучения. |
| 4. Умение будет проверяться на новом примере: требуется объяснить результат и назвать ограничения сделанного вывода. | Г) Сведения о текущем уровне подготовки. |
| | Д) Показатель популярности направления исследования. |

8. Соотнесите раздел научной статьи с его основным назначением.

| **Левая часть** | **Правая часть** |
|---|---|
| 1. Кратко представить работу целиком: задачу, подход и основной результат. | А) Аннотация. |
| 2. Обосновать актуальность проблемы и сформулировать цель работы. | Б) Введение. |
| 3. Сопоставить опубликованные подходы к решению рассматриваемой задачи. | В) Обзор литературы. |
| 4. Обобщить полученные в работе результаты и указать, что достигнуто. | Г) Приложение. |
| | Д) Заключение. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1–В, 2–Г, 3–Д, 4–Б | 1–В, 2–Г, 3–А, 4–Б | 1–Д, 2–А, 3–Б, 4–В | 1–А, 2–В, 3–Г, 4–Д | 1–Б, 2–Г, 3–Д, 4–А | 1–Г, 2–Д, 3–Б, 4–В | 1–Г, 2–А, 3–Б, 4–В | 1–А, 2–Б, 3–В, 4–Д |
| Компетенции | УК-2 | УК-6 | УК-7 | ПК-3 | УК-2 | УК-6 | УК-7 | ПК-3 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Гипотеза задаёт количественную зависимость времени работы алгоритма от размера входа. Предстоит сформулировать прогноз и проверить его на новых данных; условия запуска и допустимое расхождение согласованы. Прогноз должен быть зафиксирован до получения проверочных измерений. Расположите действия.
А) Провести запланированные запуски и получить измеренные значения времени.
Б) Оценить, согласуется ли гипотеза с результатом проверки в исследованных условиях.
В) Вывести из гипотезы ожидаемые значения времени для выбранных размеров входа.
Г) Сопоставить измеренные и ожидаемые значения с учётом допустимого расхождения.

2. Докладчик адаптирует сообщение об алгоритме для международной аудитории с разной предметной подготовкой. Анкета для выяснения подготовки участников уже составлена. Установите последовательность подготовки и проверки адаптированного объяснения.
А) Подготовить пояснения к понятиям, по которым выявлены пробелы в подготовке слушателей.
Б) Сопоставить сведения о подготовке слушателей с понятиями, необходимыми для понимания алгоритма.
В) Провести пробное выступление с адаптированным объяснением и собрать обратную связь.
Г) Получить ответы будущих слушателей на анкету об их предметной подготовке.

3. Студент планирует совершенствовать умение критически разбирать научную статью. Пробная статья и критерии качественного разбора уже выбраны. Установите последовательность разработки индивидуального плана обучения на основе самооценки.
А) Подобрать учебные материалы и упражнения для достижения поставленной цели.
Б) Самостоятельно выполнить пробный разбор статьи.
В) Сформулировать цель обучения, направленную на устранение основного выявленного пробела.
Г) Сопоставить выполненный разбор с критериями и определить затруднения.

4. Все запуски вычислительного эксперимента завершены, протоколы сохранены, а показатели для сравнения заранее выбраны. Упорядочите подготовку сводной таблицы результатов и её включение в научный отчёт.
А) Оформить таблицу из рассчитанных показателей, указав обозначения и единицы.
Б) Собрать протоколы запусков, относящихся к выбранной серии.
В) Включить таблицу в отчёт и описать выявленные в ней различия.
Г) Рассчитать по протоколам выбранные показатели для сравниваемых вариантов.

5. Исследователь хочет обосновать устойчивость своей математической модели с помощью известной теоремы. Ему известно название теоремы, но её точная формулировка ещё не изучена. Расположите действия для проверки применимости теоремы.
А) Решить, позволяет ли теорема сделать требуемый вывод об этой модели.
Б) Выделить в формулировке теоремы условия и утверждаемое заключение.
В) Найти полную формулировку теоремы в проверенном математическом источнике.
Г) Сопоставить свойства рассматриваемой модели с условиями теоремы.

6. В международной исследовательской группе один термин употребляют в нескольких значениях. Группа готовит единый глоссарий для совместного отчёта. Установите последовательность работы с этим термином.
А) Собрать фрагменты текстов участников, в которых используется термин.
Б) Внести принятое определение и пример употребления в глоссарий отчёта.
В) Сопоставить собранные контексты и установить различия в значении термина.
Г) Согласовать, какое значение термина используется в совместном отчёте.

7. Студент хочет оценить свой прогресс в интерпретации результатов вычислительного эксперимента за время цикла практических занятий. Подготовлены два сопоставимых задания и единые критерии оценки. Установите последовательность проверки прогресса.
А) Пройти цикл практических занятий по интерпретации результатов эксперимента.
Б) Сравнить результаты двух оценок и определить, какие затруднения сохранились.
В) Выполнить второе сопоставимое задание без подсказок и оценить его по тем же критериям.
Г) Выполнить первое задание без подсказок и зафиксировать исходную оценку.

8. Рецензент указал на возможную ошибку в формуле отчёта. По этой формуле построен график. Упорядочите действия автора, если проверка подтвердит ошибку.
А) Внести проверенное исправление в формулу.
Б) Пересчитать значения по исправленной формуле и обновить график.
В) Найти в отчёте формулу, к которой относится замечание.
Г) Проверить вывод формулы и установить, в чём состоит ошибка.

9. Проверяется утверждение: «Алгоритм А правильно сортирует по неубыванию любой непустой массив целых чисел». Используется поиск контрпримера. Расположите действия, позволяющие обоснованно опровергнуть утверждение при обнаружении ошибки алгоритма.
А) Запустить алгоритм А на выбранном массиве и получить результат.
Б) Выбрать непустой массив целых чисел в качестве входа для проверки.
В) При нарушении проверенного требования предъявить этот случай как опровержение общего утверждения.
Г) Проверить, сохранились ли все элементы с учётом повторений и расположены ли они по неубыванию.

10. Необходимо назначить общую онлайн-встречу международной исследовательской группы. Участники находятся в разных часовых поясах и имеют индивидуальные ограничения по времени. Подходящее всем время существует. Установите последовательность согласования встречи.
А) Собрать сведения о часовых поясах и доступном времени участников.
Б) Согласовать с участниками один из общих доступных интервалов.
В) Разослать приглашение с выбранными датой, временем и явно указанным часовым поясом.
Г) Перевести доступные интервалы в один часовой пояс и найти их пересечение.

11. Студент хочет сделать недельный план работы над исследованием более реалистичным на основе фактических затрат времени. Установите последовательность одного цикла планирования и его корректировки.
А) Сопоставить фактические затраты с плановыми и определить основные причины расхождений.
Б) Скорректировать оценки длительности и распределение времени для следующего недельного плана.
В) Выполнить запланированную работу, записывая фактическое время по видам деятельности.
Г) Составить первоначальный недельный план с оценкой длительности задач.

12. По требованиям к отчёту источники нумеруются в порядке первого упоминания в тексте. Текст завершён, но вместо номеров пока стоят условные обозначения источников. Упорядочите окончательное оформление ссылок.
А) Расположить библиографические записи в установленном порядке и присвоить им номера.
Б) Заменить условные обозначения в тексте номерами из полученного списка.
В) Установить порядок первого упоминания каждого источника в тексте.
Г) Проверить соответствие всех номеров в тексте записям списка.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В, А, Г, Б | Г, Б, А, В | Б, Г, В, А | Б, Г, А, В | В, Б, Г, А | А, В, Г, Б |
| Компетенции | УК-2 | УК-6 | УК-7 | ПК-3 | УК-2 | УК-6 |

| Номер вопроса | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Г, А, В, Б | В, Г, А, Б | Б, А, Г, В | А, Г, Б, В | Г, В, А, Б | В, А, Б, Г |
| Компетенции | УК-7 | ПК-3 | УК-2 | УК-6 | УК-7 | ПК-3 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. На нескольких наборах данных математическая модель точно описала наблюдаемый процесс. Достаточно ли этого, чтобы считать её точным описанием процесса при любых условиях? Объясните роль допущений модели и назовите одну содержательную проверку при переносе модели на новые условия.

Пример правильного ответа: Нет. Совпадение показывает согласие модели с наблюдениями в рассмотренных случаях, но не доказывает её универсальную точность. Допущения выделяют существенные свойства процесса и задают границы, в которых описание обосновано; в новых условиях эти допущения могут нарушаться. Например, следует сопоставить прогноз модели с независимыми наблюдениями, полученными в новых условиях. Допустим иной корректный пример проверки конкретного допущения или согласия прогноза с новыми наблюдениями.
Критерии оценивания:
- Различено подтверждение на изученных случаях и всеобщее утверждение; универсальная точность не выводится из конечной серии успешных проверок.
- Объяснено, что допущения и ограничения модели определяют область обоснованного применения.
- Предложена содержательная проверка в новых условиях: конкретное допущение либо прогноз сопоставляются с независимыми сведениями или наблюдениями.

Компетенции: УК-2

2. Вы готовите краткий доклад о результатах исследования по прикладной математике и информатике для международного семинара. Какие сведения об аудитории стоит уточнить? Предложите два способа адаптации объяснения и один способ проверить, что основная мысль понята правильно.
Пример правильного ответа. Стоит уточнить рабочий язык, знакомство участников с темой и основными методами, а также удобный способ обсуждения. Можно дать определения ключевых терминов и расшифровать сокращения; сопровождать формулы пояснением смысла обозначений и небольшим примером. Для проверки понимания можно попросить участников своими словами сформулировать основной вывод или обсудить короткий пример его применения. Особенности аудитории следует выяснять у участников, не выводя их из национальности или конфессиональной принадлежности. Допустимы другие обоснованные способы адаптации.
Критерии оценивания:
- Названы сведения об аудитории, влияющие на понимание доклада, без приписывания качеств участникам по происхождению или вероисповеданию.
- Предложены два уместных способа адаптации, сохраняющие научный смысл сообщения.
- Предложена содержательная проверка понимания, а не только вопрос о наличии вопросов.

Компетенции: УК-6

3. Назовите одно умение, которое вам необходимо развить для подготовки исследования по прикладной математике и информатике. Укажите, на чём основана такая самооценка, сформулируйте цель развития, предложите действия для её достижения и способ проверки результата.

Пример правильного ответа. Например, необходимо развить умение обоснованно выбирать показатели качества алгоритма. При разборе своей работы я смог вычислить показатели, но не объяснил, почему они подходят для задачи; это также отмечено в обратной связи преподавателя. Цель — за две недели научиться выбирать показатель для изучаемого класса задач и объяснять его ограничения. Для этого я разберу два примера выбора показателей, изучу допущенные ошибки и выполню самостоятельное задание. Проверка результата — обосновать выбор показателя на новом сопоставимом примере по заранее согласованным критериям. Допустимы другие умения, если самооценка, цель, действия и проверка результата согласованы между собой.
**Критерии оценивания:**
- Названо значимое для исследования умение и приведено основание самооценки: выполненная работа, обнаруженное затруднение или содержательная обратная связь.
- Сформулирована конкретная цель и предложены выполнимые действия, связанные с выявленным пробелом.
- Предложена проверка освоенного умения по результату деятельности, согласованная с поставленной целью.

Компетенции: УК-7

4. В заключении курсовой работы написано: «Предлагаемый метод лучше известного». В разделе результатов приведена таблица времени работы двух методов на одном наборе данных. Какие два уточнения нужно внести в формулировку вывода и какими сведениями из отчёта его следует подкрепить?

Пример правильного ответа. Нужно указать, по какому критерию получено преимущество — здесь речь идёт о времени работы, — и ограничить вывод исследованным набором данных и условиями выполнения. Следует назвать сравниваемые методы и сослаться на таблицу с результатами для обоих. В описании эксперимента должны быть указаны существенные условия сравнения; если проводились повторные запуски, поясняют способ получения итоговых значений. Эти данные не обосновывают превосходство по точности или на любых других задачах. Если таблица не показывает меньшего времени, утверждение о преимуществе нужно убрать.
Критерии оценивания:
- Указан конкретный критерий сравнения, соответствующий приведённым результатам.
- Ограничена область вывода изученными данными и условиями; не заявлено универсальное превосходство.
- Названы подтверждающие сведения о результатах обоих методов и условиях их сопоставления.

Компетенции: ПК-3

**Разработчики ФОС:**

- доктор технических наук, Кореньков В.В., по совместительству профессор филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат физико-математических наук, Лукьянов К.В., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ
- Любимова М.А., по совместительству программист факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

## ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ

## МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ

Семестр – 2
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость –108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 64 ч.
Из них
Лекций – 32 ч.
Семинаров – 32 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 44 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **СПК-1.** Способность применять классические и современные математические методы для постановки задач математического моделирования в различных областях науки и техники, осуществлять математическое моделирование физических, технологических и природных процессов. | **Знать** основные классические и современные математические методы математического моделирования.<br><br>**Уметь** структурировать задачи математического моделирования, создавать или подбирать технологии математического моделирования.<br><br>**Владеть** методами оценки границы применимости математического моделирования, определять их недостатки и несоответствия. |
| **СПК-2.** Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современные суперкомпьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах. | **Знать** порядок организации крупномасштабного математического моделирования и обработки данных<br><br>**Уметь** проводить работу с источниками информации для подготовки плана проекта крупномасштабного математического моделирования и обработки данных<br><br>**Владеть** математическим аппаратом, вычислительными методами для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей Компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | СПК-1, СПК-2 | Практические задания. Анализ прикладных задач. Экзамен по дисциплине. |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Практические задания | Критерии оценивания |
| 2 | Анализ прикладных задач | Примерные темы |
| 3 | Экзамен по дисциплине | ФОС |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. По спутниковым и наземным измерениям требуется предсказать численное значение концентрации загрязняющего вещества. Какая постановка задачи наиболее уместна?
а) Кластеризация без целевой переменной.
б) Регрессия с обучением по размеченным примерам.
в) Классификация изображений по категориям.
г) Обучение с подкреплением без функции вознаграждения.

2. Исследователь хочет разбить участки территории на группы по сходству свойств, но заранее известных меток групп нет. Какой подход следует рассмотреть прежде всего?
а) Кластеризация.
б) Линейная регрессия с целевыми метками классов.
в) Бинарная классификация с учителем.
г) Детекция объектов.

3. При оценке регрессионной модели на независимой тестовой выборке получены высокий коэффициент детерминации $R^2 = 0{,}95$ и достаточно большая среднеквадратичная ошибка (RMSE). Как следует интерпретировать такой результат?
а) Высокий $R^2$ гарантирует высокую точность модели, поэтому величину RMSE можно не учитывать.
б) Высокий $R^2$ свидетельствует о хорошем результате относительно предсказания среднего значения, но RMSE показывает, что абсолютные ошибки прогнозирования могут оставаться значительными.
в) Высокий $R^2$ при большом RMSE однозначно свидетельствует о переобучении модели.
г) Такие значения $R^2$ и RMSE противоречат друг другу и не могут быть получены одновременно.

4. По изображениям растений необходимо определить число отдельных насекомых каждого вида. Какая постановка задачи обычно информативнее простой классификации изображения целиком?
а) Классификация одного изображения одним классом.
б) Регрессия температуры по времени.
в) Обнаружение отдельных объектов с определением их классов.
г) Кластеризация значений влажности.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | б | а | б | в |
| Компетенции | СПК-1 | СПК-1 | СПК-2 | СПК-2 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие аспекты необходимо учитывать при постановке научной задачи, предполагающей использование методов машинного обучения?
а) Определение цели исследования, постановка задачи и выбор целевых показателей.
б) Анализ доступных данных, их объёма, качества и репрезентативности.
в) Анализ существующих методов решения аналогичных задач и оценка возможности их применения.
г) Определение критериев оценки качества и способов проверки обобщающей способности модели.
д) Учёт ограничений исходных данных, вычислительных ресурсов и условий практического применения модели.

2. Какие утверждения верны для классификации при сильном дисбалансе классов?
а) Одна только accuracy может давать обманчивое впечатление о качестве.
б) Полезно анализировать полноту и precision по отдельным классам.
в) Дисбаланс всегда устраняется увеличением числа эпох.
г) Macro-F1 может быть полезнее общей accuracy.
д) Независимая тестовая выборка по-прежнему необходима.

3. Что может привести к завышенной оценке качества модели при прогнозе экологических показателей?
а) Случайное разделение пространственно близких точек при сильной пространственной зависимости.
б) Использование тестовых данных для выбора гиперпараметров.
в) Пространственно независимая проверка.
г) Попадание информации о целевой переменной в признаки.
д) Отдельный анализ ошибок на новых территориях.

4. Что разумно учитывать при выборе CPU/GPU и протокола обучения нейросети?
а) Размер модели и объём обучающих данных.
б) Доступную видеопамять и размер батча.
в) То, что GPU гарантирует более высокую точность.
г) Длительность обучения и повторяемость запусков.
д) Наличие поддержки нужных операций выбранным фреймворком.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | а, б, в, г, д | а, б, г, д | а, б, г | а, б, г, д |
| Компетенции | СПК-1 | СПК-1 | СПК-2 | СПК-2 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите задачу и постановку:

| | |
|---|---|
| А) прогноз численной концентрации PM2.5; | 1) Классификация;<br>2) Сегментация;<br>3) Регрессия; |

| | |
|---|---|
| Б) определение болезни по изображению листа;<br>В) группирование почвенных проб без меток;<br>Г) выделение контуров клеток на снимке. | 4) Кластеризация.<br>5) Прогнозирование временного ряда методом экспоненциального сглаживания.<br>6) Определение оптимальных параметров вычислительной инфраструктуры. |

2. Соотнесите метод с характерной особенностью:

| | |
|---|---|
| А) линейная регрессия;<br>Б) Random Forest;<br>В) k-средних;<br>Г) сверточная нейронная сеть. | 1) Ансамбль деревьев.<br>2) Линейная зависимость численного отклика от признаков.<br>3) Обучаемые пространственные фильтры для изображений.<br>4) Разделение объектов на заданное число кластеров.<br>5) Поиск оптимального маршрута с использованием эвристик.<br>6) Вычисление среднего значения экспериментального ряда. |

3. Соотнесите задачу оценки модели и показатель:

| | |
|---|---|
| А) измерить типичный модуль ошибки регрессии;<br>Б) выявить систематическое завышение прогноза;<br>В) оценить полноту поиска редкого класса;<br>Г) изучить ошибки между всеми классами. | 1) Recall;<br>2) Матрица ошибок;<br>3) MAE;<br>4) MBE.<br>5) Accuracy.<br>6) Среднее значение целевой переменной. |

4. Соотнесите постановку и выход модели:

| | |
|---|---|
| А) классификация;<br>Б) детекция;<br>В) семантическая сегментация;<br>Г) регрессия. | 1) Численное значение.<br>2) Класс всего изображения.<br>3) Метка класса для каждого пикселя.<br>4) Координаты рамок и классы объектов.<br>5) Набор гиперпараметров оптимизатора.<br>6) Вероятностное распределение входных данных. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А–3, Б–1, В–4, Г–2 | А–2, Б–1, В–4, Г–3 | А–3, Б–4, В–1, Г–2 | А–2, Б–4, В–3, Г–1 |
| Компетенции | СПК-1 | СПК-1 | СПК-2 | СПК-2 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите этапы разработки модели для прикладной научной задачи:
А) выбрать класс методов и показатели качества;
Б) определить исследовательскую цель и целевую переменную;
В) проанализировать наличие, происхождение и качество данных;
Г) обучить модель и оценить результаты по согласованному протоколу.

2. Расположите шаги корректной оценки модели:

А) провести итоговую оценку на независимом тесте;
Б) заранее определить правила разделения данных;
В) подобрать гиперпараметры по обучению и валидации;
Г) зафиксировать выбранную модель и критерии качества.

3. Расположите этапы исследования:
А) оценить модель на независимых объектах;
Б) сформировать выборки с исключением пересечений одних и тех же объектов;
В) обучить выбранный классификатор;
Г) проверить качество разметки и дубликаты.

4. Расположите действия в типичном порядке градиентного обучения:
А) обновить параметры оптимизатором;
Б) выполнить прямой проход и получить предсказание;
В) вычислить функцию потерь;
Г) вычислить градиенты методом обратного распространения.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, В, А, Г | Б, В, Г, А | Г, Б, В, А | Б, В, Г, А |
| Компетенции | СПК-1 | СПК-1 | СПК-2 | СПК-2 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Исследователю необходимо оценить загрязнение воздуха на территориях с небольшим числом наземных наблюдений и доступными спутниковыми и метеорологическими данными. Рассмотрите возможности постановки задачи как регрессии, так и классификации. Какие методы машинного обучения можно использовать в каждом случае? Какие преимущества и ограничения имеют эти подходы и как организовать проверку качества полученных моделей?

Пример правильного ответа: В начале необходимо определить практическую цель: получение численной оценки концентрации или выделение территорий по уровням загрязнения. В первом случае задачу формулируют как регрессию, во втором — как классификацию по заранее обоснованным порогам. Для регрессии можно рассмотреть линейные модели, случайный лес или градиентный бустинг; для классификации — логистическую регрессию и ансамбли деревьев. Сначала анализируют полноту, достоверность и пространственно-временную репрезентативность наземных наблюдений, затем сопоставимость спутниковых и метеорологических признаков. Регрессия сохраняет количественную информацию, но может давать большие абсолютные ошибки в областях с редкими наблюдениями. Классификация в некоторых условиях позволяет получить более устойчивое практическое решение, однако приводит к потере количественной информации и зависит от выбора границ классов и сбалансированности выборки. Для проверки обобщения необходимо использовать пространственно и/или временно независимые тестовые данные. Для регрессии целесообразны MAE, RMSE и систематическое смещение; для классификации — матрица ошибок, precision, recall и macro-F1. Итоговый вывод должен учитывать неопределённость измерений, область применимости и риск утечки информации.

Критерии: Корректность постановки задачи; обоснованность выбора между регрессией и классификацией; понимание преимуществ и ограничений подходов; корректность предложенной процедуры оценки качества.

Компетенции: СПК-1

2. В сельскохозяйственной задаче по фотографиям растений высокого разрешения требуется оценивать распространенность вредителя. Сравните классификацию изображения, детекцию и сегментацию: что дает каждый подход и какой выберете для подсчета объектов?

Пример правильного ответа: Классификация всего изображения сообщает, присутствует ли интересующий объект или к какому классу относится изображение, но непосредственно не определяет количество отдельных особей. Детекция возвращает местоположение объектов в виде ограничивающих прямоугольников и их классы, поэтому часто является основным выбором для подсчёта насекомых. Сегментация позволяет определить пиксельные области объектов и может быть полезна при необходимости оценивать площадь, форму или точные границы, однако требует более детальной разметки. При выборе метода необходимо учитывать размеры насекомых на изображениях, перекрытия объектов, плотность популяции и качество аннотаций. Оценивать следует не только качество обнаружения, например precision и recall, но и ошибку подсчёта относительно экспертной разметки на независимых изображениях.

Критерии: Понимание различий постановок; связь с практической целью; учёт ограничений и подходящих метрик.

Компетенции: СПК-1

3. Почему высокий результат модели машинного обучения на случайной тестовой выборке ещё не доказывает ее пригодность для научного применения? Рассмотрите примеры временных рядов, пространственных наблюдений или близких изображений.

Пример правильного ответа: Высокое качество на случайной тестовой выборке не гарантирует качества в новых условиях, поскольку отдельные наблюдения могут быть статистически зависимыми. Временные ряды содержат близкие по времени измерения, пространственные выборки — соседние точки со сходными характеристиками, а наборы изображений — повторные кадры одного объекта. При случайном разделении такие связанные примеры оказываются одновременно в обучении и тесте, что завышает оценку обобщающей способности. Дополнительная утечка возникает при вычислении статистик нормализации или отборе признаков по всем данным до разделения либо при подборе гиперпараметров по тесту. Следует заранее определить независимое разделение по времени, территории или исходным объектам, обучать преобразования только на обучающих данных, выбирать модель по валидации и единожды оценивать её на независимом тесте. Результаты сравнивают с базовой моделью, исследуют ошибки отдельных групп, смещение, устойчивость и воспроизводимость.

Критерии: Понимание источников завышения оценок; предложения корректного протокола; интерпретация практической применимости.

Компетенции: СПК-2

4. Исследователь планирует обучить модель классификации изображений на основе предобученной сверточной нейронной сети. Ему доступны локальный компьютер с CPU и вычислительный узел с GPU, однако объем видеопамяти ограничен. Какие способы сокращения вычислительных затрат можно использовать при обучении модели? Какие параметры влияют на потребление видеопамяти и как оценить эффективность использования GPU?

Пример правильного ответа: Для задачи классификации изображений с ограниченными ресурсами разумно начать с переноса обучения: использовать предобученную сверточную сеть и обучать только классификационную голову при замороженном извлекателе признаков. Это уменьшает число обновляемых параметров и может снизить время обучения и потребление памяти. При необходимости можно частично разморозить последние слои сети. На затраты памяти влияют размер батча, разрешение входных изображений, размер архитектуры, промежуточные активации, градиенты и состояние оптимизатора. Для экономии ресурсов используют уменьшение batch size и разрешения, более компактную архитектуру, смешанную точность при поддержке оборудования и накопление градиентов при необходимости. CPU может быть достаточен для небольшого объёма инференса или обучения классификационной головы, тогда как GPU обычно ускоряет дообучение нейросети. Эффективность GPU оценивают по времени эпохи, скорости обработки изображений и загрузке ресурсов, сопоставляя одинаковые данные, модель, режим вычислений и критерии качества. Необходимо учитывать, что ускорение само по себе не гарантирует лучшую точность.
Критерии: Понимание факторов, определяющих вычислительные затраты; обоснованный выбор способов оптимизации; корректная оценка преимуществ и ограничений использования GPU.

Критерии оценивания: закрытые задания засчитываются при полном совпадении с ключом. Для открытых заданий учитываются обоснованность метода, корректность проверки, полнота и интерпретация результатов; допускаются содержательно эквивалентные ответы.

Компетенции: СПК-2

**Разработчик ФОС:**

- кандидат технических наук, Ужинский А.В., по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне

**ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТКРЫТЫХ БИБЛИОТЕК НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON**

Семестр – 2
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость –108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 64 ч.
Из них
Лекций – 32 ч.
Семинаров – 32 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 44 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **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** методы верификации и валидации научных результатов в вычислительных экспериментах.<br><br>**Уметь** проводить полномасштабные вычислительные эксперименты, обрабатывать большие объёмы данных и получать новые научные знания или готовые программные решения.<br><br>**Владеть** навыками получения, документирования и первичного анализа научно-практических результатов, пригодных для внедрения или публикации. |
| **СПК-3.** Способность разрабатывать гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов, включая проекты класса мегасайенс | **Знать** основные подходы для разработки математических гетерогенных вычислительных сред для решения научных задач крупных проектов.<br><br>**Уметь** применять гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов.<br><br>**Владеть** методами разработки и применения математических гетерогенных вычислительных сред для решения научных задач крупных проектов. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей Компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ПК-2, СПК-3 | Практические задания. Работа на занятиях. Экзамен по дисциплине. |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Практические задания | Критерии оценивания |
| 2 | Работа на занятиях | Примерные темы |
| 3 | Экзамен по дисциплине | ФОС |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. В таблице измерений время загружено как строка. Необходимо сгруппировать данные по часам. Какой подход наиболее корректен?
а) Отсортировать строки лексикографически и считать каждые 60 строк одним часом.
б) Преобразовать столбец в datetime, проверить временные метки и использовать временную группировку/resample.
в) Удалить столбец времени до агрегации.
г) Преобразовать время в порядковый номер строки без проверки частоты измерений.

2. Требуется оценить зависимость измеренной концентрации PM2.5 от относительной влажности и увидеть возможную нелинейность. Какой график выбрать первым?
а) Круговую диаграмму долей.
б) График только среднего значения PM2.5.
в) Столбчатую диаграмму количества столбцов таблицы.
г) Диаграмму рассеяния с PM2.5 и RH по осям.

3. Исследователь разработал модель прогнозирования на экспериментальных данных и получил высокие показатели качества на обучающей выборке. Какое действие наиболее обоснованно для предварительной проверки качества модели?
а) Оценить качество модели на валидационной выборке, не использовавшейся при её обучении.
б) Считать полученные показатели достаточным доказательством эффективности модели.
в) Увеличить сложность модели, чтобы улучшить качество на обучающей выборке.
г) Исключить наблюдения с наибольшими ошибками прогноза.

4. Два исследователя выполнили анализ одного набора данных с помощью одинакового алгоритма, но получили разные результаты. Какой подход наиболее целесообразен для выяснения причин расхождений?
а) Выбрать результат с более высоким значением метрики качества.
б) Проверить версии программного обеспечения, настройки алгоритма, случайные состояния и выполненные преобразования данных.
в) Усреднить результаты двух экспериментов и считать расхождение устранённым.
г) Повторять вычисления до получения одинаковых результатов, не изменяя экспериментальный протокол.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | б | г | а | б |
| Компетенции | СПК-3 | СПК-3 | ПК-2 | ПК-2 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие действия разумно выполнить средствами pandas перед построением модели регрессии по измерениям датчиков?
а) Проверить пропуски и дубликаты.
б) Проверить типы столбцов и временные метки.
в) Заменить все пропуски нулями или близкими значениями без анализа.
г) Проверить диапазоны значений и единицы измерения.
д) Сохранить сведения о выполненных преобразованиях.

2. Какие утверждения о работе с Python-библиотеками корректны?
а) NumPy предназначена, в частности, для операций над числовыми массивами.
б) pandas удобна для табличных данных и временных индексов.
в) scikit-learn предоставляет инструменты обучения моделей и оценки качества.
г) Matplotlib автоматически исправляет некорректную разметку данных.
д) Версии библиотек следует фиксировать для воспроизводимых вычислений.

3. Какие действия необходимы для организации корректного вычислительного эксперимента?
а) Определить цель исследования и ожидаемый результат.
б) Описать используемые данные и ограничения их применения.
в) Выбрать методы обработки данных и критерии оценки результатов.
г) Зафиксировать схему вычислительного эксперимента и не допускать её изменения ни при каких условиях, независимо от получаемых результатов и выявленных особенностей данных.
д) Зафиксировать условия эксперимента и обеспечить возможность его повторения.

4. При сравнении нескольких моделей машинного обучения получены различные значения метрик качества. Какие действия необходимы для обоснованного научного вывода?
а) Сравнить модели на одинаковых независимых данных.
б) Проанализировать ошибки моделей и условия их возникновения.
в) Выбрать модель с максимальным $R^2$ независимо от остальных характеристик.
г) Учитывать вычислительную сложность и ограничения практического использования.
д) Рассмотреть устойчивость результатов к изменению условий эксперимента.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | а, б, г, д | а, б, в, д | а, б, в, д | а, б, г, д |
| Компетенции | СПК-3 | СПК-3 | ПК-2 | ПК-2 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите задачу и наиболее характерный инструмент:

| | |
|---|---|
| А) численные операции над массивами;<br>Б) обработка табличных данных;<br>В) построение диаграмм;<br>Г) обучение регрессионной модели. | 1) Matplotlib<br>2) scikit-learn<br>3) NumPy<br>4) pandas<br>5) BeautifulSoup<br>6) Pillow |

2. Соотнесите вид исходных данных и средство первичной обработки:

| | |
|---|---|
| А) таблица CSV с временными метками; | 1) BeautifulSoup / pandas.read_html; |

| | |
|---|---|
| Б) набор цифровых изображений;<br>В) HTML-страница с таблицей;<br>Г) временной ряд с сезонностью. | 2) pandas с datetime и resample;<br>3) OpenCV / Pillow;<br>4) временная визуализация и декомпозиция.<br>5) алгоритмы оптимизации маршрута;<br>6) средство компиляции программ на C++. |

3. Соотнесите этап исследования с его основной задачей:

| | |
|---|---|
| А) Постановка задачи<br>Б) Подготовка данных<br>В) Проведение эксперимента<br>Г) Оценка результатов | 1) Определение показателей качества полученной модели.<br>2) Формулирование цели и ожидаемых результатов.<br>3) Проверка качества и преобразование исходных данных.<br>4) Выполнение вычислений по выбранной методике.<br>5) Автоматическое исключение всех неудобных наблюдений.<br>6) Изменение исходной гипотезы для соответствия полученным результатам. |

4. Соотнесите характеристику исследования с наиболее подходящим способом её проверки:

| | |
|---|---|
| А) Воспроизводимость<br>Б) Обобщающая способность<br>В) Устойчивость результатов<br>Г) Вычислительная эффективность | 1) Проверка качества модели на новых независимых данных.<br>2) Анализ ошибок в разных условиях и на разных подвыборках.<br>3) Повторное выполнение эксперимента в документированных условиях.<br>4) Оценка времени выполнения и потребления ресурсов.<br>5) Выбор результата с наибольшим численным показателем.<br>6) Увеличение числа параметров модели без проверки качества. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А–3, Б–4, В–1, Г–2 | А–2, Б–3, В–1, Г–4 | А–2, Б–3, В–4, Г–1 | А–3, Б–1, В–2, Г–4 |
| Компетенции | СПК-3 | СПК-3 | ПК-2 | ПК-2 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите этапы выполнения анализа в Python:
А) Рассчитать метрики качества на независимой тестовой выборке.
Б) Проверить качество исходных данных и определить необходимые преобразования.
В) Обучить регрессионную модель на обучающих данных.
Г) Разделить данные на обучающую и тестовую выборки с учетом характера наблюдений.

2. Расположите шаги подготовки переносимого интерактивного документа Jupyter Notebook:
А) Выполнить полный контрольный запуск от начала до конца.

Б) Настроить пути к данным и описать входные файлы.
В) Зафиксировать версии зависимостей и необходимые параметры среды.
Г) Сохранить полученные метрики, графики и описание результатов.

3. Расположите этапы исследования в логически правильной последовательности:
А) Выполнить вычислительный эксперимент и получить результаты.
Б) Провести анализ исходных данных и проверить их пригодность.
В) Сформулировать исследовательскую задачу и определить критерии оценки.
Г) Оценить полученные результаты и сформулировать выводы.

4. Расположите действия в корректной последовательности:
А) Выполнить итоговое сравнение моделей на независимых тестовых данных.
Б) Определить единые правила разделения данных и показатели качества.
В) Обучить модели и подобрать параметры на обучающих и валидационных данных.
Г) Определить цель сравнения, выбрать сравниваемые методы и базовое решение (baseline).

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, Г, В, А | В, Б, А, Г | В, Б, А, Г | Г, Б, В, А |
| Компетенции | СПК-3 | СПК-3 | ПК-2 | ПК-2 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Опишите структуру интерактивного документа Jupyter Notebook для первичного анализа двух таблиц с измерениями PM2.5 и метеопараметров. Какие библиотеки и операции Python потребуются, чтобы загрузить данные, проверить их качество, согласовать временные метки и построить информативные графики?

Пример правильного ответа: сначала с помощью pandas загружают исходные таблицы и проверяют названия и типы столбцов. Временные метки преобразуют в datetime, уточняют часовые пояса, порядок наблюдений и фактическую частоту измерений. Выявляют пропуски, дубликаты, некорректные значения и несовпадение временных интервалов. Далее временные ряды синхронизируют, например с помощью resample или merge_asof, предварительно обосновав частоту усреднения и допустимый временной допуск. С применением NumPy, pandas и Matplotlib либо Seaborn строят временные графики PM2.5 и метеопараметров, диаграммы рассеяния и распределения значений. Все решения по очистке данных объясняют, преобразования выполняют последовательно, а итоговые таблицы и графики сохраняют в документированном интерактивном документе Jupyter Notebook.

Критерии: Корректный выбор библиотек; последовательность операций; контроль временной согласованности и качества; обоснование визуализаций; воспроизводимость.

Компетенции: СПК-3

2. Необходимо подготовить один интерактивный документ Jupyter Notebook для работы с табличными измерениями и второй — для базовой классификации изображений с использованием предобученной модели. Объясните, какие группы библиотек понадобятся, как организовать загрузку и подготовку данных, оценивание результатов и перенос выполнения между двумя вычислительными средами с различной конфигурацией CPU/GPU.

Пример правильного ответа: Для табличных измерений используют pandas и NumPy для загрузки и преобразований, Matplotlib для графиков и scikit-learn для базовой регрессии и оценки качества.

Для изображений применяют Pillow или OpenCV, а для предобученной нейронной сети — PyTorch либо TensorFlow. Источники данных, состав выборок и операции подготовки документируют; обучение и выбор параметров отделяют от окончательного теста. Для регрессии представляют MAE или RMSE, для классификации — accuracy, F1 и матрицу ошибок с учетом характера выборки. Для переносимости фиксируют версии Python и пакетов, случайные состояния, пути и параметры запуска; сохраняют модели и метрики. На второй платформе проверяют последовательное выполнение, достаточность оперативной и видеопамяти и сопоставимость результатов.

Критерии: Осмысленный выбор библиотек; корректность подготовки данных и оценки; переносимость; воспроизводимость; ясность описания.

Компетенции: СПК-3

3. Исследователю предоставлен набор экспериментальных данных для построения прогнозной модели. Опишите основные этапы исследования от проверки исходных данных до представления результатов. Какие действия необходимы для обеспечения достоверности и воспроизводимости полученных выводов?

Пример правильного ответа: Исследователь начинает с определения цели и целевой переменной, после чего изучает происхождение, структуру и ограничения данных. Проверяет полноту, пропуски, дубликаты и аномалии, фиксируя принятые решения по очистке. С учетом особенностей наблюдений выбирает способ разделения данных, метрики и базовую модель для сравнения. Далее обучает и настраивает модели на обучающей и валидационной частях, исключая обращение к тестовым данным при настройке. После окончательного выбора оценивает результат на независимом тесте, сравнивает с baseline и анализирует типичные ошибки. Для воспроизводимости документирует исходные файлы, версии библиотек, параметры модели, случайные состояния и все преобразования. Отчет содержит таблицы метрик, необходимые графики, интерпретацию и ограничения выводов.

Критерии: Логичная последовательность исследования; корректность независимой проверки; выбор показателей; воспроизводимость и обоснованность выводов.

Компетенции: ПК-2

4. Исследователь сравнил несколько методов обработки экспериментальных данных. Один метод обеспечивает наиболее высокую точность, но требует значительных вычислительных ресурсов. Другой немного уступает по точности, однако существенно быстрее и проще в реализации. Как обоснованно выбрать подходящий метод и какие результаты необходимо представить в отчёте?

Пример правильного ответа: Выбор начинают с определения практических требований к точности, скорости, памяти и условиям применения. Для обеих моделей используют одинаковые исходные данные, единый протокол разделения и одни и те же показатели качества. Сопоставляют основные метрики, характер ошибок и устойчивость на различных подвыборках, а также время обучения и применения, потребление памяти и стоимость сопровождения. Если прирост качества сложной модели невелик и несущественен для задачи, обоснованным может быть выбор более простой модели. В отчете приводят описание данных и методов, схему эксперимента, таблицу метрик и затрат, графики ошибок, ограничения и мотивированное итоговое решение.

Критерии: Комплексное сопоставление качества и затрат; сравнимость экспериментов; аргументированный выбор; полнота отчёта.

Критерии оценивания: закрытые задания засчитываются при полном совпадении с ключом. Для открытых вопросов учитываются полнота, корректность методов, обоснование протокола исследования и выводов; допускаются эквивалентные правильные решения.

Компетенции: ПК-2

**Разработчик ФОС:**

- кандидат технических наук, Ужинский А.В., по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне

# WEB-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НАУЧНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Семестр – 3
Зачётных единиц – 3
Общая трудоёмкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 72 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-4.** Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности. | **Знать** спектр современных информационно-коммуникационных технологий (облачные сервисы, ИИ-инструменты, аналитические платформы), применимых в своей сфере.<br><br>**Уметь** эффективно использовать современные ИКТ, включая облачные сервисы и суперкомпьютерные центры; применять базовые методы шифрования и безопасной передачи данных.<br><br>**Владеть** методами разработки и развёртывания ПО в гетерогенных средах; навыками настройки безопасной программно-аппаратной среды для научных расчётов. |
| **СПК-4.** Способность разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. | **Знать** основные технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Уметь** разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Владеть** технологиями распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-4, СПК-4 | Работа на занятиях. Практические задания. |

**3. Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации**

| № | Оценочное средство | Представление в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Работа на занятиях | Критерии оценивания работы на практических занятиях |
| 2 | Практические задания | Перечень тем практических работ |
| 3 | Экзамен | Комплект оценочных заданий для промежуточной аттестации |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Полученную от пользователя строку нужно показать в элементе страницы как обычный текст. Какой способ не интерпретирует эту строку как HTML?
а) Присвоить строку свойству innerHTML элемента.
б) Передать строку методу insertAdjacentHTML элемента.
в) Присвоить строку свойству textContent элемента.
г) Передать строку методу document.write документа.

2. Для чего в веб-приложении используют Web Worker?
а) Для переноса JavaScript страницы на выполнение веб-сервером.
б) Для выполнения JavaScript в отдельном рабочем потоке.
в) Для автоматического распределения кода страницы между ядрами процессора.
г) Для отложенного запуска вычислений в основном потоке страницы.

3. В форме уже настроена проверка обязательных полей средствами HTML и JavaScript. Где нужно дополнительно проверять входные данные, чтобы нельзя было обойти проверку прямым запросом к API?
а) В обработчике нажатия кнопки отправки формы.
б) В дополнительном JavaScript-модуле страницы.
в) В обработчике изменения каждого поля формы.
г) В серверном обработчике запроса к API.

4. Для какой вычислительной задачи наиболее уместно рассмотреть WebGL и выполнение однотипных операций на графическом процессоре?
а) Одинаковое преобразование большого массива независимых измерений.
б) Проверка заполнения полей формы при нажатии кнопки отправки.
в) Загрузка небольших файлов с нескольких удалённых веб-серверов.
г) Обновление текста и CSS-классов у элементов пользовательского меню.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | в | б | г | а |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие утверждения об одностраничном веб-приложении (SPA) верны? Выберите три варианта.
а) Часть интерфейса можно обновлять без полной перезагрузки страницы.
б) Новые данные с сервера становятся доступны SPA без дальнейшего сетевого обмена.
в) Данные для отображения можно получать отдельными запросами к API.
г) Работа без сети обеспечивается самим выбором архитектуры SPA.
д) Для запросов данных нужно предусмотреть состояния загрузки и ошибки.

2. Какие утверждения об объединении частичных результатов обработки непересекающихся частей набора данных верны? Выберите три варианта.
а) Общее среднее получают как среднее частичных средних независимо от размеров частей.
б) Общую сумму получают сложением сумм по непересекающимся частям.
в) Для общего среднего достаточно суммы и количества значений в каждой части.
г) При подсчёте уникальных значений нужно учитывать совпадения между частями.
д) Общее число уникальных значений получают сложением их чисел в каждой части.

3. Веб-страница получает JSON с помощью fetch(). Какие утверждения о получении и проверке ответа верны? Выберите три варианта.
а) По response.ok можно проверить, относится ли HTTP-статус к успешным.
б) Получение ответа с HTTP-ошибкой само отклоняет промис fetch().
в) После успешного выполнения await response.json() проверяют наличие нужных полей и их типы.
г) Заголовок Content-Type: application/json подтверждает правильность всех полей.
д) Связанный с запросом AbortController позволяет отменить запрос.

4. Несколько независимых асинхронных операций уже запущены, а их промисы переданы в Promise.all(). Какие утверждения верны? Выберите три варианта.
а) Успешное завершение общего промиса требует успеха всех переданных промисов.
б) При успехе результаты расположены в порядке промисов во входном массиве.
в) При успехе результаты расположены в порядке завершения операций.
г) Отклонение одного входного промиса приводит к отклонению общего промиса.
д) Отклонение общего промиса автоматически отменяет остальные операции.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | а, в, д | б, в, г | а, в, д | а, б, г |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите задачу защиты и средство, непосредственно предназначенное для её решения.

| **Задача защиты** | **Средство** |
|---|---|
| 1. Защитить передаваемые данные от чтения и изменения посторонними. | А. Атрибут HttpOnly у cookie. |
| 2. Запретить JavaScript страницы читать значение cookie. | Б. Хеширование паролей на сервере. |
| 3. Ограничить перечень источников, из которых разрешено загружать скрипты. | В. Настройка CORS на сервере API. |
| 4. Разрешить браузерному скрипту читать ответ API другого источника. | Г. Политика Content Security Policy (CSP). |
| | Д. HTTPS с проверкой сертификата сервера. |

2. Соотнесите описание способа работы с данными и его название.

| **Описание способа** | **Название** |
|---|---|
| 1. Новые записи обрабатывают по мере поступления, не дожидаясь накопления полного набора. | А. Потоковая обработка. |
| 2. Независимые части работы одновременно выполняют несколько вычислительных исполнителей. | Б. Кеширование результатов. |
| 3. Сохранённый результат используют при повторном запросе с теми же входными данными. | В. Параллельная обработка. |
| 4. Накопленный набор файлов обрабатывают отдельным запуском по расписанию. | Г. Пакетная обработка. |
| | Д. Сжатие данных. |

3. Соотнесите описание механизма хранения данных и его название. Подразумевается обычный режим браузера, без ручной очистки данных.

| **Описание механизма** | **Название** |
|---|---|
| 1. Синхронные строковые пары «ключ — значение», сохраняемые после закрытия браузера. | А. Cache API. |
| 2. Строковые пары «ключ — значение», связанные с сеансом отдельной вкладки. | Б. IndexedDB. |
| 3. Небольшие значения, автоматически включаемые в подходящие HTTP-запросы. | В. localStorage. |
| 4. Асинхронное хранилище структурированных записей с индексами и транзакциями. | Г. sessionStorage. |
| | Д. Cookie. |

4. Соотнесите задачу визуализации и подходящий вид диаграммы.

| **Задача визуализации** | **Вид диаграммы** |
|---|---|
| 1. Показать, как измеряемая величина изменялась во времени. | А. Гистограмма распределения. |
| 2. Исследовать связь двух числовых величин по парам наблюдений. | Б. Тепловая карта. |
| 3. Показать различия значений в ячейках прямоугольной таблицы цветом. | В. Диаграмма Ганта. |
| 4. Показать частоту попадания числовых измерений в интервалы. | Г. Линейный график. |
| | Д. Точечная диаграмма. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1–Д, 2–А, 3–Г, 4–В | 1–А, 2–В, 3–Б, 4–Г | 1–В, 2–Г, 3–Д, 4–Б | 1–Г, 2–Д, 3–Б, 4–А |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Контрольная сумма файла заранее получена из доверенного источника. Скачанный файл допускают к обработке только при её совпадении. Расположите действия проверки полного файла.

А) Вычислить контрольную сумму скачанного файла.
Б) Сравнить вычисленную сумму с ожидаемой.
В) Скачать файл полностью.
Г) При совпадении сумм передать файл в обработку.

2. Нужно впервые вывести геометрию через WebGL. Контекст и программа ещё не созданы. Расположите основные этапы; настройка атрибутов использует созданную программу шейдеров.
А) Создать программу шейдеров и выполнить её связывание.
Б) Выполнить команду отрисовки подготовленной геометрии.
В) Получить WebGL-контекст элемента canvas.
Г) Подготовить данные вершин и настроить атрибуты созданной программы.

3. Для печати имеется готовая HTML-разметка документа с изображениями и стилями. Её нужно показать и распечатать в новом окне. Расположите действия; печать вызывают после готовности изображений и шрифтов.
А) Дождаться загрузки изображений и готовности используемых шрифтов.
Б) Открыть пустое окно для печатной версии.
В) Вызвать печать подготовленного окна.
Г) Поместить готовую HTML-разметку в открытое окно.

4. Браузер должен показать трёхмерную модель из файла и подобрать камеру так, чтобы модель была видна целиком. Геометрия и настройки камеры ещё не подготовлены. Расположите этапы.
А) Настроить камеру с учётом границ созданной геометрии.
Б) Построить геометрию по прочитанным данным файла.
В) Отобразить сцену с подготовленными геометрией и камерой.
Г) Прочитать файл с описанием модели.

5. Для используемой библиотеки выпущено исправление уязвимости. Подготовлена тестовая копия приложения. В рабочую среду разрешено переносить только проверенную сборку. Расположите действия.
А) Установить исправленную версию библиотеки в тестовой копии.
Б) Проверить работу полученной сборки приложения.
В) Собрать приложение с обновлённой библиотекой.
Г) Перенести успешно проверенную сборку в рабочую среду.

6. Файл обрабатывают порциями, поскольку он не помещается в память целиком. Для каждой порции нужно преобразовать записи и сохранить результат. Следующую порцию читают после завершения текущей. Расположите действия одного цикла.
А) Освободить память исходных и обработанных данных текущей порции.
Б) Прочитать очередную порцию записей.
В) Записать результат преобразования в выходной файл.
Г) Преобразовать записи прочитанной порции.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В, А, Б, Г | В, А, Г, Б | Б, Г, А, В | Г, Б, А, В | А, В, Б, Г | Б, Г, В, А |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Для исследования нужны сведения, опубликованные на web-сайте. Их можно получать из HTML-страниц, а иногда — через официальный API.
Объясните, что такое web-скрейпинг, почему для регулярного получения данных обычно предпочитают документированный API и какое изменение сайта может нарушить HTML-скрейпинг.

Пример правильного ответа. Web-скрейпинг — автоматическое извлечение нужных данных из web-страниц. Документированный API предоставляет предназначенный для программного доступа формат и правила обращения, поэтому извлечение меньше зависит от оформления страниц. Изменение структуры HTML, названий классов или способа загрузки данных может потребовать исправления скрейпера.

Критерии оценивания:
- Скрейпинг определён как автоматическое извлечение данных из web-страниц.
- Названо преимущество API: документированный формат или правила программного доступа, меньшая зависимость от оформления страниц.
- Названо конкретное изменение страницы, нарушающее извлечение: структура HTML, селекторы или способ загрузки содержимого.

Компетенции: (ОПК-4).

2. В браузерном приложении разработчик выбирает, стоит ли распределять обработку данных между несколькими Web Worker.
Объясните, какое свойство работы позволяет выполнять её части параллельно, почему короткая задача может не получить ускорения и чем ограничена польза дальнейшего увеличения числа Worker.

Пример правильного ответа. Части работы можно выполнять параллельно, если они не требуют результатов друг друга на каждом шаге либо необходимое взаимодействие допускает такое выполнение. Для короткой задачи затраты на запуск Web Worker, передачу данных и согласование результатов могут превысить выигрыш. Дальнейшее ускорение ограничивают доступные вычислительные ресурсы и операции, которые остаются последовательными.

Критерии оценивания:
- Указана возможность выполнять части работы независимо либо с допустимым объёмом согласования.
- Указаны накладные затраты на запуск Worker, передачу данных или согласование, существенные для короткой задачи.
- Названо ограничение числа полезных исполнителей: вычислительные ресурсы или последовательная часть работы.

Компетенции: (СПК-4).

**Разработчик ФОС:**

- кандидат физико-математических наук, Лукьянов К.В., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# ПЛАТФОРМЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ WEB-РАЗРАБОТКИ

Семестр – 3
Зачётных единиц – 3
Общая трудоёмкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 72 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-4.** Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности. | **Знать** спектр современных информационно-коммуникационных технологий (облачные сервисы, ИИ-инструменты, аналитические платформы), применимых в своей сфере.<br><br>**Уметь** эффективно использовать современные ИКТ, включая облачные сервисы и суперкомпьютерные центры; применять базовые методы шифрования и безопасной передачи данных.<br><br>**Владеть** методами разработки и развёртывания ПО в гетерогенных средах; навыками настройки безопасной программно-аппаратной среды для научных расчётов. |
| **СПК-4.** Способность разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. | **Знать** основные технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Уметь** разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br><br>**Владеть** технологиями распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. |

## 2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-4, СПК-4 | Работа на занятиях. Практические задания. |

**3. Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации**

| № | Оценочное средство | Представление в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Работа на занятиях | Критерии оценивания работы на практических занятиях |
| 2 | Практические задания | Перечень тем практических работ |
| 3 | Экзамен | Комплект оценочных заданий для промежуточной аттестации |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

Инструкция: выберите один правильный ответ.

1. На сайте научной организации регулярно размещают описания наборов данных с полями «название», «автор» и «прибор». Какое средство CMS задаёт одинаковый состав полей для всех таких записей?

а) Шаблон оформления страницы материала.

б) Роль пользователя, редактирующего материалы.

в) Тип материала с заданными пользовательскими полями.

г) Категория для группировки опубликованных материалов.

2. Web-каталог должен показать число наблюдений каждого прибора. Исходная таблица содержит миллионы строк. Какая операция SQL позволяет получить из БД только нужные счётчики?

а) GROUP BY по прибору и COUNT(*) для каждой группы.

б) ORDER BY по прибору с выдачей всех строк таблицы.

в) DISTINCT по прибору без подсчёта строк в группах.

г) COUNT(*) по всей таблице без группировки по прибору.

3. Для скачивания закрытого файла выдана временная подписанная HTTPS-ссылка без дополнительных ограничений. Получатель переслал её коллеге. Кто сможет скачать файл, пока ссылка действительна?

а) Только пользователь, который создал ссылку в облачном сервисе.

б) Только получатель, которому ссылку отправили первоначально.

в) Только посетитель из браузера, первым открывшего эту ссылку.

г) Любой обладатель действующей ссылки, включая получившего её коллегу.

4. API сохраняет результат длительного расчёта в серверном кеше. После изменения исходных данных следующий запрос должен получить обновлённый результат. Как обработать прежнюю запись кеша?
а) Увеличить срок хранения прежнего результата на сервере.
б) Удалить прежний результат или пометить его недействительным.
в) Очистить браузерный кеш, сохранив прежнюю запись на сервере.
г) Сжать прежний результат, сохранив его под тем же ключом.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | в | а | г | б |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Веб-приложение читает данные из БД по фильтру, введённому пользователем. Какие два решения подходят для безопасной реализации? Выберите два ответа.
а) Собирать текст SQL соединением строк с введённым фильтром.
б) Передавать значение фильтра через параметр запроса к БД.
в) Проверять фильтр только в браузере вместо проверки на сервере.
г) Разместить пароль БД в JavaScript для прямого доступа браузера.
д) Подключать API под служебной учётной записью с необходимыми правами.

2. На многоядерном сервере запускают несколько процессов Python API для независимых запросов на вычисления. Какие три утверждения верны? Выберите три ответа.
а) Независимые расчёты могут выполняться на разных ядрах одновременно.
б) Обычный словарь Python в одном процессе доступен остальным как общий.
в) Общие согласованные данные можно хранить во внешней базе данных.
г) Удвоение числа процессов вдвое сокращает время каждого отдельного запроса.
д) При выборе числа процессов нужно учитывать суммарное потребление памяти.

3. Какие три действия соответствуют безопасному сопровождению расширений CMS? Выберите три ответа.
а) Получать расширения из проверяемого источника разработчика или официального каталога.
б) Считать большое число установок заменой проверки происхождения пакета.
в) Устанавливать исправления расширений с проверкой совместимости на тестовой копии.
г) Обновлять только ядро CMS, оставляя версии её расширений прежними.
д) Удалять неиспользуемые расширения вместе с их исполняемыми файлами.

**Вопрос 8**

4. Python API выгружает таблицу, которая не помещается в оперативную память. Какие два приёма позволяют обрабатывать и передавать её с ограниченными буферами? Выберите два ответа.

а) Читать источник итератором или генератором ограниченными порциями.

б) Преобразовать результат генератора в полный список перед отправкой.

в) Сначала построить в памяти одну JSON-строку со всеми записями.

г) Передавать подготовленные порции, ограничивая буфер неотправленных данных.

д) Читать данные в неограниченную очередь, пока клиент получает ответ.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | б, д | а, в, д | а, в, д | а, г |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите действие при работе над web-приложением с командой Git. Каждый вариант справа можно использовать не более одного раза.

| **Действие** | **Команда Git** |
|---|---|
| 1. Создать локальную копию существующего удалённого репозитория. | А. git commit |
| 2. Подготовить выбранные изменения файлов к следующему коммиту. | Б. git push |
| 3. Зафиксировать подготовленные изменения в локальной истории. | В. git clone |
| 4. Отправить локальные коммиты в удалённый репозиторий. | Г. git status |
| | Д. git add |

2. Соотнесите описание со средством размещения. Средства могут сочетаться, но каждое описание характеризует одно понятие. Каждый вариант справа можно использовать не более одного раза.

| **Особенность размещения** | **Средство** |
|---|---|
| 1. Команда получает виртуальную машину и сама обслуживает её операционную систему. | А. PaaS. |
| 2. Код развёртывают в готовой серверной среде; ОС обслуживает поставщик платформы. | Б. SaaS. |
| 3. Приложение упаковано с зависимостями и использует ядро ОС узла. | В. Статический хостинг. |
| 4. Размещаются готовые HTML, CSS и JavaScript без выполнения собственного серверного кода. | Г. Виртуальный сервер IaaS. |
| | Д. Контейнер. |

3. Соотнесите задачу защиты с механизмом, непосредственно решающим её. Каждый вариант справа можно использовать не более одного раза.

| **Задача защиты** | **Механизм** |
|---|---|
| 1. Защитить передаваемые между браузером и сайтом данные от чтения и изменения в сети. | А. Разграничение прав по ролям. |
| 2. Проверить учётную запись посетителя перед началом закрытого сеанса. | Б. HTTPS с проверкой сертификата сервера. |
| 3. Разрешить редактору менять статьи, но запретить управление пользователями. | В. Правила сетевого фильтра для порта БД. |
| 4. Разрешить соединения с портом БД только с узлов приложения. | Г. Аутентификация пользователя. |
| | Д. Резервное копирование базы данных. |

4. Соотнесите ситуацию в Python API с подходящей возможностью серверной платформы или БД. Каждый вариант справа можно использовать не более одного раза.

| **Ситуация** | **Возможность** |
|---|---|
| 1. Неверный формат даты нужно отклонять до выполнения запросов к данным. | А. Сжатие тела HTTP-ответа. |
| 2. Повторное создание соединения с БД занимает большую часть времени короткого запроса. | Б. Транзакция БД для связанных изменений. |
| 3. Для списка наблюдений выполняется отдельный запрос за названием каждого прибора. | В. Пул повторно используемых соединений с БД. |
| 4. Создание записи набора данных и сохранение его описания должны завершаться вместе. | Г. Одна пакетная выборка связанных значений. |
| | Д. Проверка параметров входной моделью. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1–В, 2–Д, 3–А, 4–Б | 1–Г, 2–А, 3–Д, 4–В | 1–Б, 2–Г, 3–А, 4–В | 1–Д, 2–В, 3–Г, 4–Б |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. CMS проверяет пароль по сохранённому хешу и создаёт сеанс. Учётная запись существует, пароль верен. Установите порядок обычного входа пользователя.
А. Проверить введённый пароль штатной функцией по сохранённому хешу.
Б. Создать сеанс и выдать браузеру его идентификатор.
В. Получить на сервере логин и пароль из формы входа по HTTPS.
Г. Найти учётную запись по логину и получить данные для проверки пароля.

2. Для научного web-каталога нужно подготовить миниатюры большого набора изображений. Обработка одного файла не зависит от остальных. Установите порядок работы нескольких процессов и подготовки полного результата.
А. Сделать проверенную коллекцию миниатюр доступной web-каталогу.
Б. Разделить список исходных файлов на непересекающиеся группы для процессов.
В. Параллельно преобразовать изображения назначенных групп в миниатюры.
Г. Собрать полученные миниатюры и проверить наличие результата для каждого файла.

3. Для нового сайта сертификат получают по запросу с открытым ключом у доверенного удостоверяющего центра. Ключей и сертификата ещё нет. Установите порядок настройки HTTPS.
А. Проверить подключение браузером: доверие сертификату, имя сайта и срок действия.
Б. Подтвердить управление именем сайта и получить сертификат для открытого ключа.
В. Установить полученный сертификат, цепочку и закрытый ключ в web-сервер.
Г. Создать пару ключей и запрос на сертификат для имени сайта.

4. Web-платформа передаёт длительный анализ отдельному фоновому исполнителю через очередь задач. Установите порядок обработки одной успешно выполненной задачи.
А. Получить задачу из очереди и прочитать сохранённые параметры.
Б. Создать запись задачи с параметрами и поместить её идентификатор в очередь.
В. Сохранить рассчитанный результат и отметить задачу как завершённую.
Г. Выполнить анализ данных по полученным параметрам.

5. Приложение использует ключ доступа к облачному сервису. Старый ключ не раскрыт; одновременно разрешены два действующих ключа. Установите порядок плановой замены без преждевременной потери доступа.
А. Создать новый ключ с необходимыми приложению правами.
Б. Отозвать старый ключ в облачном сервисе.
В. Проверить успешный запрос приложения с новым ключом.
Г. Настроить приложение на использование нового ключа.

6. Нагрузочный инструмент выполняет сценарий HTTP-запросов и сохраняет журнал измерений; из журнала строится итоговая сводка. Установите порядок проверки web-сервиса при заданном числе одновременных пользователей.
А. Построить по журналу сводку времени ответа и доли ошибочных запросов.
Б. Выполнить подготовленный сценарий с заданной нагрузкой и записать измерения.
В. Сопоставить полученную сводку с требованиями к времени ответа и ошибкам.
Г. Подготовить сценарий обращений к нужным HTTP-адресам сервиса.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В, Г, А, Б | Б, В, Г, А | Г, Б, В, А | Б, А, Г, В | А, Г, В, Б | Г, Б, А, В |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

Вопрос 19
Перед обновлением CMS создана резервная копия сайта. Администратор считает, что наличие файла копии уже гарантирует восстановление.
Вопрос. Объясните, где безопасно проверить копию, какие составляющие сайта восстановить и что проверить после восстановления.

Пример правильного ответа. Копию проверяют в отдельной защищённой тестовой среде, не заменяя работающий сайт. Восстанавливают БД с материалами, загруженные файлы и необходимые настройки CMS; состав зависит от используемой системы. Затем открывают контрольные страницы, проверяют материалы и вложения, а также возможность штатного входа. Только наличие файла без такой проверки не подтверждает пригодность копии.

Критерии оценивания:
- Названа отдельная защищённая тестовая среда, в которой не заменяют рабочий сайт.
- Указаны данные CMS и необходимые для её работы файлы и настройки; допускается эквивалентное описание состава копии.
- Предложена проверка восстановленного сайта: чтение контрольных материалов и файлов, а также штатная работа CMS; одного наличия архива недостаточно.

Компетенции: ОПК-4

Вопрос 20
Научный портал публикует новости и результаты длительного анализа больших наборов данных. Для новостей выбрана CMS, для анализа — отдельная вычислительная платформа.
Вопрос. Объясните, какую работу выполняет каждая из этих систем и как web-портал может использовать результаты анализа без повторного запуска расчёта при каждом просмотре.

Пример правильного ответа. CMS хранит и редактирует материалы, управляет их публикацией и представлением на сайте. Вычислительная платформа обрабатывает большие наборы и выполняет расчёты, при необходимости распределяя независимые задачи между исполнителями. Готовые результаты сохраняют и предоставляют порталу через API или общее хранилище с согласованным форматом. Просмотр страницы читает подготовленный результат и не обязан снова выполнять анализ.

Критерии оценивания:
- Объяснена роль CMS в редактировании, публикации и представлении материалов.
- Объяснена роль вычислительной платформы в анализе больших наборов и выполнении расчётов, отдельно от показа страниц.
- Назван способ передать или прочитать сохранённые результаты через API либо согласованное хранилище без повторного анализа на каждый просмотр.

Компетенции: СПК-4

**Разработчик ФОС:**

- кандидат физико-математических наук, Лукьянов К.В., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ И ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ

Семестр – 3
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 72 ч.
Из них
Лекций – 36 ч.
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 36 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-3**. Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты. | **Знать** специфику построения математических моделей для задач искусственного интеллекта, анализа данных, физики и инженерных расчётов.<br><br>**Уметь** создавать и анализировать адекватность математических и компьютерных моделей, определять их ограничения при работе с реальными (в том числе «шумными») данными.<br><br>**Владеть** навыками интерпретации результатов моделирования в терминах исходной предметной области для формулирования научно обоснованных выводов и рекомендаций. |
| **СПК-1**. Способность применять классические и современные математические методы для постановки задач математического моделирования в различных областях науки и техники, осуществлять математическое моделирование физических, технологических и природных процессов. | **Знать** основные классические и современные математические методы математического моделирования.<br>**Уметь** структурировать задачи математического моделирования, создавать или подбирать технологии математического моделирования.<br>**Владеть** методами оценки границы применимости математического моделирования, определять их недостатки и несоответствия. |

## 2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-3, СПК-1 | Работа на занятиях<br>Практические задания<br>Экзамен по дисциплине |

**3. Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Работа на занятиях | Критерии оценивания работы обучающихся на практических занятиях |
| 2 | Практические задания | Перечень тем практических заданий по основным разделам дисциплины |
| 3 | Экзамен | Комплект оценочных заданий для промежуточной аттестации по компетенциям ОПК-3 и СПК-1. |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Выберите одно наиболее корректное утверждение и обоснуйте выбор:
А) любая кривая выживаемости описывается одной универсальной моделью;
Б) выбор модели зависит от формы кривой и механистических предположений;
В) модель не связана с биологическими механизмами.

2. Выберите характеристику метода Монте-Карло:
А) использует случайную выборку событий;
Б) исключает статистическую неопределённость;
В) не зависит от заданной геометрии;
Г) всегда даёт точный результат по одному событию.

3. Какой вывод корректен при моделировании репарации?
А) любое восстановление разрыва означает мутацию;
Б) необходимо различать правильное и ошибочное восстановление;
В) неопределённость параметров никогда не важна;
Г) проверка модели на данных не нужна.

4. Какой параметр в математической модели торможения роста опухоли при лучевом воздействии напрямую учитывает различия в биологической эффективности излучений с разной линейной передачей энергии (ЛПЭ)?
А) Удельная скорость роста опухоли;
Б) Ёмкость среды;
В) Коэффициент относительной биологической эффективности;
Г) Коэффициент $\beta$ в линейно-квадратичной модели.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б | А | Б | В |
| Компетенции | ОПК-3 | СПК-1 | ОПК-3 | СПК-1 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие факторы следует учитывать при моделировании структуры трека?
А) тип и энергия частицы;
Б) состав и плотность среды;
В) геометрия задачи;
Г) цвет графика результата.

2. Результаты Монте-Карло меняются при повторных запусках. Выберите правильные интерпретации:
А) это может отражать статистическую вариабельность;
Б) модель обязательно ошибочна;
В) нужно оценить неопределённость и достаточность выборки;
Г) один запуск всегда достаточен.

3. При расчёте дозы в фантоме выявлено расхождение с ожидаемым результатом. Какие проверки следует выполнить в первую очередь?
А) геометрия и материалы;
Б) параметры источника;
В) настройки регистрации дозы;
Г) сразу изменить все параметры одновременно.

4. Выберите правильные утверждения об анализе в ROOT:
А) можно исследовать распределения и статистику событий;
Б) график сам по себе гарантирует корректность физической модели;
В) следует проверять единицы, нормировку и статистическую неопределённость;
Г) анализ данных не зависит от корректности исходного моделирования.

5. Какие положения корректны для GEANT4-DNA и моделирования повреждений?
А) микроскопическое моделирование взаимодействий может дать исходные данные для оценки повреждений;
Б) физическая модель сама по себе всегда однозначно предсказывает клеточную гибель;
В) химическая стадия может требовать моделирования радиолиза и реакций;
Г) локализация энерговыделения несущественна.

6. Если модель предсказывает больше повреждений при одном сценарии облучения, какие действия помогут интерпретации?
А) проверить допущения и параметры;
Б) сравнить с доступными экспериментальными данными;
В) разделить прямой и непрямой вклад, если модель это позволяет;
Г) считать прогноз доказанным без проверки.

7. При моделировании мутагенеза какие положения обоснованы?
А) различать репарацию и ошибочную репарацию;
Б) учитывать неопределённость параметров;

В) считать любой репарированный разрыв мутацией;
Г) проверять модель на данных.

8. Модель риска канцерогенеза даёт широкий интервал прогноза. Какие выводы и действия разумны?
А) изучить чувствительность к параметрам;
Б) уточнить неопределённые исходные данные;
В) сообщить интервал и ограничения;
Г) представить только наиболее удобное значение.

9. В нескольких независимых запусках молекулярной динамики наблюдается сходная тенденция изменения подвижности белка. Какие действия следует предпринять?
А) сравнить с контрольной структурой;
Б) проверить устойчивость результатов и качество выборки;
В) автоматически заключить об утрате функции;
Г) сопоставить несколько структурных и динамических показателей.

10. Какие действия позволяют корректно исследовать влияние мутации на белок?
А) проверить исходную структуру и подготовку системы;
Б) описать условия и параметры расчёта;
В) интерпретировать траектории с учётом ограничений модели;
Г) делать вывод о функции только по одному кадру.

11. Модель сети показывает снижение частоты импульсации после изменения параметров. Какие выводы наиболее корректны?
А) результат согласуется с гипотезой в рамках заданной модели;
Б) доказано, что такой же эффект обязательно возникнет в живой ткани;
В) нужны проверки чувствительности и сопоставление с данными;
Г) ограничения модели следует описать.

12. При оптимизации режима облучения опухоли какие критерии следует учитывать?
А) заранее определённый показатель контроля роста;
Б) ограничения по дозе или воздействию на окружающие ткани, если они входят в задачу;
В) гетерогенность при её значимости;
Г) только один сценарий без сравнения альтернатив.

13. При моделировании радиофармпрепарата какие данные могут понадобиться?
А) временной профиль активности или концентрации;
Б) геометрия и свойства фантома;
В) параметры, определяющие распределение препарата;
Г) только название программного пакета.

14. Для сопоставления моделируемого и экспериментального выхода повреждений ДНК какие меры важны?
А) согласовать определения и единицы измерения;
Б) описать условия облучения и биологическую систему;
В) учитывать неопределённости обоих подходов;
Г) сравнивать показатели с разными определениями без пояснения.

15. Почему важно различать физическую и химическую стадии? Выберите верные утверждения.
А) они описывают разные процессы и временные масштабы;

Б) химические реакции могут влиять на последующее повреждение молекул;
В) стадии всегда полностью независимы;
Г) разделение помогает формулировать этапы модели.

16. При выборе модели выживаемости какие подходы наиболее обоснованы?
А) учитывать цель исследования и свойства данных;
Б) проверять согласие модели с экспериментом;
В) описывать ограничения;
Г) выбирать модель исключительно потому, что она сложнее.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Б, В | А, В | А, Б, В | А, В | А, В | А, Б, В | А, Б, Г | А, Б, В |
| Компетенции | ОПК-3 | СПК-1 | ОПК-3 | СПК-1 | СПК-1 | СПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 |

| Номер вопроса | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Б, Г | А, Б, В | А, В, Г | А, Б, В | А, Б, В | А, Б, В | А, Б, Г | А, Б, В |
| Компетенции | ОПК-3 | ОПК-3 | ОПК-3 | ОПК-3 | СПК-1 | СПК-1 | ОПК-3 | СПК-1 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между моделью и её ключевой идеей:

| | |
|---|---|
| 1) теория мишеней;<br>2) теория дуального действия;<br>3) модель репарации–мисрепарации. | А) исход зависит от конкуренции репарации и ошибочного восстановления;<br>Б) учитывается сочетанное действие первичных повреждений;<br>В) выживание связывается с повреждением критических мишеней. |

2. Установите соответствие:

| | |
|---|---|
| 1) физическая стадия;<br>2) химическая стадия;<br>3) структура трека. | А) пространственное распределение актов энерговыделения;<br>Б) реакции химически активных соединений;<br>В) первичные взаимодействия и передача энергии. |

3. Сопоставьте характеристику с её обоснованием для метода Монте-Карло:

| | |
|---|---|
| 1) Использует случайную выборку событий.<br>2) Исключает статистическую неопределённость.<br>3) Не зависит от заданной геометрии.<br>4) Всегда даёт точный результат по одному событию. | А) Результат формируется на основе усреднения множества случайных реализаций, неопределённость сохраняется и оценивается статистически.<br>Б) Метод принципиально опирается на генерацию случайных величин для моделирования отдельных событий.<br>В) Геометрия напрямую влияет на вероятности взаимодействий и траектории частиц — её обязательно задают в модели.<br>Г) Отдельная реализация случайна; точность растёт с числом событий за счёт статистики. |

4. Установите соответствие:

| | |
|---|---|
| 1) GEANT4<br>2) ROOT<br>3) GATE | А) анализ статистики событий;<br>Б) моделирование переноса частиц и взаимодействий;<br>В) платформа для моделирования задач медицинской визуализации и радиотерапии. |

5. Сопоставьте действие при заметных флуктуациях дозового распределения с его обоснованием.

| Действие | Обоснование |
|---|---|
| А) проверить число расчётов (испытаний) и неопределённость;<br>Б) проверить геометрию и настройки;<br>В) немедленно заменить физическую модель без проверки;<br>Г) увеличить число расчётов (испытаний) при необходимости. | флуктуации могут быть следствием недостаточной статистики — нужно оценить неопределённость и при необходимости нарастить число событий;<br>ошибки в описании объекта или параметрах могут давать систематические искажения, которые выглядят как сильные флуктуации;<br>это нерационально: прежде чем менять фундаментальную модель, нужно исключить очевидные источники ошибок и проверить статистику;<br>если неопределённость велика из-за малого числа испытаний, рост статистики снижает амплитуду флуктуаций и улучшает сходимость. |

6. Установите соответствие:

| | |
|---|---|
| 1) прямое повреждение;<br>2) непрямое повреждение;<br>3) радиолиз. | А) реакции с продуктами радиолиза;<br>Б) воздействие непосредственно на молекулу ДНК;<br>В) образование химически активных соединений. |

7. Сопоставьте компонент, необходимый для моделирования химической стадии, с его ролью.

| Компонент | Роль |
|---|---|
| А) исходное распределение химических частиц;<br>Б) схема реакций и параметры;<br>В) только итоговая доза без временных данных;<br>Г) расчёт изменения концентраций во времени. | задаёт начальные условия (концентрации радикалов, растворённых газов и т. п.) в момент начала химической стадии;<br>описывает, какие реакции происходят между частицами и с какой скоростью (через константы скоростей), что определяет эволюцию системы;<br>не отражает динамику химических превращений — для химической стадии важно, как концентрации меняются во времени, а не только интегральная доза;<br>позволяет отследить, как концентрации радикалов и продуктов реакций |

| | |
|---|---|
| | эволюционируют, и оценить выход повреждений ДНК на химической стадии. |

8. Установите соответствие:

| | |
|---|---|
| 1) детерминистическая модель;<br>2) стохастическая модель;<br>3) модель большой размерности. | А) явное описание вариабельности случайных исходов;<br>Б) большое число переменных или взаимодействующих компонентов;<br>В) динамика по заданным уравнениям без явного моделирования случайных исходов. |

9. Сопоставьте вариант вывода при моделировании репарации с корректным обоснованием:

| Вывод | Обоснование |
|---|---|
| А) Любое восстановление разрыва означает мутацию.<br>Б) Необходимо различать правильное и ошибочное восстановление.<br>В) Неопределённость параметров никогда не важна.<br>Г) Проверка модели на данных не нужна. | 1) Восстановление может идти разными путями: например, негомологичное соединение концов нередко приводит к ошибкам и мутациям, а гомологичная рекомбинация — к точному восстановлению; важно различать эти сценарии.<br>2) Это неверно: успешная репарация как раз предотвращает мутации, а не равнозначна им.<br>3) Параметры (например, константы скоростей реакций, эффективность ферментов) часто известны с погрешностью — это нужно учитывать через анализ чувствительности модели.<br>4) Валидация по экспериментальным данным (например, по кинетике исчезновения γH2AX-фокусов) обязательна, чтобы убедиться, что модель отражает реальную биологию. |

10. Установите соответствие:

| | |
|---|---|
| 1) восстановление мутантной структуры молекулы;<br>2) молекулярная динамика;<br>3) анализ траекторий. | А) оценка динамических характеристик во времени;<br>Б) создание модели структуры с мутацией;<br>В) численное моделирование движения атомов в структуре. |

11. Сопоставьте программный пакет с его основным назначением.

| Пакет | Назначение |
|---|---|
| А) NAMD;<br>Б) AMBER;<br>В) GROMACS;<br>Г) ROOT;<br>Д) GATE. | специализированный пакет для молекулярной динамики и биомолекулярного моделирования, поддерживает масштабируемые расчёты на кластерах;<br>комплекс программ для молекулярной механики, динамики и расчётов свободной энергии биомолекул;<br>высокопроизводительный пакет для МД, широко используется для моделирования белков, липидов, нуклеиновых кислот; |

| | |
|---|---|
| | фреймворк для анализа данных, статистики и визуализации (часто применяется в физике частиц и обработке результатов моделирования);<br>инструментарий для моделирования переноса излучения методом Монте-Карло (в том числе в медицинской физике и дозиметрии). |

12. Установите соответствие:

| | |
|---|---|
| 1) геометрия нейрона;<br>2) сегментная модель;<br>3) NEURON. | А) представление клетки набором связанных компартментов;<br>Б) пространственная организация клеточных структур;<br>В) моделирование электро-физиологической активности нейронов. |

13. Сопоставьте фактор, который следует учитывать при сравнении активности биологической нейронной сети до и после воздействия, с его обоснованием.

| Фактор | Обоснование |
|---|---|
| А) параметры модели нейронов;<br>Б) сценарий воздействия;<br>В) только среднее значение, игнорируя динамику;<br>Г) воспроизводимость и чувствительность к параметрам. | 1. характеристики нейронов (пороговые потенциалы, плотности каналов, рефрактерные периоды) напрямую определяют их возбудимость и паттерны активности — их нужно фиксировать или явно учитывать при сравнении;<br>2. детали воздействия (доза, длительность, локализация, тип стимула) задают сам контекст изменений — без их точного описания сравнение теряет смысл;<br>3. усреднение без учёта временных паттернов (например, пачечной активности, синхронизации, латентности ответов) может скрыть биологически значимые эффекты;<br>4. для надёжных выводов важно, чтобы результаты воспроизводились при повторных запусках и были устойчивы к небольшим вариациям параметров — это подтверждает, что наблюдаемые эффекты не артефакт модели. |

14. Установите соответствие:

| | |
|---|---|
| 1) гетерогенность опухоли;<br>2) фракционирование;<br>3) фармакокинетическая модель. | А) изменение количества препарата во времени;<br>Б) неоднородность клеточных или тканевых свойств;<br>В) распределение дозы по сеансам и интервалам. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1–В;<br>2–Б; | 1–В;<br>2–Б; | 1–Б, 2–А, 3–В, | 1–Б;<br>2–А; | А–1,<br>Б–2, | 1–Б;<br>2–А; | А–1,<br>Б–2, |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3–А | 3–А | 4–Г | 3–В | В–3, Г–4 | 3–В | В–3, Г–4 |
| Компетенции | ОПК-3 | СПК-1 | СПК-1 | СПК-1 | СПК-1 | СПК-1 | СПК-1 |

| Номер вопроса | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1–В;<br>2–А;<br>3–Б | А–2,<br>Б–1,<br>В–3,<br>Г–4 | 1–Б;<br>2–В;<br>3–А | А–1,<br>Б–2,<br>В–3,<br>Г–4, Д–5 | 1–Б;<br>2–А;<br>3–В | А–1,<br>Б–2,<br>В–3,<br>Г–4 | 1–Б;<br>2–В;<br>3–А |
| Компетенции | СПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 | ОПК-3 | ОПК-3 | ОПК-3 | ОПК-3 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите этапы моделирования повреждений ДНК:
А) оценить конечные повреждения;
Б) смоделировать физические взаимодействия;
В) рассмотреть химические реакции;
Г) связать пространственные события с молекулярными мишенями.

2. Расположите этапы построения модели:
А) сопоставить прогнозы с данными;
Б) определить вопрос и выходные величины;
В) задать процессы и параметры;
Г) провести расчёт и анализ чувствительности.

3. Расположите этапы анализа кривой выживаемости в правильной последовательности:
А) оценить согласие модели с данными;
Б) получить экспериментальные данные;
В) выбрать модель;
Г) оценить параметры.

4. Расположите общие этапы моделирования методом Монте-Карло в правильной последовательности:
А) анализ результатов;
Б) задание геометрии и источника;
В) моделирование событий;
Г) оценка статистической неопределённости.

5. Расположите этапы расчёта дозы в фантоме в правильной последовательности:
А) анализ результата;
Б) задать геометрию и материалы;
В) задать источник;
Г) выполнить моделирование.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, В, Г, А | Б, В, Г, А | Б, В, Г, А | Б, В, А, Г | Б, В, Г, А |
| Компетенции | СПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 | СПК-1 | СПК-1 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Сравните прямое и непрямое радиационное повреждение ДНК. Опишите, какие процессы и данные необходимо учитывать, чтобы оценить вклад каждого механизма.

Ожидаемый ответ: Чтобы понять, какой механизм преобладает в конкретной ситуации, нужно собрать и проанализировать несколько типов данных.
Тип излучения и его ЛПЭ (линейная передача энергии). При излучении с низкой ЛПЭ (гамма-, рентгеновское) доминирует непрямой механизм: энергия отдаётся постепенно, успевая запустить радиолиз воды. При высокой ЛПЭ (тяжёлые ионы, протоны с определённой энергией) растёт доля прямого действия - частица передаёт много энергии на коротком участке, напрямую ионизируя ДНК.
Наличие «перехватчиков» радикалов. Если в среде есть вещества, которые поглощают свободные радикалы (например, антиоксиданты), доля непрямых повреждений снизится. Эксперименты с такими добавками помогают отделить вклад косвенного механизма.
Кислородный эффект. Кислород усиливает непрямое повреждение: он реагирует с радикалами, образуя более агрессивные пероксидные соединения, которые стабильнее и активнее атакуют ДНК. Поэтому в гипоксических условиях доля непрямых повреждений падает.
Характер повреждений. Некоторые типы повреждений более характерны для одного из механизмов. Например, кластерные повреждения (несколько близко расположенных повреждений - разрывы + окисленные основания) чаще возникают при совместном действии прямого и косвенного механизмов.
Экспериментальные и вычислительные методы.
Биофизическое моделирование (например, с использованием Geant4-DNA) позволяет «разделить» вклад: сначала моделируется физическое распределение энергии (прямое действие), а затем - химическая реакция радикалов с ДНК (непрямое).
Специфические биохимические маркеры (например, уровень 8-оксогуанина - окисленного основания) помогают количественно оценить вклад окислительного стресса (непрямого механизма).
Методы детекции (TUNEL, COMET для разрывов; FISH для кластерных повреждений) дают данные о частоте и типе повреждений, которые затем интерпретируются с учётом модели

Критерии:

- Точность определений - правильно ли студент различает ключевые понятия и не путает механизмы.
- Полнота перечня факторов. Полнота перечня факторов. Названы ли все значимые факторы, без которых оценка вклада или построение модели невозможны: тип излучения, доза/мощность дозы, концентрация ДНК, наличие кислорода, ЛПЭ (линейная передача энергии), экспериментальные данные по типам повреждений.
- Умение связать механизм с последствиями - не просто перечисление, а объяснение «почему это важно» и «к чему приводит». Для каждого фактора или упрощения указано, как именно он влияет на результат.
- Критическое мышление - видит ли студент ограничения моделей и понимает ли неопределённости.
- Структурированность ответа - логика, последовательность и удобство восприятия. Ответ разделён на смысловые блоки, соответствующие вопросам; этапы идут в логическом порядке; используются списки, подзаголовки, примеры. Термины вводятся последовательно, без перегруза.

Компетенции: СПК-1

2. Опишите, как можно включить радиолиз воды и последующие химические реакции в модель формирования повреждений ДНК. Какие параметры и допущения требуют обоснования?

Ожидаемый ответ: Генерация радикалов — в точках трека частицы формируют •OH, H• и др.
Диффузия — радикалы движутся в среде; отслеживают их траектории с учётом коэффициентов диффузии.
Химические реакции — радикалы реагируют между собой или со средой ($O_2$, антиоксиданты и пр.), часть исчезает до достижения ДНК.
Взаимодействие с ДНК — оценивают вероятность атаки радикала на ДНК (абстракция H от дезоксирибозы, присоединение к основанию) по константам скорости или вероятностям.
Кластеризация повреждений — алгоритмы выявляют кластеры (например, однонитевые разрывы напротив друг друга объединяют в двунитевой).

Параметры и допущения, требующие обоснования.
Выходы радикалов на единицу поглощённой энергии (зависят от pH, ионной силы, примесей).
Константы скорости реакций для пар «радикал — вещество» и «радикал — ДНК».
Коэффициенты диффузии радикалов (зависят от вязкости, температуры, состава среды).
Радиус реакции (эффективное расстояние, на котором возможна реакция с ДНК).
Влияние среды — перехват радикалов антиоксидантами, белками, металлами.
Гидратная оболочка ДНК — её особые свойства и вклад в «неснижаемые» повреждения.
Временной масштаб моделирования (обычно до ~1 мкс, пока концентрация радикалов не станет пренебрежимо малой).
Допущение о независимости событий — нужно учитывать корреляции в плотных треках, приводящие к кластеризации повреждений.

Критерии:

- Точность определений - правильно ли студент различает ключевые понятия и не путает механизмы.
- Полнота перечня факторов. Полнота перечня факторов. Названы ли все значимые факторы, без которых оценка вклада или построение модели невозможны: константы скорости реакций, коэффициенты диффузии, радиус реакции, учёт антиоксидантов/среды, допущение о гомогенности среды.
- Умение связать механизм с последствиями - не просто перечисление, а объяснение «почему это важно» и «к чему приводит». Для каждого фактора или упрощения указано, как именно он влияет на результат.
- Критическое мышление - видит ли студент ограничения моделей и понимает ли неопределённости.
- Структурированность ответа - логика, последовательность и удобство восприятия. Ответ разделён на смысловые блоки, соответствующие вопросам; этапы идут в логическом порядке; используются списки, подзаголовки, примеры. Термины вводятся последовательно, без перегруза.

Компетенции: СПК-1

3. Опишите поэтапно, как проводится количественная оценка риска канцерогенеза при хроническом воздействии ионизирующего излучения на клеточную популяцию.
Ожидаемый ответ: Кратко этапы количественной оценки риска канцерогенеза при хроническом облучении:

1. Описать сценарий воздействия — тип и мощность дозы, длительность, тип излучения, мишенную клеточную популяцию.
2. Оценить первичные повреждения — разрывы ДНК, окислительные повреждения, эффективность репарации и апоптоза (по экспериментальным данным).
3. Смоделировать стадии канцерогенеза — инициацию, промоцию, прогрессию с соответствующими параметрами.

4. Построить модель «доза — эффект» — например, TSCE или LNT, включая экстраполяцию на малые дозы и учёт модифицирующих факторов.
5. Проанализировать неопределённости — чувствительность модели к допущениям, погрешности, эффекты вроде «свидетеля».

Сформулировать итоговую оценку риска — например, в виде избыточного абсолютного риска с описанием допущений и источников неопределённостей.

Критерии:

- Точность определений - правильно ли студент различает ключевые понятия и не путает механизмы.
- Полнота перечня факторов. Названы ли все значимые факторы, без которых оценка вклада или построение модели невозможны: поглощённая доза в ткани, уровень повреждений ДНК, эффективность репарации, модель «доза–эффект», экстраполяция на низкие дозы, неопределённости.
- Умение связать механизм с последствиями - не просто перечисление, а объяснение «почему это важно» и «к чему приводит». Для каждого фактора или упрощения указано, как именно он влияет на результат.
- Критическое мышление - видит ли студент ограничения моделей и понимает ли неопределённости.
- Структурированность ответа - логика, последовательность и удобство восприятия. Ответ разделён на смысловые блоки, соответствующие вопросам; этапы идут в логическом порядке; используются списки, подзаголовки, примеры. Термины вводятся последовательно, без перегруза.

Компетенции: ОПК-3

4. Объясните роль геометрии нейрона и сегментного представления в моделировании его активности. Какие упрощения могут повлиять на интерпретацию результатов?

Ожидаемый ответ: Форма нейрона (ветвистость дендритов, длина аксона, площадь сомы) напрямую влияет на то, как сигналы распространяются и суммируются. Учёт геометрии позволяет моделировать такие эффекты, как пространственное суммирование синаптических входов, распространение потенциала действия и локальные нелинейные процессы в отростках.

Сегментное представление. При таком подходе нейрон разбивают на отдельные участки (сегменты) — например, разные части сомы, отдельные ветви дендритов. Для каждого сегмента задают свои параметры: плотность ионных каналов, синапсы, электрофизиологические свойства.

Какие упрощения стоит держать в уме (и как они влияют на интерпретацию):

Агрегация в точечную модель. Если нейрон свести к одному компартменту (одной точке), потеряется информация о пространственном распределении сигналов. Можно не заметить важные локальные эффекты или ошибочно приписать всей клетке свойства одного её участка.

Упрощённая морфология. Если при построении модели реально сложную дендритную арборизацию сильно сгладить или упростить, это исказит расчёт путей распространения сигнала и его взаимодействия с синапсами.

Одинаковые параметры для сегментов. Если разным участкам нейрона (например, проксимальным и дистальным дендритам) присвоить идентичные электрофизиологические свойства, модель не отразит реальную сложность их работы.

Пренебрежение некоторыми биофизическими деталями. Например, игнорирование определённых ионных каналов, кальциевых доменов или нелинейных взаимодействий может привести к тому, что модель не воспроизведёт такие явления, как адаптация, пачечная активность или специфические паттерны срабатывания.

Упрощения в описании синапсов. Если не учитывать динамику высвобождения нейромедиатора, пресинаптическое торможение или пластичность связей в реальном времени, выводы о том, как нейрон обрабатывает последовательности сигналов, могут быть неточными.

Критерии:

- Точность определений - правильно ли студент различает ключевые понятия и не путает механизмы.
- Полнота перечня факторов. Названы ли все значимые факторы, без которых оценка вклада или построение модели невозможны - морфология (ветвистость, длины), гетерогенность параметров сегментов, локальные нелинейные эффекты, динамика синапсов, игнорируемые биофизические детали.
- Умение связать механизм с последствиями - не просто перечисление, а объяснение «почему это важно» и «к чему приводит». Для каждого фактора или упрощения указано, как именно он влияет на результат.
- Критическое мышление - видит ли студент ограничения моделей и понимает ли неопределённости.
- Структурированность ответа - логика, последовательность и удобство восприятия. Ответ разделён на смысловые блоки, соответствующие вопросам; этапы идут в логическом порядке; используются списки, подзаголовки, примеры. Термины вводятся последовательно, без перегруза.

Компетенции: ОПК-3

**Разработчик ФОС:**

- кандидат физико-математических наук, Стрельцова О.И., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ
- доктор физико-математических наук, Бугай А.Н.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Семестр – 4
Зачетных единиц – 3
Общая трудоемкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 48 ч.
Из них
Лекций – 24 ч.
Семинаров – 24 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 60 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-3.** Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты | **Знать** специфику построения математических моделей для задач искусственного интеллекта, анализа данных, физики и инженерных расчётов.<br><br>**Уметь** создавать и анализировать адекватность математических и компьютерных моделей, определять их ограничения при работе с реальными (в том числе «шумными») данными.<br><br>**Владеть** навыками интерпретации результатов моделирования в терминах исходной предметной области для формулирования научно обоснованных выводов и рекомендаций. |
| **СПК-1.** Способность применять классические и современные математические методы для постановки задач математического моделирования в различных областях науки и техники, осуществлять математическое моделирование физических, технологических и природных процессов | **Знать** основные классические и современные математические методы математического моделирования.<br><br>**Уметь** структурировать задачи математического моделирования, создавать или подбирать технологии математического моделирования.<br><br>**Владеть** методами оценки границы применимости математического моделирования, определять их недостатки и несоответствия. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-3, СПК-1 | Практические задания<br>Практические контрольные работы<br>Экзамен по дисциплине |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Практические задания | Перечень тем практических занятий |
| 2 | Практические контрольные работы | Перечень тем практических контрольных работ |
| 3 | Экзамен по дисциплине | Список вопросов для подготовки к экзамену |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Для анализа трёхструйных событий в электрон-позитронных столкновениях требуется построить математическую модель, связывающую параметры частиц с наблюдаемыми струями. Какой подход наиболее обоснован на этапе формализации задачи?
А. Описать событие только названием обнаруженной частицы, не выделяя переменных.
Б. Определить наблюдаемые величины, параметры модели и зависимости между ними на основе физических законов.
В. Подобрать формулу исключительно по сходству с графиком, не проверяя её физический смысл.
Г. Считать, что любое зарегистрированное событие полностью соответствует теоретической модели.

2. Исследователь хочет оценить энергию незарегистрированной частицы по данным о зарегистрированных продуктах взаимодействия. Какой математический подход следует выбрать в первую очередь?
А. Применить случайную аппроксимацию без учёта законов сохранения.
Б. Использовать только среднее значение энергии всех зарегистрированных частиц.
В. Составить систему соотношений, основанную на законах сохранения энергии и импульса и известных начальных условиях.
Г. Исключить из расчёта все частицы, энергия которых измерена с погрешностью.

3. Модель предсказывает нулевой суммарный поперечный импульс зарегистрированных частиц, но в эксперименте наблюдается ненулевое значение. Какой вывод наиболее обоснован?
А. Модель заведомо неверна, поскольку любой ненулевой результат опровергает её.
Б. В событии обязательно родилось нейтрино.
В. Следует проверить разрешение детектора, погрешности измерений, фоновые процессы и допущения модели.
Г. Нужно заменить измеренное значение нулём, чтобы оно соответствовало модели.

4. При сравнении двух моделей рождения частиц с экспериментальными данными выяснилось, что одна модель хорошо описывает средние значения, но систематически ошибается в области больших энергий. Как следует поступить?
А. Признать модель адекватной для любых энергий, поскольку средние значения совпадают.
Б. Уточнить область применимости модели и исследовать характер расхождений в области больших энергий.
В. Исключить из анализа все наблюдения с большими энергиями.

Г. Выбрать модель, которая содержит больше параметров, независимо от качества её предсказаний.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б | В | В | Б |
| Компетенции | СПК-1 | СПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. При построении модели процесса рождения частиц на коллайдере необходимо определить исходные данные и структуру задачи. Какие действия относятся к корректной постановке задачи математического моделирования? Выберите все правильные ответы.
А. Определить известные начальные условия и измеряемые величины.
Б. Установить искомые параметры и неизвестные величины.
В. Заранее исключить все наблюдения, не совпадающие с ожидаемым результатом.
Г. Записать физические ограничения и соотношения, связывающие переменные.
Д. Выбрать математический метод без учёта характера данных и поставленной задачи.

2. Исследователь строит модель для оценки характеристик незарегистрированной частицы. Какие действия могут повысить обоснованность выбранного метода моделирования? Выберите все правильные ответы.
А. Использовать законы сохранения, соответствующие рассматриваемому процессу.
Б. Учитывать точность измерения параметров зарегистрированных частиц.
В. Проверять, согласуются ли полученные решения с физическими ограничениями задачи.
Г. Считать единственное найденное решение доказательством правильности модели.
Д. Сравнивать возможные методы решения с учётом сложности задачи и доступных данных.

3. Модель описывает недостающий поперечный импульс в событиях на коллайдере. Какие факторы следует учитывать при оценке адекватности модели? Выберите все правильные ответы.
А. Погрешности измерения импульсов зарегистрированных частиц.
Б. Эффективность регистрации частиц детектором.
В. Только число событий, без анализа распределений наблюдаемых величин.
Г. Фоновые процессы, способные имитировать недостающий импульс.
Д. Согласованность предсказаний модели с экспериментальными данными в пределах неопределённостей.

4. При анализе экспериментальных данных обнаружено расхождение между расчётным и измеренным распределениями энергий частиц. Какие действия необходимы для обоснованной интерпретации результата? Выберите все правильные ответы.
А. Проверить корректность исходных данных и обработки измерений.
Б. Оценить влияние погрешностей и возможных систематических смещений.
В. Рассмотреть, не связано ли расхождение с ограничениями применяемой модели.
Г. Сразу объявить расхождение свидетельством открытия новой частицы.
Д. Сравнить результаты с альтернативными моделями или расчётами, если это обосновано задачей.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Б, Г | А, Б, В, Д | А, Б, Г, Д | А, Б, В, Д |
| Компетенции | СПК-1 | СПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между математическими методами и задачами, для решения которых они могут применяться. В столбце Б есть лишние варианты.

| Столбец А — метод | Столбец Б — задача |
|---|---|
| А. Решение системы уравнений<br>Б. Метод наименьших квадратов<br>В. Численное моделирование<br>Г. Анализ чувствительности | 1. Оценка неизвестных параметров модели по экспериментальным данным.<br>2. Определение неизвестных величин из системы физических ограничений.<br>3. Исследование поведения модели при изменении исходных параметров.<br>4. Приближённое исследование модели, когда аналитическое решение затруднительно.<br>5. Определение названия частицы по её изображению без измерений.<br>6. Исключение погрешностей измерения без дополнительного анализа. |

2. Установите соответствие между этапами постановки задачи математического моделирования и их содержанием. В столбце Б есть лишние варианты.

| Столбец А — этап | Столбец Б — содержание |
|---|---|
| А. Формализация задачи<br>Б. Выбор модели<br>В. Выбор метода решения<br>Г. Проверка ограничений | 1. Определение переменных, неизвестных и математических соотношений.<br>2. Выбор описания процесса, соответствующего цели исследования и доступным данным.<br>3. Определение способа получения решения с учётом структуры задачи.<br>4. Установление условий, при которых полученное решение имеет физический смысл.<br>5. Подтверждение модели только на основании одного совпавшего значения.<br>6. Удаление всех данных, не согласующихся с первоначальной гипотезой. |

3. Установите соответствие между характеристиками математической модели и их описанием. В столбце Б есть лишние варианты.

| Столбец А — характеристика | Столбец Б — описание |
|---|---|
| А. Адекватность<br>Б. Устойчивость<br>В. Чувствительность<br>Г. Граница применимости | 1. Степень соответствия модели рассматриваемому процессу и данным в заданной области.<br>2. Характер изменения решения при небольших изменениях исходных данных или параметров.<br>3. Степень реакции результата на изменение входных параметров.<br>4. Условия и диапазон, в которых модель даёт обоснованные результаты.<br>5. Количество формул, используемых при описании процесса. |

| | |
|---|---|
| | 6. Полное отсутствие неопределённости в экспериментальных измерениях. |

4. Установите соответствие между результатом анализа данных и обоснованным выводом. В столбце Б есть лишние варианты.

| Столбец А — результат анализа | Столбец Б — вывод |
|---|---|
| А. Расхождение с моделью сопоставимо с погрешностью измерений.<br>Б. Небольшое изменение входных данных вызывает большое изменение результата.<br>В. Модель хорошо описывает данные только в ограниченном диапазоне энергий.<br>Г. Модель систематически не описывает экспериментальные данные за пределами ожидаемых погрешностей. | 1. Расхождение само по себе не позволяет считать модель опровергнутой.<br>2. Следует исследовать чувствительность модели и устойчивость вычислений.<br>3. Необходимо ограничить область применения модели этим диапазоном либо обосновать её расширение.<br>4. Следует проверить допущения модели, исходные данные и возможные альтернативные объяснения.<br>5. Модель доказанно верна для всех возможных условий.<br>6. Данные необходимо заменить теоретическими значениями. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А–2, Б–1, В–4, Г–3 | А–1, Б–2, В–3, Г–4 | А–1, Б–2, В–3, Г–4 | А–1, Б–2, В–3, Г–4 |
| Компетенции | СПК-1 | СПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите этапы построения математической модели для оценки характеристик незарегистрированной частицы в правильной последовательности.
А. Выбрать математический метод решения сформулированной задачи.
Б. Определить цель исследования, исходные данные и искомые величины.
В. Записать математические соотношения и ограничения, связывающие известные и неизвестные величины.
Г. Проверить, имеют ли полученные решения физический смысл и согласуются ли они с условиями задачи.

2. Расположите этапы подбора модели для описания экспериментального распределения энергий частиц в правильной последовательности.
А. Оценить параметры выбранной модели по имеющимся данным.
Б. Определить, какие наблюдаемые характеристики необходимо описать и с какой целью.
В. Выбрать математическую форму модели с учётом характера данных и физических предположений.
Г. Проверить качество описания данных и оценить, пригодна ли модель для поставленной задачи.

3. Расположите этапы анализа расхождения между предсказанным и измеренным недостающим поперечным импульсом в правильной последовательности.
А. Сопоставить расчётные и экспериментальные значения с учётом неопределённостей.
Б. Проверить исходные данные, обработку измерений и характеристики детектора.

В. Сформулировать вывод о согласованности модели с данными и определить, требуется ли её уточнение.
Г. Оценить величину расхождения и влияние погрешностей измерений.

4. Расположите этапы полного цикла моделирования экспериментального процесса в правильной последовательности.
А. Интерпретировать результаты в терминах исходной физической задачи.
Б. Формализовать задачу, определить исходные данные, неизвестные величины и ограничения.
В. Построить модель и получить расчётные результаты.
Г. Проверить адекватность модели, оценить погрешности и определить границы применимости.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, В, А, Г | Б, В, А, Г | Б, Г, А, В | Б, В, Г, А |
| Компетенции | СПК-1 | СПК-1 | ОПК-3 | ОПК-3 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Для анализа событий на коллайдере требуется оценить характеристики частицы, которая не регистрируется непосредственно детектором. Опишите, как следует сформулировать задачу математического моделирования: какие величины необходимо считать известными, какие — неизвестными, какие физические законы и ограничения использовать. Обоснуйте выбор математического метода решения и укажите, при каких условиях он может оказаться неприменимым.

Ответ: Формализация задачи, выделение известных и неизвестных величин, запись физических ограничений, обоснованный выбор метода и оценка условий его применимости.

Компетенции: СПК-1

2. Исследователь располагает экспериментальными данными о распределении энергий частиц и хочет построить модель для описания этих данных. Опишите последовательность действий от постановки задачи до выбора и применения математического метода. Объясните, как следует выбирать форму модели, оценивать её параметры и определять, достаточно ли имеющихся данных для решения поставленной задачи.

Ответ: Последовательность построения модели, выбор её формы и метода, оценка параметров, проверка достаточности исходных данных.

Компетенции: СПК-1

3. В эксперименте на коллайдере обнаружен ненулевой недостающий поперечный импульс. Объясните, как построить и проверить модель для интерпретации этого наблюдения. В ответе раскройте роль законов сохранения, характеристик детектора, погрешностей измерений и фоновых процессов. Укажите, почему наблюдение недостающего импульса не всегда однозначно доказывает рождение нейтрино.

Ответ: Построение и проверка модели с учётом законов сохранения, погрешностей, эффективности регистрации и фоновых процессов; обоснованная интерпретация недостающего импульса.

Компетенции: ОПК-3

4. Математическая модель хорошо описывает экспериментальные данные в области низких энергий, но даёт систематические расхождения в области высоких энергий. Предложите последовательность анализа этой ситуации. Объясните, как проверить адекватность модели, оценить влияние погрешностей и чувствительность результатов к параметрам, определить границы применимости и сформулировать обоснованный вывод.

Ответ: Анализ расхождений, проверка данных и допущений модели, оценка погрешностей и чувствительности, определение границ применимости и формулирование вывода.

Компетенции: ОПК-3

**Разработчик ФОС:**

- доктор технических наук, Кореньков В.В., по совместительству профессор филиала МГУ в г. Дубне

# ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ В КРУПНЫХ НАУЧНЫХ ПРОЕКТАХ

Семестр – 4
Зачётных единиц – 3
Общая трудоёмкость – 108 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 48 ч.
Из них
Лекций – 24 ч.
Семинаров – 36 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 60 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-4.** Способность комбинировать и адаптировать современные информационно - коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учётом требований информационной безопасности. | **Знать** спектр современных информационно-коммуникационных технологий (облачные сервисы, ИИ - инструменты, аналитические платформы), применимых в своей сфере.<br><br>**Уметь** эффективно использовать современные ИКТ, включая облачные сервисы и суперкомпьютерные центры; применять базовые методы шифрования и безопасной передачи данных.<br><br>**Владеть** методами разработки и развёртывания ПО в гетерогенных средах; навыками настройки безопасной программно-аппаратной среды для научных расчётов. |
| **СПК-4.** Способность разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. | **Знать** основные технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br>**Уметь** разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение для крупных проектов, используя технологии распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения.<br>**Владеть** технологиями распределенных параллельных вычислений, методов аналитики больших данных, методов глубокого машинного обучения. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-4, СПК-4 | Работа на занятиях<br>Практические задания<br>Экзамен по дисциплине |

**3. Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Работа на занятиях | Критерии оценивания работы обучающихся на практических занятиях |
| 2 | Практические задания | Перечень тем практических заданий по основным разделам дисциплины |
| 3 | Экзамен | Комплект оценочных заданий для промежуточной аттестации |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырёх предложенных**

1. Что общего между журналом WAL (Write-Ahead Log — журнал предзаписи) в СУБД и журналированием файловой системы?
А) Сначала записывают намерение в журнал, затем изменяют данные
Б) Оба шифруют данные
В) Оба хранят данные на ленте
Г) Оба заменяют индексы

2. Какому этапу процесса данных соответствует многоуровневый триггер детектора?
А) Сбору
Б) Фильтрации
В) Анализу
Г) Хранению

3. Какая парадигма обеспечивает слабую связность через посредника - брокера?
А) Клиент - сервер с синхронным ожиданием
Б) Вызов функции в одном процессе
В) Общая оперативная память
Г) Публикация — подписка

4. Чему примерно равен оптимальный интервал между контрольными точками по формуле Янга?
А) C + M
Б) 2·C·M
В) C ÷ M

Г) $\sqrt{(2 \cdot C \cdot M)}$, где C — время записи точки, M — среднее время между отказами

5. Какой показатель качества проверяют контрольными суммами?
А) Доступность сервиса
Б) Целостность данных
В) Время отклика
Г) Пропускная способность

6. Какой слой управления данными реализует FTS?
А) Размещение и каталог
Б) Хранение на ленте
В) Доступ клиента
Г) Передача данных между хранилищами

7. В какой модели провайдер предоставляет виртуальные машины, а пользователь управляет ОС и ПО (программное обеспечение)?
А) SaaS (программное обеспечение как услуга)
Б) PaaS (платформа как услуга)
В) FaaS (функции как услуга)
Г) IaaS (инфраструктура как услуга)

8. Для чего служит озеро данных на основе объектного хранилища?
А) Для хранения данных только на ленте
Б) Для замены сети
В) Для шифрования
Г) Для хранения данных в открытых форматах и обработки их внешними инструментами

9. Какая система предоставляет блочный, файловый и объектный интерфейсы?
А) MinIO
Б) Ceph
В) OpenStack Swift
Г) NFS

10. В чём идея Data Lake для HL-LHC?
А) Немного крупных центров хранения, остальные центры вычислительные
Б) Хранение данных в каждом центре Tier-2
В) Отказ от лент
Г) Хранение только в облаке

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А | Б | Г | Г | Б | Г | Г | Г | Б | А |
| Компетенции | ОПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Выберите системы, относящиеся к кластерным и параллельным файловым системам.
А) Lustre

Б) NFS
В) GPFS
Г) BeeGFS
Д) HDFS

2. Выберите характеристики распределённой системы.
А) Параллельная работа компонентов
Б) Общие физические часы у всех узлов
В) Независимые отказы узлов
Г) Обмен сообщениями по сети
Д) Общая оперативная память

3. Выберите возможности, относящиеся к Lustre.
А) DNE: несколько MDT
Б) DoM: данные мелких файлов на MDT
В) PFL: прогрессивная раскладка файла
Г) Распределённые токены блокировок GPFS
Д) BeeOND как встроенный режим

4. Выберите операции, поддерживаемые S3 API.
А) Монтирование объекта как каталога POSIX
Б) GET (чтение объекта)
В) LIST по префиксу ключа
Г) Частичная перезапись байтов внутри объекта
Д) PUT (запись объекта)

5. Выберите методы размещения данных в распределённых хранилищах.
А) Согласованное хеширование
Б) Алгоритм CRUSH
В) Центральный каталог размещения
Г) Случайный выбор диска без учёта отказов
Д) Размещение только на одном сервере

6. Выберите проблемы подключения суперкомпьютеров к инфраструктуре экспериментов.
А) Избыток свободных ресурсов
Б) Очереди и политики центров
В) Отсутствие процессоров
Г) Ограниченный внешний доступ в сеть
Д) Особые архитектуры и окружения

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, В, Г | А, В, Г | А, Б, В | Б, В, Д | А, Б, В | Б, Г, Д |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 | СПК-4 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

Инструкция: установите соответствие между элементами первого и второго столбцов. Каждому элементу первого столбца соответствует один элемент второго.

1. Сопоставьте файловую систему с классом.

| Система | Класс |
|---|---|
| 1. ext4<br>2. NFS<br>3. Lustre<br>4. Ceph | А. Локальные<br>Б. Сетевые<br>В. Кластерные и параллельные<br>Г. Распределённые объектные |

2. Сопоставьте этап процесса с его задачей. Элементы без пары в ответе не указываются.

| Этап | Задача |
|---|---|
| 1. Сбор<br>2. Фильтрация<br>3. Валидация<br>4. Хранение<br>5. Архивирование на ленту<br>6. Обработка | А. Проверка корректности, полноты и уникальности записей.<br>Б. Отбор нужных данных и сокращение объёма.<br>В. Доставка данных из источников без потерь.<br>Г. Преобразование и подготовка данных к анализу.<br>Д. Размещение данных по зонам с метаданными. |

3. Сопоставьте вид прозрачности с тем, что он скрывает.

| Вид прозрачности | Что скрывает |
|---|---|
| 1. Доступа<br>2. Расположения<br>3. Миграции<br>4. Репликации<br>5. Отказов | А. Шифрование данных при передаче<br>Б. Наличие нескольких копий<br>В. Сбои и восстановление<br>Г. Различия способа доступа к данным<br>Д. Физическое размещение ресурса<br>Е. Перемещение ресурса между узлами |

4. Сопоставьте систему с её ролью.

| Система | Роль |
|---|---|
| 1. Rucio<br>2. FTS<br>3. dCache<br>4. EOS<br>5. CTA | А. Дисковые пулы, двери протоколов и связь с лентой.<br>Б. Ленточный бэкенд EOS.<br>В. Размещение данных по правилам.<br>Г. Сервис передачи файлов между хранилищами.<br>Д. Диск на основе MGM и FST. |

5. Сопоставьте модель облака с описанием.

| Модель | Описание |
|---|---|
| 1. IaaS<br>2. PaaS<br>3. SaaS<br>4. FaaS<br>5. Гибридное облако | А. Программное обеспечение с открытым кодом без оплаты.<br>Б. Готовое приложение для пользователя.<br>В. Запуск функций по событию.<br>Г. Виртуальные машины, диски и сети.<br>Д. платформа для разработки и запуска приложений.<br>Е. Сочетание частного и публичного облака. |

6. Сопоставьте задачу управления данными с механизмом.

| Задача | Механизм |
|---|---|
| 1. Жизненный цикл<br>2. Доступ и безопасность<br>3. Защита и восстановление<br>4. Стоимость<br>5. Каталог и качество | А. Метаданные, версии, проверки.<br>Б. IAM, шифрование, аудит.<br>В. Учёт, бюджеты, FinOps.<br>Г. Репликация, снимки, аварийное восстановление.<br>Д. Сжатие данных при записи на ленту.<br>Е. Правила переноса и удаления по возрасту. |

7. Сопоставьте режим вычислений с типичными задачами.

| Режим | Задачи |
|---|---|
| 1. Грид (HTC)<br>2. HPC<br>3. Облако<br>4. Ускорители (GPU) | А. машинное обучение и векторные расчёты<br>Б. пики нагрузки и новые сервисы<br>В. множество независимых задач реконструкции и анализа<br>Г. тесно связанные параллельные расчёты |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1–А,<br>2–Б,<br>3–В,<br>4–Г | 1–В,<br>2–Б,<br>3–А,<br>4–Д,<br>6–Г | 1–Г,<br>2–Д,<br>3–Е,<br>4–Б,<br>5–В | 1–В,<br>2–Г,<br>3–А,<br>4–Д,<br>5–Б | 1–Г,<br>2–Д,<br>3–Б,<br>4–В,<br>5–Е | 1–Е,<br>2–Б,<br>3–Г,<br>4–В,<br>5–А | 1–В,<br>2–Г,<br>3–Б,<br>4–А |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

Инструкция: расположите предложенные действия в логически правильной последовательности. Запишите ответ в виде последовательности букв.

1. Расположите шаги чтения файла клиентом в EOS.

А) MGM определяет, на каком FST лежат данные
Б) Клиент читает данные напрямую с FST
В) Клиент запрашивает у MGM расположение файла
Г) MGM перенаправляет клиента на этот FST

2. Расположите этапы процесса работы с данными в правильном порядке.

А) Обработка
Б) Анализ
В) Хранение
Г) Сбор
Д) Фильтрация
Е) Валидация

3. Расположите шаги обновления логического счётчика Лэмпорта при получении сообщения.

А) Присваивает новое значение счётчику и событию получения
Б) Процесс получает сообщение с отметкой t

В) Увеличивает результат на единицу
Г) Берёт максимум из своего счётчика и t

4. Расположите слои стека ввода - вывода от приложения к носителям.
А) Сеть
Б) MPI-IO
В) Клиент параллельной файловой системы
Г) Приложение
Д) Библиотека данных (HDF5, NetCDF, ADIOS (Adaptable Input/Output System))
Е) Серверы метаданных и хранения, носители

5. Расположите шаги передачи файла между двумя центрами через FTS.
А) FTS планирует передачу с учётом лимитов
Б) Клиент создаёт задание на передачу
В) Проверяется контрольная сумма
Г) Данные идут напрямую между хранилищами
Д) Клиент получает статус выполнения

6. Расположите слои облачной платформы от оборудования к пользователю.
А) Управление (оркестрация, API, учёт)
Б) ЦОД и сеть
В) Пользователи (портал и API)
Г) Сервисы (вычисления, хранение, сеть)
Д) Виртуализация

7. Расположите звенья пути запроса записи объекта в распределённом хранилище.
А) Определяется место хранения (метаданные и размещение)
Б) API-шлюз проверяет аутентификацию и права
В) Клиент получает подтверждение
Г) Данные записываются на узлы хранения с защитой
Д) Клиент отправляет запрос по протоколу S3

8. Расположите шаги обработки оповещения о событии в потоковой системе.
А) Брокер рассылает оповещение подписчикам
Б) Подписчики классифицируют событие и принимают решение
В) Прибор наблюдает событие
Г) Формируется оповещение
Д) Оповещение передаётся брокеру

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В, А, Г, Б | Г, Д, Е, В, А, Б | Б, Г, В, А | Г, Д, Б, В, А, Е | Б, А, Г, В, Д | Б, Д, А, Г, В | Д, Б, А, Г, В | В, Г, Д, А, Б |
| Компетенции | ОПК-4 | СПК-4 | СПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | ОПК-4 | СПК-4 | СПК-4 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**
1. Для эксперимента, создающего 10 ПБ данных в год, предложите структуру многоуровневого хранилища: уровни, политики перемещения и обоснование. Какие риски нужно учесть?

Ответ: Уровни: SSD/NVMe для метаданных и горячих данных, диски для активных данных, лента для архива.
Политики по возрасту и частоте обращений; автоматическая миграция вниз и перечитывание (recall) вверх.
Копии на двух площадках для надёжности; мониторинг заполнения и очередей.
Стоимость: хранение, извлечение, энергия, обслуживание.
Риски: массовый запрос «холодных» данных, задержки перечитывания, миграция носителей, единая точка отказа каталога.
Критерии оценивания:
- Названы уровни хранения.
- Описан каждый уровень и тип устройства.
- Описаны политики миграции данных между уровнями.
- Рассмотрены способы обеспечения надёжности хранения данных
- Рассмотрен мониторинг записи, заполнения очередей, миграции.
- Рассмотрена стоимость хранения, извлечения, энергии, обслуживания.
- Описаны риски.

Компетенции: ОПК-4

2. Опишите процесс валидации данных на входе в хранилище: виды проверок, действия при ошибках и метрики качества.

Ответ: Виды проверок: схема и формат, диапазоны и правила, полнота, уникальность, целостность связей, контрольные суммы.
Действия: отклонить, пометить, запросить повторную передачу, удалить дубли, отложить загрузку.
Проблемные записи направляют в карантин и анализируют.
Метрики: доля ошибок по видам проверок, полнота, своевременность; их публикуют и отслеживают.
Критерии оценивания:
- Перечислены и описаны виды проверок
- Перечислены и описаны действия по соответствующей проверке.
- Приведены и описаны метрики проверок и слежение за ними.

Компетенции: СПК-4

3. Узел доступен 99 % времени. Какова доступность системы из трёх таких узлов, если для работы нужны все три (последовательная схема), и если достаточно любого одного из трёх (параллельная схема с репликацией)?

Ответ: Около 97,03 % при последовательной и 99,9999 % при параллельной схеме.
Последовательная схема: $0{,}99 \times 0{,}99 \times 0{,}99 = 0{,}970299 \approx 97{,}03$ %. 2) Вероятность недоступности одного узла: $1 - 0{,}99 = 0{,}01$. 3) Параллельная схема: система недоступна, когда недоступны все три: $0{,}01^3 = 10^{-6}$. 4) Доступность: $1 - 10^{-6} = 0{,}999999 = 99{,}9999$ %.
Критерии оценивания:
- Приведён ход решения с правильным ответом.

Компетенции: СПК-4

4. Опишите архитектуру Lustre и средства для работы с мелкими файлами и большими каталогами.

Ответ: Компоненты: MGS, MDS/MDT, OSS/OST, клиенты; клиенты читают и пишут OST напрямую.
Striping: stripe count и stripe size; параметры задаёт lfs setstripe.
DNE: несколько MDT для масштабирования метаданных.
DoM: данные мелких файлов на MDT; метаданные размещают на быстрых SSD.
PFL: разная раскладка для разных частей файла.
Критерии оценивания:
- Понимание назначения компонент системы.
- Понимание взаимодействия клиентов с системой.
- Понимание назначения Striping и как им управлять.
- Понимание назначения DNE (Distributed Name Space)
- Понимание назначения DoM (Data on MDT)
- Понимание назначения PFL (Progressive File Layouts)

Компетенции: ОПК-4

5. Опишите принципы работы Rucio: DID, RSE, правила, подписки. Как Rucio и FTS распределяют обязанности и что происходит при потере реплики?

Ответ: DID: файлы, наборы и контейнеры; RSE: логические хранилища центров.
Правила описывают требуемое состояние: число копий, места, срок; подписки создают правила автоматически.
Rucio принимает решения о размещении и ставит передачи в FTS; FTS выполняет передачи.
При потере реплики Rucio создаёт новую, чтобы правило снова выполнялось.
Rucio создан для ATLAS и используется другими экспериментами.
Критерии оценивания:
- Понимание назначения Rucio и FTS
- Понимание взаимодействия клиента с Rucio и FTS.
- Понимание компонент Rucio.
- Понимание и описание взаимодействия Rucio и FTS.

Компетенции: СПК-4

6. Опишите классы хранения, правила жизненного цикла и схемы защиты данных (репликация, erasure coding, зоны доступности, георепликация). Как они влияют на стоимость?

Ответ: Классы: горячее, тёплое, холодное, архивное: чем холоднее, тем дешевле хранение и дороже извлечение.
Правила жизненного цикла переносят объекты по возрасту, префиксу и тегам и удаляют их.
Репликация проще, erasure coding экономнее по ёмкости.
Зоны доступности защищают от отказа ЦОД, георепликация — от региональной аварии; цена — сеть и задержка.
Критерии оценивания:
- Знание классов хранения и их назначения и распределения по стоимости хранимой информации.
- Знание схем защиты данных
- Понимание назначения репликации, erasure coding.
- Понимание назначения зон доступности и георепликация.
- Понимание как схемы защиты данных влияют на стоимость хранения и доступа.

Компетенции: ОПК-4

7. Асинхронная репликация отстаёт на 5 минут, средняя скорость записи 200 МБ/с. Какой объём данных может быть потерян при внезапной аварии основного узла?

Ответ: Около 60 ГБ (RPO порядка 5 минут). Решение: 1) 5 мин = 300 с. 2) Потенциальный объём: 200 МБ/с × 300 с = 60 000 МБ. 3) 60 000 МБ = 60 ГБ.
Критерии оценивания:
- Приведён ход решения с правильным ответом.

Компетенции: ОПК-4

8. 100 ПБ данных. Диск стоит 20, лента 4 усл. ед. за ТБ в месяц. Сравните хранение всего на диске и схему «20 % на диске, 80 % на ленте».

Ответ: 2 000 000 против 720 000 усл. ед. в месяц; экономия 64 %. Решение: 1) 100 ПБ = 100 000 ТБ. 2) Всё на диске: 100 000 × 20 = 2 000 000. 3) Гибрид: 20 000 ТБ × 20 = 400 000; 80 000 ТБ × 4 = 320 000; итого 720 000. 4) Экономия: 2 000 000 − 720 000 = 1 280 000, или 64 %.
Критерии оценивания:
- Приведён ход решения с правильным ответом.

Компетенции: СПК-4

**Разработчик ФОС:**

- доктор технических наук, Кореньков В.В., по совместительству профессор филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат технических наук, Мойбенко А.Н.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕГАСАЙЕНС ЭКСПЕРИМЕНТАХ (НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ)**

Семестры – 4
Зачетных единиц – 4
Общая трудоемкость – 144 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 48 ч.
Из них
Лекций – 24 ч.
Семинаров – 24 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 96 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачет

**1. Перечень компетенций и планируемых результатов обучения**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ПК-3.** Способен готовить отдельные документы, связанные с проводимой научно-исследовательской работой. | **Знать** стандарты оформления разделов научно-технического отчёта, посвящённых математическому аппарату, алгоритмам и результатам тестирования ПО.<br><br>**Уметь** готовить научные отчёты, аналитические справки по результатам этапов работы, оформлять листинги кода и протоколы экспериментов.<br><br>**Владеть** навыками подготовки фрагментов публикаций и отчётов, содержащих формальное описание разработанных моделей, методов и полученных результатов. |
| **СПК-3.** Способность разрабатывать гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов, включая проекты класса мегасайенс. | **Знать** основные подходы для разработки математических гетерогенных вычислительных сред для решения научных задач крупных проектов.<br><br>**Уметь** применять гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов.<br><br>**Владеть** методами разработки и применения математических гетерогенных вычислительных сред для решения научных задач крупных проектов. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ПК-3, СПК-3 | Контрольный опрос<br>Доклад на английском языке |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Тестирование<br>Итоговый зачет |

**3. Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Контрольный опрос | Перечень вопросов |
| 2 | Доклад на английском языке | Перечень тем докладов |
| 3 | Тестирование | Материалы ФОС |
| 4 | Зачет | Список вопросов для подготовки к зачету |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. An English technical note explains why a CERN experiment needs a distributed computing infrastructure. Which fragment provides the strongest basis for a reviewable justification?
A) A statement that distributed computing is fashionable.
B) A description of the scientific processing stages, data volumes, resource requirements and constraints, with sources for measured or quoted values.
C) A list of participating countries without describing the computing workload.
D) A claim that the number of collaborators alone determines the required storage capacity.

Justification: A technical justification connects the experiment workload and its constraints to computing requirements. References distinguish evidence from assumptions and allow a reviewer to verify the argument.

2. A report must document a containerised analysis executed on cloud virtual machines. Which record best identifies the environment actually used?
A) The mutable image tag latest and the provider name only.
B) A screenshot of a desktop without the execution configuration.
C) The statement that any virtual machine gives the same results.
D) The image digest, application and configuration versions, VM resource specification, relevant host/runtime details and the launch command.

Justification: The record fixes the software artifact and execution conditions. An image digest identifies an image but must be accompanied by the relevant configuration and host/runtime information; a mutable tag is insufficient.

3. A signal-selection report gives TP = 80, FP = 20 and FN = 40 on one fixed labelled test sample. Signal is the positive class. Which statement correctly reports precision TP/(TP + FP) and recall TP/(TP + FN)?
A) Precision is 80% and recall is approximately 66.67% on this test sample.
B) Precision is approximately 66.67% and recall is 80% on this test sample.
C) Both precision and recall are 80% for all possible future datasets.
D) Accuracy is 80%, even though the number of true negatives is not given.

Justification: Precision is 80/100 = 80%; recall is 80/120 = 66.67%. These values describe the stated test sample. Accuracy also requires the true-negative count; the observations do not establish universal performance.

4. A Grid workload manager uses pilot jobs and late binding. Which action best represents late binding in this setting?
A) The user permanently assigns every payload to a named worker before the pilot starts.
B) The data catalogue chooses scientific event labels instead of scheduling work.
C) A started pilot verifies its execution environment and obtains a compatible queued payload through resource matching.
D) Every payload is executed before resource requirements are checked.

Justification: In pilot-based late binding, the running pilot describes and checks the available environment before receiving a matching payload. This separates resource acquisition from assignment of the user job.

5. A scientific group needs virtual machines and must choose and administer their guest operating systems and install its own analysis software. The provider operates the physical infrastructure. Which service model fits these conditions?
A) Infrastructure as a Service, with guest OS administration by the group.
B) Software as a Service, using only a finished provider application.
C) Function as a Service, restricted to submitting a function to a managed runtime.
D) Access only to a published dataset, with no compute resources.

Justification: The required control over virtual machines and guest operating systems is characteristic of IaaS. Using a finished application or a managed function runtime does not provide the stated level of control.

6. A Cassandra table has PRIMARY KEY ((run_id, detector_id), event_time, event_id). Which statement correctly distinguishes the partition key from the clustering columns?
A) event_time alone defines the partition and run_id sorts rows within it.
B) The pair (run_id, detector_id) identifies the partition; event_time and event_id define clustering order within that partition.
C) All rows in the entire cluster must have the same partition-key value.
D) The partition key guarantees that every query can be answered without knowing its value.

Justification: The extra parentheses define the composite partition key. Rows sharing both values belong to one partition; the remaining primary-key columns determine clustering order within it. The key design must reflect the access pattern.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | B | D | A | C | A | B |
| Компетенции | ПК-3 | ПК-3 | ПК-3 | СПК-3 | СПК-3 | СПК-3 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. A report describes a batch pipeline that reads experiment files from distributed storage. Which records make the run reproducible and its result traceable? Select all correct answers.
A) Input file identifiers, versions and integrity checks, with the processed partition manifest.
B) The pipeline definition and code versions, task parameters and environment identifiers.
C) Only the final figure, with the input dataset omitted.
D) Run identifiers, execution logs, output validation results and links to the produced files.
E) A personal storage password in the distributed report.

Justification: The report must link identified inputs, transformations and execution conditions to validated outputs. A final figure alone cannot establish this chain; personal credentials are not part of a shareable protocol.

2. A technical report evaluates an event classifier and its processing service. Which reporting choices support defensible conclusions? Select all correct answers.
A) Describe only the best run and conceal failed or excluded runs.
B) State the labelled test sample, positive-class definition, threshold and metric formulas.
C) Give workload, hardware, timing scope, units, repeat counts and observed variation for throughput measurements.
D) Claim that a fast GPU proves scientific correctness without checking predictions.
E) Separate measured classification and performance results from explanations, limitations and proposed follow-up tests.

Justification: A reviewable report defines what is evaluated and measured, presents the relevant evidence and limits its conclusions. Runtime performance does not establish prediction quality; unexplained exclusions undermine the evidence.

3. Linux containers will run directly under Docker Engine on Linux worker hosts. Which statements should guide the deployment? Select all correct answers.
A) Containers on a worker share the kernel of the execution host.
B) Every container boots an independent guest kernel, just like a full virtual machine.
C) Application configuration, network connectivity and persistent data locations must be planned explicitly.
D) CPU architecture and any required accelerator/driver interfaces must be compatible with the application.
E) A container image automatically provides missing physical GPUs.

Justification: Containers package processes and dependencies while sharing the execution host kernel. Hardware compatibility and the application interfaces still matter. Deployment must also define connectivity and persistent data; packaging does not supply physical devices.

4. A supervised model selects signal events. Training, validation and test subsets must represent independent event groups. Which practices help produce an honest final evaluation? Select all correct answers.
A) Keep related or duplicate event representations within one subset rather than spreading them across subsets.
B) Choose the decision threshold by repeatedly inspecting final test results.
C) Fit feature preprocessing on the combined training and test samples before splitting.
D) Learn preprocessing parameters from training data and apply the fixed transformation to the other subsets.

E) Tune the model and threshold on validation data, then evaluate the frozen procedure on the held-out test subset.

Justification: Separating dependent examples and learning transformations from training data reduces leakage. Validation supports development choices; a held-out test evaluates the fixed procedure. Reusing test outcomes to tune the procedure biases the estimate.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | A, B, D | B, C, E | A, C, D | A, D, E |
| Компетенции | ПК-3 | ПК-3 | СПК-3 | СПК-3 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

Match each item to one description. Use each description at most once; one is unused.

1. Match each section of an experiment computing report to its primary content in the outline below.

| Item | Description |
|---|---|
| A. Methods<br>B. Results<br>C. Discussion<br>D. References | 1. Measured event rates and validation errors, with units and numbered tables.<br>2. Cited experiment publications and software documentation.<br>3. A private credential that enables access to the computing site.<br>4. The processing algorithm, resource configuration and measurement procedure.<br>5. Interpretation of observations, limitations and alternative bottleneck explanations. |

2. Match each documentation artifact to the question it is designed to answer.

| Item | Description |
|---|---|
| A. Database schema specification<br>B. Pipeline run manifest<br>C. Monitoring incident report<br>D. Classifier evaluation protocol | 1. Which labelled sample, threshold, class definition and metrics were used to evaluate predictions?<br>2. What is the private password for the storage service?<br>3. Which keys, fields, types and access patterns define the stored records?<br>4. Which inputs, transformation versions, parameters and run identifiers produced this output?<br>5. What happened during the stated time interval, what evidence was collected, and what was checked or corrected? |

3. Match each database system to the capability for which it is selected in this design. Each capability is used once; the list does not describe every feature of a product.

| Item | Description |
|---|---|
| A. Apache Cassandra<br>B. Redis<br>C. Elasticsearch<br>D. Neo4j | 1. Retrieve a cached value using its application-defined key.<br>2. Represent entities and typed relationships for graph traversals.<br>3. Partition wide-column records using a query-oriented partition-key design.<br>4. Search analysed text through a full-text index.<br>5. Execute the application binary on a GPU worker. |

4. Match each infrastructure component to its role in the stated scientific data platform.

| Item | Description |
|---|---|
| A. Apache Airflow<br>B. Apache Kafka<br>C. Grafana<br>D. Lustre | 1. A distributed event-streaming platform for publishing, retaining and consuming records.<br>2. A dashboard and alerting layer connected to monitored data sources.<br>3. A compiler that translates source code into a GPU executable.<br>4. An orchestrator for scheduled workflows with task dependencies.<br>5. A distributed parallel file system providing shared file access to compute clients. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | A-4; B-1; C-5; D-2 | A-3; B-4; C-5; D-1 | A-3; B-1; C-4; D-2 | A-4; B-1; C-2; D-5 |
| Компетенции | ПК-3 | ПК-3 | СПК-3 | СПК-3 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**
Write the numbers in the required order, using the dependencies in the scenario.

1. Arrange preparation of a pipeline benchmark report. The protocol must be fixed before runs; tables use validated measurements; conclusions cite those tables.
A) Execute the runs defined by the fixed protocol and retain all measurement logs.
B) Write conclusions supported by the numbered result tables and state limitations.
C) Define the research question, compared configurations and acceptance criteria.
D) Validate the measurements and build numbered tables with units and repeat statistics.
E) Fix the input sample, environment, timing procedure and repeat count in the protocol.

2. A draft monitoring report has a unit conversion error. Arrange all required actions so each uses verified outputs of the preceding action. Issue the correction note only after the revised text is complete.
A) Replace the affected result table using the checked recalculation, preserving its identifier.
B) Retrieve the original monitoring records and establish the quantity, unit and observation interval.
C) Issue a new report version with a correction note linking the revised table and conclusions.
D) Recalculate the affected values from the original records and verify the conversion.
E) Revise the interpretation and conclusions using the corrected table.

3. Arrange this batch workflow. Staging uses the fixed input manifest. Transformation starts only after input checks pass. Analysis accepts only registered validated transformation outputs.
A) Transform the staged events with the fixed application and configuration versions.
B) Run analysis on the registered validated transformation outputs.
C) Fix the input file manifest and required transformation and configuration identifiers.
D) Validate the transformed outputs and register their identifiers and provenance.
E) Stage the manifest files from distributed storage and check recorded sizes and checksums.

4. Arrange this supervised signal-selection experiment. Train candidate procedures before comparing them on validation data. Freeze the selected procedure before opening the held-out test results. No final refitting step is required in this scenario.
A) Compare trained candidates on validation data and choose the model settings and decision threshold.
B) Evaluate the frozen procedure on the held-out test subset and report the defined metrics.
C) Split event groups into disjoint training, validation and test subsets.
D) Fit preprocessing and candidate classifiers using only the training subset.

E) Freeze the selected preprocessing, model parameters and threshold.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | C, E, A, D, B | B, D, A, E, C | C, E, A, D, B | C, D, A, E, B |
| Компетенции | ПК-3 | ПК-3 | СПК-3 | СПК-3 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

Give an extended answer in English. Reference answers and scoring criteria are provided for the assessor.

1. Write a short English technical report fragment about the batch pipeline benchmark below. Every run processes the same 1,200,000 events from distributed file storage using the same transformation and output checks. Wall time includes staging, processing and final validation. All scientific validation tests pass. Define throughput as event count divided by mean wall time. Report mean times, throughput, speedup S(p) = T(8)/T(p) and relative parallel efficiency E(p) = S(p)/(p/8). Discuss observations and limitations, and identify the records needed to verify the report.

| **Workers** | **Wall times of three runs in seconds** |
|---|---|
| 8 | 598, 600, 602 |
| 16 | 358, 360, 362 |
| 32 | 298, 300, 302 |

Ответ:

| **Workers** | **Mean time s** | **Events/s** | **S(p)** | **E(p)** |
|---|---|---|---|---|
| 8 | 600 | 2,000 | 1.00 | 1.00 |
| 16 | 360 | 3,333.33 | 1.67 | 0.8333 |
| 32 | 300 | 4,000 | 2.00 | 0.50 |

Methods. Each configuration processes the same 1,200,000 events with fixed transformations and validation. Three complete wall-time measurements are retained for each worker count, including staging and output checks. Throughput is calculated from the arithmetic mean time.
Results. The means are 600, 360 and 300 s. The table gives throughput and scaling against 8 workers. The observed time ranges are 598-602, 358-362 and 298-302 s; these are observed ranges, not confidence intervals.
Discussion. From 16 to 32 workers, mean time falls by 16.67% and throughput rises by 20%, while relative parallel efficiency falls from 83.33% to 50%. The workload shows diminishing scaling returns. These measurements alone do not identify a bottleneck or establish statistical significance. Storage bandwidth, network load, CPU utilisation and task waiting times should be measured to test explanations.
Attach dataset and file manifests, pipeline and code versions, configuration and environment identifiers, resource descriptions, commands, run identifiers, raw timing logs, validation results, the aggregation script and numbered tables. Define units and timing boundaries. The 8-worker baseline is a parallel reference, not a sequential run.
Критерии оценивания:
1. Верны средние времена 600, 360, 300 с и пропускные способности 2000, 3333,33, 4000 событий/с.

2. Верны ускорения 1; 1,6667; 2 и эффективности 1; 0,8333; 0,5 относительно 8 исполнителей с допустимым округлением.
3. Ответ оформлен как связный фрагмент отчёта с методикой, результатами, интерпретацией и ссылкой на таблицу; указаны единицы, повторы и состав измеряемого времени.
4. Выводы ограничены тестом; снижение эффективности не выдано за доказательство конкретного узкого места или статистической значимости.
5. Перечислены входы, версии алгоритма и среды, ресурсы, процедура, журналы и результаты валидации, необходимые для проверки отчёта.

Компетенции: ПК-3

2. Design a heterogeneous platform that receives 20,000 independent events/s, each 2 kB. It must archive the input, run validated event selection continuously, keep searchable metadata, perform a nightly batch analysis and monitor operation. You may use up to four CPU workers at 2,500 events/s each and four GPU workers at 5,000 events/s each. Find the minimum total worker count that retains processing capacity of at least 20,000 events/s after permanent loss of any one worker. For this calculation, rates include I/O, add linearly and remain unchanged under joint load; ignore failover time and retries. Explain component roles, CPU/GPU compatibility, data integrity and recovery, monitoring and scientific acceptance. Calculate raw ingress bandwidth using decimal units. State the limits of this capacity model.

Ответ: Capacity. Raw ingress is 20,000 × 2 kB/s = 40 MB/s before replication and protocol overhead. Four GPU and two CPU workers provide 25,000 events/s. Loss of a GPU leaves 20,000 events/s; loss of a CPU leaves 22,500. Five workers cannot suffice: the best permitted five-worker mix, four GPU plus one CPU, leaves only 17,500 events/s after a GPU loss. Thus six workers, specifically four GPU plus two CPU, are the unique minimum under the given model.
Components. One valid design uses Kafka to retain the incoming event stream, distributed file storage such as HDFS for the archive, CPU/GPU selection workers, and Cassandra for query-oriented event metadata. Airflow schedules the nightly batch workflow after its input interval is complete. Grafana visualises metrics from monitoring backends. Distinguish continuous stream processing from scheduled batch orchestration. Other technically justified components from the course are acceptable.
Compatibility and recovery. Pin container and configuration identifiers, check CPU architecture and GPU drivers/runtime, and validate both implementations against the scientific reference. Use stable event identifiers, input checksums and output provenance. Persist progress and make output writes idempotent so replay does not create duplicate accepted events. Test worker failure and restart, archive recovery and completeness checks.
Acceptance and limits. Monitor ingress, validated output rate, processing lag, failures, storage/network load and scientific quality metrics. Compare predictions within specified tolerances. The calculated survivor rate has no margin after GPU loss. Shared I/O, imbalance, failover and retries can reduce operational capacity; pilot and failure tests must establish whether more resources or a different plan are required.
Критерии оценивания:
1. Рассчитаны входной поток 40 МБ/с и минимум 6 исполнителей: 4 GPU плюс 2 CPU; проверены потери обоих типов и показана недостаточность 5 исполнителей.
2. Согласованы роли потока, архива, вычислений, БД метаданных, пакетной оркестрации и мониторинга; различены потоковая и пакетная обработка.
3. Предусмотрены фиксация среды, совместимость CPU/GPU, драйверов и контейнеров, научная валидация реализаций.
4. Описаны идентификация и целостность событий, происхождение результатов, сохранение прогресса, защита от дублей и испытание восстановления.
5. Заданы показатели мониторинга и приёмки; отмечены отсутствие запаса после потери GPU и ограничения расчёта, предложена пилотная проверка.

Компетенции: СПК-3

**Разработчик ФОС:**

- доктор технических наук, Кореньков В.В., по совместительству профессор филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат технических наук, Пелеванюк И.С.

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ЭКЗАФЛОПСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ)**

Семестры – 4
Зачетных единиц – 4
Общая трудоемкость – 144 ч.
Общая аудиторная нагрузка – 48 ч.
Из них
Лекций – 24 ч.
Семинаров – 24 ч.
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 96 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачет

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **ОПК-2.** Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач. | **Знать** современные подходы к разработке и анализу сложности алгоритмов, методы распараллеливания вычислений.<br><br>**Уметь** разрабатывать и оптимизировать алгоритмы для решения задач большой размерности, характерные для анализа данных и математического моделирования.<br><br>**Владеть** навыками создания и верификации оригинального программного инструментария на основе новых математических методов для проведения вычислительных экспериментов. |
| **СПК-3.** Способность разрабатывать гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов, включая проекты класса мегасайенс. | **Знать** основные подходы для разработки математических гетерогенных вычислительных сред для решения научных задач крупных проектов.<br><br>**Уметь** применять гетерогенные вычислительные среды для решения научных задач крупных проектов.<br><br>**Владеть** методами разработки и применения математических гетерогенных вычислительных сред для решения научных задач крупных проектов. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | ОПК-2, СПК-3 | Контрольная работа. Зачет по дисциплине. |

**3. Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Контрольная работа | Перечень тем контрольных работ |
| 2 | Зачет | Перечень вопросов для подготовки к зачету |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Which approach is most sound for selecting a communication topology when designing a supercomputer cluster for high-performance distributed modeling?
A) Focusing exclusively on minimizing the cost of network equipment.
B) Connecting all nodes in a sequential (daisy-chain) fashion without evaluating the number of hops or potential congestion.
C) Comparing various options based on latency, bandwidth, number of hops, scalability, and the cost of the communication infrastructure.
D) Evaluating only the network port speed of an individual compute node.

2. According to Amdahl's law, what is the theoretical maximum speedup that can be achieved on a high-performance system with a large number of parallel computing nodes, if the portion of a task that can be parallelized is 80%?
A) No more than 5 times.
B) No more than 2 times.
C) Exactly 80 times.
D) At least 800 times.

3. To which class, according to Flynn's taxonomy, do modern supercomputer systems of the TOP500 caliber belong?
A) SIMD
B) MIMD
C) MISD
D) SISD

4. In which sequence of operations is there a data dependency?
A) X=Y+10; A=2*C; B=1000;
B) X=Y+10; A=X-C; B=A+1;
C) X=Y*10; A=1+C; B=C*8;
D) X=100; A=1000-Y; B= C+Y;

5. What principle underlies the development of a heterogeneous computing environment based on CPUs and GPUs for solving large-scale scientific problems?
A) Performing all computations exclusively on the CPU to simplify the software architecture.
B) Distributing the computational workload between the CPU and GPU, taking into account the specific characteristics of the algorithms and the capabilities of the hardware components.

C) Using the GPU solely for data storage and transfer.
D) Replacing inter-node network connections with an increased amount of RAM.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | C | A | B | B | B |
| Компетенции | ОПК-2 | СПК-3 | ОПК-2 | ОПК-2 | СПК-3 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Through which mechanisms is low-level (hardware) parallelism implemented in processor architecture?
A) Pipelining.
B) SIMD instructions.
C) Use of GRID technology.
D) Use of CUDA technology.

2. In which technology is explicit message passing between parallel processes implemented?
A) MPI
B) OpenMP
C) CUDA
D) PVM

3. In which computing systems is cache coherence support required?
A) in multi-core processors;
B) in single-core systems;
C) in metacomputing systems;
D) in ccNUMA systems.

4. Which of the supercomputer systems has exaflop-scale performance?
A) AURORA
B) BLUE GENE
C) FRONTIER
D) FUGACU

5. Which approaches ensure reliability during the long-term execution of large-scale computational tasks on a heterogeneous cluster comprising a million CPUs, GPUs, and a high-speed network?
A) Development of a system for monitoring node status, detecting hardware and software errors, and localizing failures.
B) Implementation of checkpoints, state-recovery mechanisms, and error detection, allowing for the continuation of computational tasks.
C) Increasing the clock frequency of processors when malfunctions are detected.
D) Completely shutting down and restarting the computational system whenever a single node fails.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | A, B | A, D | A, D | A, C | A, B |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Компетенции | ОПК-2 | ОПК-2 | СПК-3 | СПК-3 | СПК-3 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между пунктами правой и левой колонок

| | |
|---|---|
| 1. AVX<br>2. OpenMP<br>3. CUDA<br>4. MPI | A) A parallel programming technnique based on message passing.<br>B) A programming technique for NVIDIA graphics processors.<br>C) A multithreaded programming technique for shared-memory systems.<br>D) A technology that implements the tuple space concept for memory operations.<br>E) A technology based on extending the machine instruction set to support hardware-level SIMD computing. |

2. Установите соответствие между пунктами правой и левой колонок

| | |
|---|---|
| 1. MPI_Send<br>2. MPI_Irecv<br>3. MPI_Bcast<br>4. MPI_Comm_rank | A) function for assigning a rank to each process.<br>B) function for broadcasting data to all processes.<br>C) function for the blocking send of a message.<br>D) function for the non-blocking receive of a message.<br>E) function for the non-blocking send of a message. |

3. Установите соответствие между пунктами правой и левой колонок

| | |
|---|---|
| 1. #pragma omp parallel<br>2. #pragma omp sections<br>3. omp_get_num_threads()<br>4. #pragma omp critical<br>5. #pragma omp single | A) pragma for organizing the parallel execution of independent segments of OpenMP code.<br>B) pragma for defining a multithreaded region within an OpenMP program.<br>C) pragma for ensuring that a specific code segment within a parallel region is executed only once, by a single thread (with an arbitrary thread ID).<br>D) function that returns the number of parallel threads at the point in an OpenMP program where the function is called.. |

4. Установите соответствие между пунктами правой и левой колонок

| | |
|---|---|
| 1. A hardware and software platform developed by NVIDIA, which enables the use of a graphics processing unit for general-purpose computations.<br>2. A parallel system architecture characterized by non-uniform memory access.<br>3. A classification of computing systems based on the presence or absence of parallelism in instruction streams and data streams.<br>4. The relationship between the speedup of parallel computing (compared to sequential execution) and the number of parallel units (processors, threads, or cores) versus the proportion of operations that cannot be performed in parallel. | A) Amdahl's Law<br>B) Flynn's taxonomy<br>C) CUDA technology<br>D) Feng's classification<br>E) NUMA architecture |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1-E, 2-C, 3-B, 4-A | 1-C, 2-D, 3-B, 4-A | 1-B, 2-A, 3-D, 5-C | 1-C, 2-E, 3-B, 4-A |
| Компетенции | ОПК-2 | СПК-3 | СПК-3 | ОПК-2 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Arrange the listed supercomputer projects in chronological order

A) Hewlett-Packard Superdome
B) CRAY1
C) Frontier
D) Lomonosov 2

2. Arrange the listed units of computing power in order of increasing computational performance.

A) teraflops;
B) petaflops;
C) exaflops;
D) megaflops.

3. What is the procedure for launching a CUDA kernel from the CPU in a hybrid GPU+CPU system?

A) Copying results from the GPU to the CPU and freeing GPU memory (cudaFree).
B) Allocating memory on the GPU (cudaMalloc).
C) Copying data from the CPU to the GPU (cudaMemcpy).
D) Launching the kernel (a function with the __global__ specifier).

4. Arrange the listed OpenMP constructs in the order in which they might appear in a correctly written program designed to execute a parallel region using three parallel threads

A) #pragma omp sections
B) #pragma omp parallel
C) #pragma omp section
D) omp_set_num_threads(3)

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | B, A, D, C | D, A, B, C | B, C, D, A | D, B, A. C |
| Компетенции | СПК-3 | ОПК-2 | СПК-3 | ОПК-2 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. What architectural solution enables a significant increase in performance when transitioning from petaflop-scale supercomputers to exaflop-scale systems, such as Frontier, Aurora, and El Capitan?

Ожидаемый ответ: A heterogeneous architecture based on graphics accelerators and central processing units with deep hardware integration, interconnected via ultra-high-speed network communications, and capable of ultra-dense configuration thanks to efficient liquid cooling technology.

Компетенции: СПК-3

2. Task parallelism and data parallelism are:

Ожидаемый ответ: These are two fundamental approaches to organizing parallel computing, which make it possible to speed up program execution by performing operations simultaneously across multiple processors or cores. In data parallelism, a single sequence of operations is applied concurrently to

different parts (elements) of a large dataset. In task parallelism, distinct, functionally independent operations (tasks) are executed simultaneously.

Компетенции: ОПК-2

**Разработчик ФОС:**

- доктор физико-математических наук, Земляная Е.В., по совместительству доцент филиала МГУ в г. Дубне

**ПРАКТИКА И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА**

Семестр – 1
Зачетных единиц – 2
Общая трудоемкость – 72 ч.
Общая аудиторная нагрузка –
Из них
Лекций –
Семинаров –
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 72 ч.
Форма промежуточной аттестации – зачет

**1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала**

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **УК-4.** Способен организовывать и осуществлять руководство работой команды (группы), вырабатывая и реализуя командную стратегию для достижения поставленной цели. | **Знать** основные подходы к организации работы научного коллектива.<br>**Уметь** организовывать работу коллективов; разрабатывать мероприятия по личностному, образовательному и профессиональному росту.<br>**Владеть** методами организации научного коллектива; навыками управления коллективом для достижения поставленной научной задачи, планирования командной работы. |
| **УК-7.** Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития. | **Знать** основные принципы профессионального и личностного развития, исходя из этапов становления научного работника.<br>**Уметь** решать задачи собственного профессионального и личностного развития, расставлять приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.<br>**Владеть** навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов непрерывного образования. |
| **ОПК-5.** Способен представлять результаты профессиональной деятельности в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе. | **Знать** требования ведущих журналов и конференций в области прикладной математики и информатики к структуре и содержанию публикаций.<br>**Уметь** готовить рукописи научных статей и технические отчёты, ясно и корректно представляя математические выкладки, алгоритмы и результаты экспериментов.<br>**Владеть** навыками академической визуализации данных и публичного представления сложных математических и компьютерных результатов. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | УК-4, УК-7, ОПК-5 | Собеседование по этапам практики<br>Контроль выполнения индивидуального задания<br>Итоговый зачет |

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта по результатам выполнения индивидуального задания и защиты отчёта по практике.

**3. Перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Собеседование по этапам практики | Перечень тем собеседования |
| 2 | Контроль выполнения индивидуального задания | Индивидуальный план, дневник практики, промежуточные результаты |
| 3 | Итоговый зачет | Отчёт, презентация и ответы на вопросы по выполненной работе; дневник с отзывом руководителя |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Команда разрабатывает три взаимосвязанных модуля обработки данных. При объединении выяснилось, что участники использовали разные названия полей и форматы обмена. Какая организационная мера прежде всего снизит риск повторения этой проблемы?
А) Поручить каждому участнику самостоятельно исправлять ошибки своего модуля.
Б) Согласовать формат обмена, ответственных за интерфейсы и совместные проверки.
В) Увеличить частоту отчётов участников о количестве написанных строк кода.
Г) Передать объединение модулей одному участнику после завершения разработки.

2. Руководитель учебной команды обнаружил, что задержка одной задачи блокирует две последующие. Другой участник уже выполнил своё задание и может помочь. Срок завершения и минимальные требования к результату изменять нельзя. Какое решение наиболее обоснованно?
А) Сохранить распределение работ и ожидать завершения задержанной задачи.
Б) Перенести заблокированные работы на заключительный день практики.
В) Исключить проверку результата, чтобы сократить продолжительность работ.
Г) Уточнить оставшийся объём и перераспределить работы с учётом зависимостей.

3. До контрольной встречи осталось четыре часа. По индивидуальному плану студент должен предъявить результаты проверки качества данных. Чтение исходного файла прерывается ошибкой; причина ещё не установлена. Какая работа должна получить первый приоритет?
А) Подготовить оформление отчёта, чтобы освободить время после получения результатов.
Б) Изучить новую библиотеку визуализации, чтобы улучшить представление результатов.

В) Выяснить причину ошибки чтения и восстановить получение данных для проверки.
Г) Подробно описать предполагаемые результаты, чтобы подготовиться к собеседованию.

4. Студент запланировал выполнить обработку данных за шесть часов, но потратил десять. Какое действие позволяет использовать этот опыт для совершенствования собственной деятельности?
А) Сопоставить план и факт, установить причины отклонения и изменить способ планирования.
Б) В следующем плане увеличить продолжительность всех работ на четыре часа.
В) Отказаться от оценки трудоёмкости работ, которые выполняются впервые.
Г) Оценить свою работу только по факту получения конечного результата.

5. Конференция установила следующие требования к аннотации: объём 150-200 слов; обязательные элементы – цель, метод, полученный результат и вывод. Работа уже завершена. Какой вариант соответствует требованиям?
А) 170 слов: сформулированы цель, применённый метод, полученный результат и вывод.
Б) 180 слов: перечислены инструменты и описан план будущих экспериментов.
В) 220 слов: представлены цель, метод, полученный результат и вывод.
Г) 160 слов: представлены цель и вывод, сведения о методе вынесены в приложение.

6. При обработке одного и того же набора данных медианное время работы исходной программы составило 10 с, новой версии – 8 с. Результаты обработки совпали. Ускорение определяется как отношение времени исходной программы ко времени новой версии. Как корректно представить результат в отчёте?
А) Медианное время уменьшилось на 25%; ускорение составило 1,20 раза.
Б) Медианное время увеличилось на 20%; ускорение составило 0,80 раза.
В) Медианное время уменьшилось на 2 с; ускорение составило 2,00 раза.
Г) Медианное время уменьшилось на 20%; ускорение составило 1,25 раза.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б | Г | В | А | А | Г |
| Компетенции | УК-4 | УК-4 | УК-7 | УК-7 | ОПК-5 | ОПК-5 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие элементы непосредственно необходимы для управления выполнением общей технологической задачи командой?
А) Общая цель и проверяемый итоговый результат.
Б) Распределение задач, ответственных и сроков выполнения.
В) Требование одинакового объёма кода от каждого участника.
Г) Контрольные точки и порядок проверки промежуточных результатов.
Д) Запрет изменять первоначальное распределение работ при любых обстоятельствах.

2. Два участника предлагают разные инструменты для реализации общего модуля. Обсуждение задерживает выполнение задачи. Какие действия руководителя позволяют обоснованно разрешить разногласие?
А) Согласовать критерии выбора с учётом требований к общему результату.
Б) Выбрать инструмент только по числу поддерживающих его участников.
В) Сопоставить варианты на одинаковой небольшой проверочной задаче.
Г) Разрешить каждому использовать свой инструмент, не согласовывая совместимость.
Д) Зафиксировать принятое решение и согласовать дальнейшие обязанности участников.

3. После выполнения задания студент выявил у себя недостаток навыков автоматического тестирования. Какие элементы следует включить в план профессионального развития, чтобы проверить устранение этого недостатка?
А) Конкретный навык, который необходимо освоить.
Б) Обязательное изучение всех инструментов тестирования независимо от задачи.
В) Практическое упражнение, в котором потребуется применить выбранный навык.
Г) Срок выполнения и проверяемый результат, подтверждающий освоение навыка.
Д) Число просмотренных материалов как единственный показатель освоения.

4. В середине практики студент обнаружил, что выполнение обязательного задания занимает больше времени, чем предусмотрено индивидуальным планом. Какие действия помогут обоснованно скорректировать собственную деятельность?
А) Сначала завершить все дополнительные улучшения, затем оценить оставшееся время.
Б) Уточнить трудоёмкость оставшихся обязательных работ и зависимости между ними.
В) Исключить проверку результатов, поскольку она не создаёт нового программного кода.
Г) Пересмотреть приоритеты и сроки, согласовав изменения, влияющие на обязательные результаты.
Д) Сохранить первоначальный план и не фиксировать возникшее отклонение.

5. Какие сведения следует включить в технический отчёт, чтобы другой специалист мог воспроизвести вычислительный эксперимент?
А) Характеристики исходных данных, способ их получения и подготовки.
Б) Только результат самого быстрого запуска без описания остальных измерений.
В) Версию программы, параметры алгоритма и настройки эксперимента.
Г) Название метода без определения измеряемого показателя.
Д) Характеристики вычислительной среды и порядок проведения измерений.

6. Студент готовит диаграмму для сравнения времени работы двух алгоритмов, каждый из которых запускался несколько раз. Какие действия обеспечивают корректное представление результатов?
А) Использовать отдельный автоматически подобранный масштаб для каждого алгоритма и сравнивать высоту столбцов.
Б) Указать названия показателей, единицы измерения и использовать общий масштаб сравнения.
В) Удалить из диаграммы медленные запуски только потому, что они ухудшают итоговый результат.
Г) Указать способ вычисления итогового значения и показать разброс измерений.
Д) Обеспечить соответствие диаграммы исходной таблице измерений и описанным условиям эксперимента.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, Б, Г | А, В, Д | А, В, Г | Б, Г | А, В, Д | Б, Г, Д |
| Компетенции | УК-4 | УК-4 | УК-7 | УК-7 | ОПК-5 | ОПК-5 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между организационной функцией руководителя и действием, которое непосредственно её реализует.

| Элемент | Характеристика |
|---|---|
| 1. Распределение задач<br>2. Координация взаимодействия | А. Сопоставление готовности работ с утверждёнными контрольными точками. |

| | |
|---|---|
| 3. Контроль выполнения<br>4. Корректировка плана | Б. Обучение участников команды приёмам работы с новой программной библиотекой.<br>В. Закрепление конкретного результата за определённым участником.<br>Г. Публичное признание вклада участника для поддержания его мотивации.<br>Д. Согласование сроков передачи данных между разработчиками взаимосвязанных модулей.<br>Е. Изменение назначений и сроков после выявленного отставания. |

2. Установите соответствие между действием студента и его назначением.

| **Элемент** | **Характеристика** |
|---|---|
| 1. Определить, какие работы выполнять прежде остальных с учётом цели, сроков и зависимостей.<br>2. Сопоставить собственные результаты с установленными требованиями и выявить затруднения.<br>3. Изменить сроки и порядок работ после анализа выявленного отставания.<br>4. Выбрать недостающий навык, способ его освоения и проверяемый результат обучения. | А. Распределение ролей между участниками команды.<br>Б. Самооценка.<br>В. Планирование профессионального развития.<br>Г. Публичное представление результатов работы.<br>Д. Корректировка индивидуального плана.<br>Е. Определение приоритетов. |

3. В техническом отчёте выделены перечисленные слева разделы. Установите соответствие между каждым разделом и его основным содержанием.

| Элемент | Характеристика |
|---|---|
| 1. Введение<br>2. Материалы и методы<br>3. Результаты<br>4. Обсуждение | А. Постановка проблемы, цель и задачи работы.<br>Б. Упорядоченный перечень библиографических описаний использованных источников с выходными данными.<br>В. Интерпретация полученных результатов и ограничения выводов.<br>Г. Исходные данные, алгоритм, параметры и порядок проведения эксперимента.<br>Д. Наименование организации, название отчёта, сведения об авторе и год подготовки.<br>Е. Таблицы и графики фактически полученных измерений. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1-В; 2-Д; 3-А; 4-Е | 1-Е; 2-Б; 3-Д; 4-В | 1-А; 2-Г; 3-Е; 4-В |
| Компетенции | УК-4 | УК-7 | ОПК-5 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите этапы организации командной работы в порядке их выполнения. По условиям задания команда сначала согласует требования к общему результату. Затем составляет перечень

взаимосвязанных задач, на его основе утверждает распределение работ и сроки. Выполнение начинается после утверждения плана; итоговая приёмка проводится после завершения работ.
А) Назначить ответственных за задачи и согласовать календарный план.
Б) Проверить общий результат по согласованным критериям и подвести итоги.
В) Выполнить работы, согласовывая передачу промежуточных результатов.
Г) Уточнить общую цель, требования к результату и критерии его приёмки.
Д) Разделить общую задачу на работы и определить зависимости между ними.

2. Студент корректирует индивидуальный план после отставания. Исходный план составлен, фактические результаты зафиксированы, но причина отклонения ещё не выяснена. Корректирующее действие выбирается после установления причины, а изменение плана – после выбора этого действия. Расположите шаги в последовательности выполнения.
А) Внести выбранное изменение в индивидуальный план.
Б) Сопоставить фактический результат с плановым и определить отклонение.
В) Выполнить скорректированный план и проверить результат изменения.
Г) Выбрать способ устранения отклонения с учётом установленной причины.
Д) Проанализировать причину обнаруженного отклонения.

3. В учебной группе установлен порядок подготовки материалов защиты: проект отчёта составляется после проверки расчётов; затем проект направляется руководителю; после получения замечаний подготавливается окончательный отчёт; презентация составляется на основе окончательного отчёта. Расположите действия в требуемой последовательности.
А) Подготовить презентацию на основе окончательного отчёта.
Б) Направить проект отчёта руководителю и получить замечания.
В) Проверить расчёты и соответствие таблиц исходным результатам эксперимента.
Г) Внести исправления по замечаниям и подготовить окончательный отчёт.
Д) Подготовить проект отчёта на основе проверенных результатов.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Г, Д, А, В, Б | Б, Д, Г, А, В | В, Д, Б, Г, А |
| Компетенции | УК-4 | УК-7 | ОПК-5 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Вы руководите учебной командой из трёх человек, включая вас. Нужно разработать модуль обработки данных. Как распределить работу и организовать проверку результата?

Ответ: Один участник готовит данные, второй разрабатывает алгоритм, третий проводит тестирование. Руководитель согласует формат обмена данными, сроки выполнения и итоговую проверку модуля.
Критерий: распределены задачи, предусмотрены согласование сроков и проверка общего результата.

Компетенции: УК-4

2. Студент выявил у себя недостаток навыков автоматического тестирования. Какой приоритет профессионального развития выбрать и как проверить результат?

Ответ: Целью является научиться самостоятельно создавать автоматические тесты. Для этого изучить пример, написать тесты для своего модуля и проверить, обнаруживают ли они заранее внесённую ошибку.

Критерий: определены конкретный навык, способ его освоения и практическая проверка.

Компетенции: УК-7

3. Программа успешно проверена только на одном тестовом наборе данных. В отчете написан вывод: «Программа правильно обрабатывает любые данные». Как вы его исправите?

Ответ: Программа правильно обработала использованный тестовый набор. Для оценки её работы на других данных необходимы дополнительные испытания.
Критерий: вывод соответствует результатам проверки и не содержит неподтверждённого обобщения.

Компетенции: ОПК-5

**Разработчик ФОС:**

- доктор технических наук, Кореньков В.В., по совместительству профессор филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат физико-математических наук, Айриян А.С.
- Любимова М.А., по совместительству программист факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА

Семестр – 4
Зачетных единиц – 4
Общая трудоемкость – 144 ч.
Общая аудиторная нагрузка –
Из них
Лекций –
Семинаров –
Практических занятий –
Часов самостоятельная работа студента – 144 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **УК-4.** Способен организовывать и осуществлять руководство работой команды (группы), вырабатывая и реализуя командную стратегию для достижения поставленной цели. | **Знать** основные подходы к организации работы научного коллектива.<br><br>**Уметь** организовывать работу коллективов; разрабатывать мероприятия по личностному, образовательному и профессиональному росту.<br><br>**Владеть** методами организации научного коллектива; навыками управления коллективом для достижения поставленной научной задачи, планирования командной работы. |
| **УК-7.** Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития. | **Знать** основные принципы профессионального и личностного развития, исходя из этапов становления научного работника.<br><br>**Уметь** решать задачи собственного профессионального и личностного развития, расставлять приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.<br><br>**Владеть** навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов непрерывного образования. |
| **ОПК-5.** Способен представлять результаты профессиональной деятельности в соответствии с нормами и правилами, принятыми в | **Знать** требования ведущих журналов и конференций в области прикладной математики и информатики к структуре и содержанию публикаций.<br><br>**Уметь** готовить рукописи научных статей и технические отчёты, ясно и корректно представляя математические выкладки, алгоритмы и результаты экспериментов.<br><br>**Владеть** навыками академической визуализации данных и публичного |

| | |
|---|---|
| профессиональном сообществе. | представления сложных математических и компьютерных результатов. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | УК-4, УК-7, ОПК-5 | Письменный отчет<br>Экзамен по дисциплине |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Письменный отчет | Критерии оценивания письменного отчета |
| 2 | Экзамен | Защита отчета |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Что является ключевым при выборе темы квалификационной работы?
А) Случайный выбор направления;
Б) Соответствие направлению подготовки и наличие научной проблемы;
В) Максимальная сложность;
Г) Исключительно мнение руководителя.

2. Команда разрабатывает программный комплекс с постоянно уточняющимися требованиями научного руководителя. Какой подход к планированию целесообразнее всего применить?
А) Каскадную модель с жёсткой фиксацией требований на старте;
Б) Работу без плана, ориентируясь на спонтанно возникающие задачи
В) Итеративный подход (Scrum/Agile) с короткими циклами и регулярной обратной связью;
Г) Однократное детальное планирование на весь период без пересмотра.

3. Что является основой управления познавательной деятельностью?
А) Самооценка, планирование и рефлексия;
Б) Внешние указания без осмысления;
В) Механическое конспектирование;
Г) Отказ от анализа результатов.

4. Правильным первым шагом при выборе собственных приоритетов развития магистранта является:
А. Запись на максимальное количество курсов одновременно;
Б. Проведение самооценки компетенций по требованиям к научному работнику и сопоставление с целевым направлением деятельности;

В. Выбор направления «за компанию» с коллегами;
Г. Откладывание развития до окончания учёбы.

5. Корректное описание алгоритма в научной статье предполагает:
А. Приведение только финального кода без пояснений;
Б. Только ссылку на репозиторий с кодом без описания в статье;
Г. Подробное описание всех промежуточных выкладок без оценки сложности;
Г. Словесное описание идеи, формализованные шаги или псевдокод, оценку вычислительной сложности, ссылку на первоисточники.

6. Если результаты вашего вычислительного эксперимента противоречат ожиданиям и гипотезе, корректным действием при подготовке публикации будет:
А. Умолчать о результатах и опубликовать только «удачную» часть;
Б. Подогнать данные под ожидаемую зависимость;
В. Честно представить результаты, проанализировать возможные причины расхождения (ошибки, ограничения модели) и обсудить их в статье;
Г. Отказаться от публикации вообще.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б | В | А | Б | Г | В |
| Компетенции | УК-4 | УК-4 | УК-7 | УК-7 | ОПК-5 | ОПК-5 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие факторы относятся к типовым рискам командной работы над исследовательским проектом?
А. Недоступность исходных данных в нужный момент;
Б. Наличие у всех участников команды сертификатов о прохождении курсов по тайм-менеджменту.;
В. Смена требований к результату в середине проекта;
Г. Согласованный и зафиксированный график работы;
Д. Потеря компетентного участника в середине проекта.

2. Какие функции выполняет научный руководитель?
А. Помогает в формулировке цели и задач;
Б. Консультирует по методам исследования;
В. Полностью выполняет работу за студента;
Г. Контролирует этапы выполнения работы;
Д. Даёт рекомендации по используемой литературе.

3. Какие действия способствуют самоорганизации при подготовке диссертации?
А) Выполнение этапов работы в случайном порядке;
Б) Составление календарного плана;
В) Ведение библиографии;
Г) Регулярные консультации с руководителем;
Д) Ознакомление с требованиями к оформлению только в момент сдачи диссертации.

4. Какие три практики поддерживают баланс между личными целями и задачами научного коллектива?
А. Регулярное согласование приоритетов с руководителем.

Б. Скрытое ведение личных дел параллельно с задачами проекта без уведомления команды.
В. Участие в планировании этапов проекта и распределении нагрузки.
Г. Прозрачное обсуждение сроков и ожидаемых результатов.
Д. Отказ от любых личных целей на весь период проекта.
Е. Самостоятельное изменение состава своих задач без информирования руководителя и команды.

5. Какие требования обычно предъявляют рецензируемые журналы по прикладной математике и информатике к научной статье?
А. Допустимость повторной публикации уже опубликованных автором результатов без указания первоисточника.
Б. Корректная структура (аннотация, ключевые слова, постановка задачи, методы, результаты, выводы).
В. Наличие списка литературы с оформлением по стандарту журнала.
Г. Свободное включение в текст рукописи рекламных материалов сторонних организаций.
Д. Наличие описания методологии и данных, достаточного для воспроизведения.

6. Какие принципы академической визуализации данных следует соблюдать при подготовке публикации?
А. Наличие подписей осей и единиц измерения;
Б. Максимальное использование 3D-эффектов;
В. Наличие легенды;
Г. Искажение масштаба для наглядности;
Д. Отсутствие подписей для лаконичности.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, В, Д | А, Б, Г, Д | Б, В, Г | А, В, Г | Б, В, Д | А, В |
| Компетенции | УК-4 | УК-4 | УК-7 | УК-7 | ОПК-5 | ОПК-5 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите соответствие между этапом командного исследовательского проекта и его результатом.

| | |
|---|---|
| 1. Постановка задачи<br>2. Построение математической модели<br>3. Программная реализация<br>4. Верификация и валидация | А. Афиша публичной лекции по популярной науке<br>Б. Приказ о премировании участников по итогам календарного года<br>В. Тестовый набор данных и отчёт о корректности реализации<br>Г. Описание модели, допущений и выбранных обозначений<br>Д. Работающий модуль, покрытый юнит-тестами<br>Е. Техническое задание с формулировкой цели и критериев успеха |

2. Установите соответствие между этапом научного исследования и действием руководителя коллектива.

| | |
|---|---|
| 1. Постановка проблемы;<br>2. Выдвижение гипотезы;<br>3. Планирование исследования;<br>4. Обобщение результатов. | А. Распределение этапов, сроков и ответственных;<br>Б. Проведение патентного поиска и оформление заявки;<br>В. Коллективная интерпретация и формулировка выводов;<br>Г. Организация обсуждения и проверки предположений;<br>Д. Разработка сметы расходов на оборудование;<br>Е. Формулировка противоречия и определение границ задачи. |

3. Установите соответствие между типом научного исследования и его целью.

| | |
|---|---|
| 1. Фундаментальное исследование<br>2. Поисковое исследование<br>3. Прикладное исследование<br>4. Разработка | А. Перепродажа готовых программных продуктов без какой-либо доработки;<br>Б. Получение нового знания, применимого для конкретных практических целей;<br>В. Создание конструкций, технологий, программных продуктов на основе имеющихся знаний;<br>Г. Разработка методов решения проблем, не существовавших ранее в науке;<br>Д. Случайное комбинирование разрозненных результатов без постановки задачи;<br>Е. Расширение научного знания без непосредственной практической цели. |

4. Установите соответствие между компонентом научно-исследовательской культуры и задачей саморазвития.

| | |
|---|---|
| 1. Методологическая культура;<br>2. Информационная культура;<br>3. Коммуникативная культура;<br>4. Рефлексивная культура. | А. Владение иностранным языком на бытовом уровне;<br>Б. Представление результатов и научная дискуссия;<br>В. Владение логикой и методами исследования;<br>Г. Умение работать с источниками и базами данных;<br>Д. Навыки оформления бухгалтерской отчётности;<br>Е. Анализ собственной деятельности и результатов. |

5. Установите соответствие между нарушением академической этики и его определением.

| | |
|---|---|
| 1. Плагиат<br>2. Самоплагиат<br>3. Фальсификация данных<br>4. Фабрикация данных | А. Цитирование автора с точным указанием источника;<br>Б. Предоставление выдуманных данных, которых никогда не существовало;<br>В. Изменение реально полученных экспериментальных данных;<br>Г. Указание благодарности научному руководителю в предисловии работы; |

| | |
|---|---|
| | Д. Повторная публикация уже опубликованных собственных результатов как новых;<br>Е. Присвоение чужих идей или текстов без указания источника; |

6. Установите соответствие между этапом подготовки рукописи и действием.

| | |
|---|---|
| 1. Выбор журнала/конференции;<br>2. Оформление рукописи;<br>3. Подготовка иллюстраций;<br>4. Написание сопроводительного письма;<br>5. Ответ рецензентам. | А. Аргументированные ответы на замечания с указанием внесённых правок;<br>Б. Изучение требований редакции и соответствие тематике;<br>В. Оплата публикационного сбора;<br>Г. Создание графиков и схем с учётом требований к разрешению и цвету;<br>Д. Краткое изложение сути работы и её значимости;<br>Е. Приведение структуры и оформления к шаблону издания;<br>Ж. Перевод статьи на все языки мира. |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1 - Е,<br>2 - Г,<br>3 - Д,<br>4 - В | 1 - Е,<br>2 - Г,<br>3 - А,<br>4 - В | 1 - Е,<br>2 - Г,<br>3 - Б,<br>4 - В | 1 - В,<br>2 - Г,<br>3 - Б,<br>4 - Е | 1 - Е,<br>2 - Д,<br>3 - В,<br>4 - Б | 1 - Б,<br>2 - Е,<br>3 - Г,<br>4 - Д,<br>5 - А |
| Компетенции | УК-4 | УК-4 | УК-7 | УК-7 | ОПК-5 | ОПК-5 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

1. Расположите в порядке выполнения этапы подготовки совместной публикации по результатам командного исследования.
А. Согласование распределения авторства
Б. Формулировка общей структуры статьи
В. Написание разделов с фиксацией ответственных
Г. Согласование цели публикации и целевого журнала
Д. Сквозное редактирование и проверка соответствия требованиям журнала

2. Расположите этапы подготовки квалификационной работы:
А. Выбор темы и руководителя;
Б. Защита работы;
В. Сбор и анализ материалов;
Г. Формулировка цели и задач;
Д. Оформление и подготовка к защите.

3. Расположите этапы самоорганизации работы над выпускной квалификационной работой:
А. Составление плана;
Б. Постановка цели;
В. Рефлексия и корректировка;
Г. Реализация плана;
Д. Оценка промежуточных результатов.

4. Расположите задачи освоения нового для вас раздела математики, необходимого для исследовательского проекта, в порядке выполнения.
А. Выполнение учебных задач на данных проекта;
Б. Изучение базовой теории и определений по учебнику или обзору;
В. Изучение первоисточников и современных статей по методу;
Г. Внедрение реализации в код проекта и проверка на тестовых данных.

5. Укажите последовательность шагов, обеспечивающую воспроизводимость вычислительного эксперимента в публикации:
А. Публикация кода и данных в репозитории со ссылкой в статье;
Б. Фиксация версий программного окружения (файл зависимостей, контейнер);
В. Документирование параметров модели и настроек эксперимента;
Г. Выполнение эксперимента с автоматической фиксацией результатов;
Д. Проверка воспроизводимости на «чистой» системе.

6. Определите порядок этапов работы с рецензией журнала после её получения:
А. Подготовка сопроводительного письма с перечнем внесённых изменений;
Б. Внесение правок в рукопись с выделением изменений;
В. Тщательное чтение и классификация замечаний (содержательные или редакционные);
Г. Обдумывание и составление плана ответов на каждое замечание;
Д. Отправка доработанной рукописи и ответа рецензентам.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Г, А, Б, В, Д | А, Г, В, Д, Б | Б, А, Г, Д, В | Б, В, А, Г | Б, В, Г, Д, А | В, Г, Б, А, Д |
| Компетенции | УК-4 | УК-4 | УК-7 | УК-7 | ОПК-5 | ОПК-5 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. Какие этапы научного исследования наиболее чувствительны к качеству коллективной организации? Кратко обоснуйте.

Ожидаемый ответ: постановка проблемы, выдвижение гипотезы и обобщение результатов: здесь нужно согласовывать позиции, критерии и выводы; ошибки организации на этих этапах особенно критичны.
Критерии оценивания: названо не менее двух этапов; указана необходимость согласования; показаны последствия плохой организации; сделан вывод.

Компетенции: УК-4.

2. Объясните, как согласование понятийного аппарата влияет на работу научного коллектива.

Ожидаемый ответ: единые термины убирают неоднозначность, помогают понимать друг друга, корректно объединять методы и правильно толковать результаты.
Критерии оценивания: объяснена проблема неоднозначности терминов; показана связь с коммуникацией; указано влияние на интеграцию методов и интерпретацию результатов.

Компетенции: УК-4.

3. Составьте порядок самоорганизации работы над магистерской диссертацией на учебный год.

Ожидаемый ответ: поставить цель и задачи; составить календарный план; работать с литературой и библиографией; провести исследование; делать промежуточные отчёты; подготовить текст диссертации и материалы к защите.
Критерии оценивания: предложенный порядок охватывает основные этапы; указаны важность установления сроков и промежуточного контроля; учтена работа с литературой; план реалистичен.

Компетенции: УК-7.

4. Опишите структуру научной статьи по прикладной математике/информатике в соответствии с требованиями ведущих журналов.

Ожидаемый ответ: название, аннотация, ключевые слова, введение (актуальность, постановка задачи, обзор), методы (математическая модель, алгоритмы), результаты экспериментов, обсуждение, заключение, список литературы.
Критерии оценивания: перечислены основные разделы; указано их назначение; отмечены требования к аннотации и списку литературы.

Компетенции: ОПК-5.

**Разработчик ФОС:**

- доктор технических наук, Кореньков В.В., по совместительству профессор филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат технических наук, Белов С.Д., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ
- Любимова М.А., по совместительству программист факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ

# НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Семестры – 1, 2, 3, 4
Зачетных единиц – 24
Общая трудоемкость – 864 ч.
Общая аудиторная нагрузка –
Лекций –
Семинаров –
Часов самостоятельная работа студента – 864 ч.
Форма промежуточной аттестации – экзамен в 3 семестре

## 1. Перечень компетенций и описание основных показателей компетенций, и порядок оценки освоения обучающимися учебного материала

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| **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 | **Знать** тенденции и перспективы развития обработки данных в гетерогенных вычислительных средах, а также смежных областей прикладной математики и информатики.<br><br>**Уметь** использовать аналитический аппарат методологии научного познания при оценке проблемной ситуации и последующей ее декомпозиции на отдельные задачи.<br><br>**Владеть** навыками методологического анализа научного исследования и его результатов. |
| **УК-3.** Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта. | **Знать** основные инновационные достижения современной прикладной математики и информатики.<br><br>**Уметь** разрабатывать проект решения научной задачи, анализировать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных результатов; определять целевые этапы и основные объемы работ.<br><br>**Владеть** навыками разработки и реализации научных проектов в области современной прикладной математики и информатики, методами оценки эффективности проекта, а также потребности в ресурсах. |
| **ПК-2.** Способен в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации, проводить научные исследования и (или) осуществлять разработки в области прикладной математики и | **Знать** методы верификации и валидации научных результатов в вычислительных экспериментах.<br><br>**Уметь** проводить полномасштабные вычислительные эксперименты, обрабатывать большие объёмы данных и получать новые научные знания или готовые программные решения.<br><br>**Владеть** навыками получения, документирования и первичного |

| | |
|---|---|
| информатики с получением научного и (или) научно-практического результата. | анализа научно-практических результатов, пригодных для внедрения или публикации. |
| **ПК-3.** Способен готовить отдельные документы, связанные с проводимой научно-исследовательской работой. | **Знать** стандарты оформления разделов научно-технического отчёта, посвящённых математическому аппарату, алгоритмам и результатам тестирования ПО.<br><br>**Уметь** готовить научные отчёты, аналитические справки по результатам этапов работы, оформлять листинги кода и протоколы экспериментов.<br><br>**Владеть** навыками подготовки фрагментов публикаций и отчётов, содержащих формальное описание разработанных моделей, методов и полученных результатов. |

**2. Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Критерии оценивания (знания, умения, навыки по данному разделу) частей компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости |
|---|---|---|---|
| 1 | По всем темам курса | УК-1, УК-3, ПК-2, ПК-3 | Письменный отчет<br>Экзамен по дисциплине |

**3.Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---|---|---|
| 1 | Письменный отчет | Критерии оценивания письменного отчета, структура отчета о выполнении НИР |
| 2 | Экзамен по дисциплине | Список вопросов для подготовки к экзамену |

**4. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.**

**I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных**

1. Руководитель предложил выбрать подходящий метод обработки экспериментальных данных. Для обоснованного выбора необходимо сформулировать:
А) Какой метод упоминается в большинстве публикаций по теме исследования.
Б) Какие программные средства используют участники исследования.
В) Какой ожидается результат и по каким критериям его оценивать.
Г) Какой метод имеет наиболее простую программную реализацию.

2. Постановка задачи научно-исследовательской работы и требования к вычислительной среде согласованы. Какие работы можно запланировать параллельно при независимых исполнителях и ресурсах?
А) Получение нового набора измерений и его анализ.

Б) Обзор литературы по теме и подготовку вычислительной среды.
В) Проведение сравнительных испытаний методов и выбор наилучшего по установленным критериям.
Г) Получение итоговых численных результатов и их интерпретация.

3. Результаты двух программных реализаций численного метода различаются в последних десятичных знаках. Как корректно проверить их на совпадение при вычислениях с плавающей точкой?
А) Сравнить модуль разности с обоснованным допуском, учитывающим масштаб величин.
Б) Проверить точное совпадение всех выведенных десятичных знаков.
В) Установить допуск равным уже обнаруженному расхождению результатов.
Г) Сравнить результаты после округления каждого значения до целого числа.

4. В обзоре литературы метод другого автора изложен своими словами. Как правильно оформить этот фрагмент?
А) Указать статью как источник только в общем списке литературы, без ссылки в тексте.
Б) Заменить ссылку в тексте на статью названием использованной автором программы.
В) Дать ссылку в тексте только при наличии дословной цитаты из этой статьи.
Г) Сопроводить изложение метода ссылкой на соответствующий библиографический источник.

5. На нескольких больших задачах реализация на GPU работала быстрее реализации на CPU. Какой вывод обоснован только этими наблюдениями?
А) Для малых задач сохранится то же отношение времени работы.
Б) Ускорение получено исключительно за счет большего числа вычислительных ядер.
В) Исследованная реализация на GPU быстрее реализации на CPU на этих задачах в данных условиях.
Г) При увеличении объёма данных ускорение возрастёт пропорционально объёму.

6. Два варианта проекта дают нужную точность. Один требует больше времени разработки, другой — больше машинного времени. По какому показателю следует выбирать?
А) По длительности самого короткого запуска каждого варианта.
Б) По числу программных модулей, которые предстоит написать.
В) По предельной производительности имеющегося оборудования.
Г) По совокупным затратам и доступности ресурсов в сроки проекта.

7. Параметры метода подбирали по набору примеров. На каких данных лучше проверять качество работы метода для новых случаев?
А) На тех же примерах, запущенных повторно в другом порядке.
Б) На отдельном представительном наборе, не использованном при подборе параметров.
В) На примерах, использованных при подборе, для которых уже получена наименьшая ошибка.
Г) На расширенном наборе, повторно подбирая параметры по всем его примерам.

8. В серии вычислительных экспериментов часть запусков завершилась ошибкой. Как отразить это в отчёте?
А) Указать число и условия отказов отдельно от результатов успешных запусков.
Б) Показать только успешные запуски, не упоминая исключённые результаты.
В) Заменить результаты отказавших запусков средним значением по успешным запускам.
Г) Присвоить каждому отказу значение наибольшей из ошибок, полученных в успешных запусках.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В | Б | А | Г | В | Г | Б | А |
| Компетенции | УК-1 | УК-3 | ПК-2 | ПК-3 | УК-1 | УК-3 | ПК-2 | ПК-3 |

**II. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных**

1. Какие действия необходимо выполнить при переходе от описания реальной системы к математической модели?
А) Выделить факторы, существенные для исследуемого результата.
Б) Принять точность компьютерной арифметики за точность описания системы.
В) Явно сформулировать допущения и область применимости модели.
Г) Выбрать факторы по наибольшим численным значениям их параметров.
Д) Определить вид модели исключительно по наличию готовой программы.

2. В ходе научно-исследовательской работы необходимо сделать выбор между собственной реализацией метода или готовой библиотекой. Какие действия нужно выполнить для обоснования выбора?
А) Проверить, соответствуют ли возможности библиотеки требованиям задачи.
Б) Оценить применимость библиотеки к решению данной задачи на основе ее популярности.
В) Оценить трудозатраты на внедрение, доработку и проверку обоих вариантов.
Г) Считать собственный код более точным благодаря возможности его изменять.
Д) Сопоставить вычислительные затраты вариантов с доступными ресурсами.

3. На одной задаче новый метод дал меньшую погрешность, но потребовал больше времени. Какие действия необходимо предпринять для анализа результата?
А) Признать метод непригодным на основании увеличения времени.
Б) Описать отдельно изменение точности и вычислительных затрат.
В) Рассмотреть задачи, для которых такой компромисс может быть оправдан.
Г) Распространить полученное соотношение точности и времени на весь класс задач.
Д) Проверить, сохраняется ли наблюдаемый эффект на характерных задачах.

4. Какие фрагменты научного отчёта непосредственно представляют и интерпретируют результаты выполненных расчётов?
А) Подробный вывод уравнений исходной математической модели.
Б) Полученные значения показателей с условиями, к которым они относятся.
В) Развёрнутый обзор существующих методов по литературным источникам.
Г) Интерпретация наблюдаемых различий и ограничений сделанных выводов.
Д) Перечень запланированных расчётов, которые ещё не проведены.

5. В наборе наблюдений два показателя изменяются согласованно. Какие утверждения корректны на основании только этого наблюдения?
А) Наблюдение позволяет сформулировать гипотезу о связи показателей.
Б) Согласованное изменение доказывает влияние первого показателя на второй.
В) Обнаружение связи является достаточным для выбора воздействия на исследуемую систему.
Г) Оба показателя могут зависеть от третьего, пока не учтённого фактора.
Д) Повторение такого наблюдения само по себе докажет причинный характер связи.

6. Модули подготовки данных и расчёта выполняются в рамках одного проекта НИР. Какие условия нужно согласовать для их объединения согласно плану работ?
А) Формат передаваемых данных, обозначения и единицы величин.
Б) Срок передачи результата и критерии готовности каждого модуля.
В) Одинаковый язык программирования обоих модулей независимо от способа обмена.
Г) Одинаковый внутренний способ хранения данных в обоих модулях.
Д) Ответственных за передачу результатов и проверку совместной работы.

7. В наборе измерений обнаружены пропуски и выбросы. Какие из нижеперечисленных действий обоснованы перед вычислительным экспериментом?
А) Заменить каждый пропуск нулём, сохранив обычную интерпретацию значений.
Б) Проверить, связаны ли подозрительные значения с ошибками измерения.
В) Удалить выбросы, если они ухудшают показатели выбранного метода.
Г) Зафиксировать правила обработки пропусков и выбросов.
Д) Сохранить исходный набор и воспроизводимую процедуру преобразования.

8. В кратком докладе нужно представить результаты научно-исследовательской работы с большим числом экспериментов. Какие решения помогут ясно обосновать основной вывод?
А) Выбрать представительные результаты, показывающие основной эффект и существенные ограничения вывода.
Б) Заменить полученные результаты подробным перечнем выполненных действий.
В) Отделить проверенные результаты от объяснений, требующих дальнейшей проверки.
Г) Ограничиться лучшим запуском, не сообщая о других результатах серии.
Д) Перенести все исходные журналы запусков на один обзорный слайд.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | А, В | А, В, Д | Б, В, Д | Б, Г | А, Г | А, Б, Д | Б, Г, Д | А, В |
| Компетенции | УК-1 | УК-3 | ПК-2 | ПК-3 | УК-1 | УК-3 | ПК-2 | ПК-3 |

**III. Задание закрытого типа на установление соответствия**

1. Соотнесите описание элемента исследования с его названием.

| | |
|---|---|
| 1. Предположение о связи факторов, которое предстоит проверить в исследовании.<br>2. Результат, на получение которого направлено исследование.<br>3. Конкретное действие, необходимое для достижения цели исследования.<br>4. Объяснение того, почему выбранную проблему важно исследовать. | А) Задача исследования<br>Б) Метод исследования<br>В) Научная гипотеза<br>Г) Актуальность исследования<br>Д) Цель исследования |

2. Соотнесите пример из плана НИР с соответствующим понятием управления проектом.

| | |
|---|---|
| 1. Выделенные для расчётов часы работы вычислительного узла.<br>2. Возможная задержка предоставления данных внешней организацией.<br>3. Условие, что погрешность результата численного метода не должна превышать согласованный порог.<br>4. Необходимость завершить подготовку данных до запуска расчётов на этих данных. | А) Критерий приёмки результата<br>Б) Ресурс проекта<br>В) Объект исследования<br>Г) Зависимость работ<br>Д) Риск проекта |

3. Соотнесите действие при проверке результатов вычислительного эксперимента с его названием.

| | |
|---|---|
| 1. Результат программного расчета сравнивают с точным решением простой задачи.<br>2. Меняют один входной параметр в заданном диапазоне при неизменных остальных и оценивают изменение результата.<br>3. Определяют, на какие функции программы приходится основная часть времени выполнения.<br>4. Оценивают разброс результатов по серии запусков алгоритма, использующего случайные числа. | А) Анализ чувствительности<br>Б) Профилирование программы<br>В) Проверка на контрольном примере<br>Г) Повторные запуски эксперимента<br>Д) Архивирование исходного кода |

4. Соотнесите содержание материала с подходящим видом научного документа или его раздела.

| | |
|---|---|
| 1. Исходные предположения, математические зависимости и обозначения модели.<br>2. Условия отдельного запуска программы и полученные при нём значения.<br>3. Анализ известных подходов к решению задачи и их ограничения.<br>4. Описание проблемы и основного результата для представления в научной конференции. | А) Руководство по установке программы<br>Б) Обзор литературы<br>В) Тезисы доклада<br>Г) Протокол вычислительного эксперимента<br>Д) Описание математической модели |

5. Соотнесите приём научного познания с его описанием.

| | |
|---|---|
| 1. Декомпозиция сложной проблемы на взаимосвязанные составляющие для их изучения.<br>2. Соединение отдельных частей (признаков, свойств, отношений) в целостное представление об объекте.<br>3. Игнорирование свойств объекта, несущественных для поставленной задачи.<br>4. Исследование объекта с помощью его формализованного представления. | А) Моделирование<br>Б) Анализ<br>В) Синтез<br>Г) Наблюдение<br>Д) Абстрагирование |

6. Соотнесите действие руководителя исследовательского проекта с задачей управления.

| | |
|---|---|
| 1. Определить, какие последующие этапы сдвинутся при задержке подготовки данных.<br>2. Рассчитать необходимые затраты машинного времени и объём хранилища.<br>3. Сопоставить фактически выполненные работы с утверждённым планом этапа.<br>4. Определить резервный источник данных и условия перехода на него при недоступности основного. | А) Контроль хода проекта<br>Б) Формулирование научной гипотезы<br>В) Оценка потребности в ресурсах<br>Г) Анализ зависимостей работ<br>Д) Планирование реагирования на риск |

7. Соотнесите задачу подготовки результатов измерений с операцией обработки данных:

| | |
|---|---|
| 1. Сделать сопоставимыми значения времени, записанные в одном файле в секундах, а в другом — в миллисекундах.<br>2. Оставить для анализа записи, относящиеся к заданному интервалу времени.<br>3. Получить среднее значение по всем измерениям каждой серии.<br>4. Дополнить измерения характеристиками прибора из другой таблицы по его идентификатору. | А) Сортировка данных<br>Б) Агрегирование данных<br>В) Объединение таблиц по ключу<br>Г) Фильтрация данных<br>Д) Приведение единиц измерения |

8. Соотнесите задачу оформления научного отчёта с элементом, который её решает:

| | |
|---|---|
| 1. Пояснить условные обозначения линий и маркеров на графике.<br>2. Указать, какие величины и единицы представлены в столбцах таблицы.<br>3. Показать порядок шагов алгоритма без привязки к синтаксису конкретного языка программирования.<br>4. Позволить читателю найти публикацию, на которой основано утверждение. | А) Псевдокод алгоритма<br>Б) Библиографическая ссылка<br>В) Заголовки столбцов таблицы<br>Г) Легенда графика<br>Д) Оглавление отчёта |

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | 1–В, 2–Д, 3–А, 4–Г | 1–Б, 2–Д, 3–А, 4–Г | 1–В, 2–А, 3–Б, 4–Г | 1–Д, 2–Г, 3–Б, 4–В | 1–Б, 2–В, 3–Д, 4–А | 1–Г, 2–В, 3–А, 4–Д | 1–Д, 2–Г, 3–Б, 4–В | 1–Г, 2–В, 3–А, 4–Б |
| Компетенции | УК-1 | УК-3 | ПК-2 | ПК-3 | УК-1 | УК-3 | ПК-2 | ПК-3 |

**IV. Задание закрытого типа на установление последовательности**

Инструкция: расположите действия в правильной последовательности. В ответе запишите соответствующий порядок букв. Используйте каждый вариант один раз.

1. В обзорной статье приведено утверждение о возможностях метода и дана ссылка на исследование. Полный текст этого исследования ещё не прочитан. Расположите действия для проверки того, насколько утверждение обзора обосновано первоисточником.
А) Сопоставить утверждение обзора с установленными условиями и выводами первоисточника.
Б) Получить полный текст исследования, на которое ссылается обзор.
В) Сформулировать вывод об обоснованности утверждения с учётом выявленных ограничений.

Г) Выяснить по полному тексту условия исследования и выводы его авторов.

2. Результат этапа исследовательского проекта предъявлен к приёмке. Критерии приёмки утверждены заранее. Перед началом следующего этапа необходимо решить, принят ли результат или требуется доработка. Расположите действия.
А) Внести принятое решение и соответствующий статус этапа в план проекта.
Б) По результатам сопоставления зафиксировать выполненные требования и обнаруженные несоответствия.
В) Сопоставить предъявленный результат с утверждёнными критериями приёмки.
Г) На основе зафиксированных сведений принять решение о приёмке результата или необходимости доработки.

3. Расчётная программа подготовлена. Перед основной серией запусков её необходимо проверить на контрольном примере с известным ответом. Основную серию разрешено выполнять только после успешного прохождения контроля. Расположите действия.
А) Выполнить программу на подготовленном контрольном примере.
Б) При успешной проверке запустить основную серию расчётов.
В) Подготовить входные данные контрольного примера и его ожидаемый результат.
Г) Сравнить полученный результат с ожидаемым по заданному критерию.

4. В черновике отчёта обнаружена цитата с ошибками копирования. Издание и страница известны, но полная сверка с оригиналом ещё не проведена. Расположите действия для подготовки проверенной цитаты к включению в итоговый отчёт.
А) Исправить обнаруженные расхождения, сохранив точность цитирования.
Б) Включить проверенный текст цитаты в итоговый отчёт со ссылкой на источник и страницу.
В) Сопоставить текст черновой цитаты с текстом оригинала.
Г) Открыть указанную страницу того издания, из которого взята цитата.

5. Качество модели ухудшилось при переходе к другому набору данных. Различия между наборами ещё не изучены. Нужно подготовить гипотезу, основанную на выявленных различиях; эксперимент по её проверке пока не проводится. Расположите действия.
А) Выбрать среди выявленных различий возможную причину ухудшения качества.
Б) Сформулировать выбранное объяснение как проверяемое предположение с указанными условиями.
В) Указать наблюдаемый результат, который противоречил бы сформулированному предположению.
Г) Сопоставить характеристики исходного и нового наборов данных.

6. Для серии однотипных расчётов нужно оценить потребность в машинном времени. Объём серии и предполагаемое оборудование известны. Оценку решено получить по пробному запуску типичного расчёта; такой запуск ещё не подготовлен. Расположите действия.
А) На основе измерения оценить машинное время всей серии с учётом её объёма и необходимого резерва.
Б) Подготовить типичный расчёт для пробного запуска.
В) Выполнить подготовленный расчёт на выбранном оборудовании с регистрацией времени.
Г) Получить из журнала пробного запуска измеренное время выполнения.

7. Два готовых варианта алгоритма требуется сравнить по времени выполнения. Расположите основные действия вычислительного эксперимента.
А) Рассчитать итоговые показатели времени выполнения.
Б) Провести серии запусков обоих вариантов с записью времени выполнения.
В) Определить общий тестовый набор, параметры и условия запуска.

Г) Сформулировать вывод о сравнительном быстродействии вариантов алгоритма.

8. Для отчёта готовят сводную таблицу по завершённым экспериментам. Запуски уже отобраны, но их результаты записаны в разных единицах измерения. Таблица должна содержать значения в общих единицах и сопровождаться кратким выводом. Расположите действия.
А) Привести извлечённые значения к согласованным единицам измерения.
Б) Извлечь из журналов результаты отобранных запусков и обозначения их единиц измерения.
В) Заполнить таблицу приведёнными значениями и указать единицы в заголовках.
Г) Написать краткий вывод по данным заполненной таблицы.

9. Для научной задачи рассматривают два опубликованных метода. Расположите действия, необходимые для обоснованного выбора одного из них.
А) Сравнить методы по единым критериям.
Б) Обосновать выбор метода и указать ограничения его применения.
В) Определить требования к результату и ограничения задачи.
Г) Установить критерии сравнения методов.

10. Появился риск потери доступа к внешнему источнику данных, используемому в исследовательском проекте. Для снижения риска рассматривают резервный источник. Требования к нему ещё не определены; в план можно включить только проверенный вариант замены. Расположите действия.
А) Включить проверенный вариант замены и условия перехода на него в план реагирования на риск.
Б) Проверить доступность и пригодность предполагаемого резервного источника по составленным требованиям.
В) Оценить последствия потери источника и выявить работы, для которых потребуется замена данных.
Г) Составить требования к резервному источнику с учетом того, какие данные требуются для выявленных работ.

11. Проверяют согласованность прогнозов модели с измерениями. В двух файлах одни и те же объекты расположены в разном порядке и имеют идентификаторы. Критерий проверки задан: среднее абсолютное отклонение должно быть не выше установленного порога. Расположите действия.
А) Сопоставить прогнозы и измерения одних и тех же объектов по идентификаторам.
Б) Вычислить среднее значение рассчитанных абсолютных отклонений.
В) Для каждой полученной пары рассчитать абсолютное отклонение прогноза от измерения.
Г) Сравнить полученное среднее с установленным порогом и сделать вывод о выполнении критерия.

12. В протоколе завершённого эксперимента ошибочно записано значение параметра. Фактическое значение можно установить по сохранённой конфигурации; пересчёт не требуется. Исправленную версию оформляют на основании записи об исправлении, сохраняя исходный протокол. Расположите действия.
А) Подготовить запись об исправлении с верным значением и указанием подтверждающего источника.
Б) Сохранить исправленную версию вместе с записью об исправлении, не удаляя исходный протокол.
В) На основании подготовленной записи внести исправление в новую версию протокола.
Г) Установить фактическое значение параметра по сохранённой конфигурации эксперимента.

**Ключ к тесту**

| Номер вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | Б, Г, А, В | В, Б, Г, А | В, А, Г, Б | Г, В, А, Б | Г, А, Б, В | Б, В, Г, А |
| Компетенции | УК-1 | УК-3 | ПК-2 | ПК-3 | УК-1 | УК-3 |

| Номер вопроса | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Правильный ответ | В, Б, А, Г | Б, А, В, Г | В, Г, А, Б | В, Г, Б, А | А, В, Б, Г | Г, А, В, Б |
| Компетенции | ПК-2 | ПК-3 | УК-1 | УК-3 | ПК-2 | ПК-3 |

**V. Задание открытого типа с развернутым ответом**

1. В двух научных статьях сделаны разные выводы о том, какой метод обработки данных эффективнее. Назовите три группы сведений об исследованиях, которые нужно сопоставить, прежде чем считать эти выводы противоречащими друг другу.

Ответ: Нужно сопоставить три группы сведений: постановку задачи и свойства исходных данных; используемые методы, их настройки и допущения; показатели и условия оценки эффективности, включая оборудование и способ получения итоговых значений. Например, метод может превосходить другой по точности, но уступать по скорости. Разные выводы не обязательно противоречат друг другу, если методы проверялись на разных задачах или оценивались по разным показателям. Перед выводом о противоречии нужно установить сопоставимость условий и оснований выводов.
Критерии оценивания:
- Сопоставлены постановка задачи и существенные свойства исходных данных.
- Учтены особенности методов, настройки или допущения, а также показатели и условия оценки. Допустима иная обоснованная группировка этих сведений в три группы.
- Объяснено, почему различия условий или критериев эффективности могут приводить к разным выводам без противоречия.

Компетенции: УК-1

2. В ходе научно-исследовательской работы предложено добавить новую серию вычислительных экспериментов, которой нет в согласованном плане. Как решить, включать ли её в работу? Назовите три обстоятельства, которые следует оценить, и объясните, как оформить принятое решение.

Ответ: Следует оценить связь новой серии с целью исследования и её ожидаемую научную пользу; влияние на сроки и уже запланированные работы; потребность в дополнительных ресурсах и их доступность. По результатам можно включить серию полностью, ограничить её объём, перенести или отказаться от неё, обосновав выбор. Решение согласовывают с научным руководителем. При принятии изменения в плане фиксируют новую работу, ожидаемый результат, сроки и необходимые ресурсы, а также изменения других этапов.
Критерии оценивания:
- Оценена связь дополнительной серии с целью исследования и ожидаемая польза.
- Рассмотрены влияние на сроки и другие работы, потребность в ресурсах и их доступность.
- Указаны обоснование и согласование решения, а при включении серии — фиксация изменений в плане.

Компетенции: УК-3

3. Программная реализация численного алгоритма даёт правильный результат на одном простом контрольном примере. Достаточно ли этого, чтобы применять эту реализацию ко всему предусмотренному классу задач? Обоснуйте ответ и назовите две разные дополнительные проверки.

Ответ: Нет, одного простого примера недостаточно: он подтверждает результат только для конкретных входных данных. Первая дополнительная проверка — испытать реализацию на других типичных и граничных случаях с известным решением. Вторая — исследовать влияние небольших изменений допустимых входных данных на результат. Это помогает выявлять чувствительность к погрешностям данных и необъяснимые сбои. Резкие изменения следует оценивать с учётом свойств самой задачи: они не обязательно означают ошибку программы. Допустимы и другие две содержательно разные, обоснованные проверки.
Критерии оценивания:
- Объяснено, почему один контрольный пример не подтверждает пригодность реализации для всего предусмотренного класса задач.
- Названы две содержательно разные дополнительные проверки, подходящие для данного класса задач.
- Объяснено назначение предложенных проверок; не требуется дословно повторять проверки из примера ответа.

Компетенции: ПК-2

4. Другой исследователь должен повторить вычислительный эксперимент по вашему отчёту. Какие сведения об исходных данных, программе и параметрах запуска нужно включить в описание? Объясните, почему одного графика с итоговым результатом недостаточно.
Пример правильного ответа. Указывают источник и конкретную версию исходных данных, а также существенные этапы подготовки: отбор, обработку пропусков и преобразования. Для программы приводят её версию и необходимые сведения о программной среде; оборудование описывают, если оно влияет на исследуемые результаты. Перечисляют существенные параметры запуска, а при использовании случайных чисел — сведения для повторения выбранного режима, например начальное состояние генератора. График показывает итог, но не определяет данные, настройки и процедуру, которыми он получен, поэтому одного графика для повторения эксперимента недостаточно.
Критерии оценивания:
- Указаны сведения, позволяющие определить исходные данные и существенные операции их подготовки.
- Указаны версия программы, необходимые условия выполнения и параметры запуска; особенности случайных вычислений учитываются при их наличии.
- Объяснено, что график с результатом не описывает достаточным образом условия и процедуру эксперимента.

Компетенции: ПК-3

**Разработчики ФОС:**

- доктор технических наук, Кореньков В.В., по совместительству профессор филиала МГУ в г. Дубне
- кандидат физико-математических наук, Лукьянов К.В., по совместительству математик 2 категории факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ
- кандидат технических наук, Филозова И.А.
- Любимова М.А., по совместительству программист факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ