МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Вычислительная и прикладная математика»

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Параллельное программирование»

Направление подготовки – 09.03.04 Программная инженерия

ОПОП «Программная инженерия систем искусственного интеллекта»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная (4 года)

Рязань

1. СПИСОК ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Введение в параллельное программирование. Параллельные вычислительные системы.
2. Общая характеристика многопроцессорных систем.
3. Основы многопоточности в Java. Модель памяти Java (JMM).
4. Создание и запуск потоков в Java. Класс Thread и интерфейс Runnable.
5. Синхронизация потоков. Примитивы синхронизации (synchronized, volatile).
6. Продвинутые механизмы синхронизации: Lock, ReentrantLock, ReadWriteLock.
7. Атомарные классы (AtomicInteger, AtomicReference и др.).
8. Коллекции для многопоточности (ConcurrentHashMap, CopyOnWriteArrayList, BlockingQueue).
9. Высокоуровневые абстракции параллелизма: Executor Framework.
10. Fork/Join Framework. Параллельные потоки (parallel streams).
11. Настройка пула потоков. ThreadPoolExecutor.
12. Паттерны параллельного программирования: Producer-Consumer, Thread Pool, Future.
13. Deadlock, livelock, starvation. Способы предотвращения.
14. Введение в потоковую обработку данных.
15. Apache Kafka: архитектура, компоненты, применение.
16. Apache Flink: архитектура, компоненты, применение.
17. Обработка больших данных: архитектура Hadoop.
18. Модель MapReduce. Применение для обработки больших данных.
19. Тестирование многопоточных приложений. Инструменты и подходы.
20. Профилирование и отладка многопоточных приложений.
21. Асинхронное программирование в Java (CompletableFuture).
22. Реактивное программирование. Основы.
23. Событийно-ориентированный параллелизм.
24. Проблемы производительности в многопоточных приложениях.
25. Оптимизация параллельных вычислений.
26. Многопоточность в базах данных.
27. Распределённые вычисления. Основы.
28. Параллельная обработка данных в системах ИИ.
29. Инструменты мониторинга и управления потоками.
30. Перспективные направления развития параллельного программирования.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Тема лабораторной работы	Кол-во часов
1	Разработка потокобезопасного счётчика	2
2	Моделирование обедающих философов	2
3	Реализация thread-safe кэша	2
4	Асинхронная обработка	2
5	Producer-Consumer	2
6	Интеграция с Apache Kafka	2
7	Обработка потока событий в Apache Flink	2
8	Тестирование многопоточного приложения под нагрузкой. Решение кейса индустриального партнёра	2
Итого		**16**

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лабораторных занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лабораторным работам и при подготовке к экзамену.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

- изучение теоретического материала (работа над конспектом лекции);
- самостоятельное изучение дополнительных информационных ресурсов (доработка конспекта лекции);
- выполнение заданий текущего контроля успеваемости (подготовка к лабораторным работам);

- итоговая аттестация по дисциплине (подготовка к экзамену).

При подготовке к лабораторным работам необходимо:

1. Изучить конспект лекций и методические указания к данной работе.
2. Ознакомиться с рекомендуемой основной и дополнительной литературой.
3. Выполнить индивидуальное задание.
4. Оформить отчёт в соответствии с требованиями кафедры.
5. Защитить работу, ответив на вопросы преподавателя.

Важным этапом является защита лабораторной работы. В процессе защиты студент отвечает на вопросы преподавателя, касающиеся теоретического материала, относящегося к данной работе, и проекта, реализующего её задание, комментирует полученные результаты. При подготовке к защите рекомендуется ознакомиться со списком вопросов по изучаемой теме и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ ВРЕМЕНИ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ОПИСАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЙ СТУДЕНТА («СЦЕНАРИЙ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ»)

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины.

Для освоения лекционного материала следует: изучить конспект лекции в тот же день, после лекции: 10–15 минут, повторно прочитать конспект лекции за день перед следующей лекцией: 10–15 минут. Также следует изучить теоретический лекционный материал по рекомендуемому учебнику/учебному пособию: 1 час в неделю.

Следует максимально использовать лекционное время для изучения дисциплины, понимания лекционного материала и написания конспекта лекций. В процессе лекционного занятия студент должен уметь выделять важные моменты и основные положения. При написании конспекта лекций следует придерживаться следующих правил и рекомендаций:

1. При ведении конспекта рекомендуется структурировать материал по разделам, главам, темам. Вести нумерацию формул. Выделять по каждой теме постановку задачи, основные положения, выводы. Кратко записывать те пояснения лектора, которые показались особенно важными. Это позволит при подготовке к сдаче экзамена не запутаться в структуре лекционного материала.
2. Лекционный материал следует записывать в конспект лишь после того, как излагаемый лектором тезис будет вами дослушан до конца и понят.

3. При конспектировании следует отмечать непонятные на данном этапе положения, доказательства и пр.
4. Рекомендуется по каждой теме выразить своё мнение, комментарий, вывод.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов: этот вид самостоятельной работы студентов особенно важен в том случае, когда одну и ту же задачу можно решать различными способами, а на лекции изложен только один из них. Кроме того, рабочая программа предполагает рассмотрение некоторых относительно несложных тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовка к лабораторным работам состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций, методических указаний к данной работе и дополнительной литературы) и выполнении индивидуального задания. Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчёта. Требования к форме и содержанию отчёта приведены в методических указаниях к лабораторным работам или определяются преподавателем на первом занятии. Допускаясь к лабораторной работе, каждый студент должен представить преподавателю «заготовку» отчёта, содержащую: оформленный титульный лист, цель работы, задание, проект решения, полученные результаты, выводы.

Подготовка к сдаче экзамена.

Экзамен – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины. Главная задача экзамена состоит в том, чтобы у студента по окончании изучения данной дисциплины сформировались определённое представление об общем содержании дисциплины, определённые теоретические знания и практические навыки, определённый кругозор. Готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, на лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объёме с присущей ей строгостью и логичностью, её практической направленностью.

Экзамен даёт возможность преподавателю определить теоретические знания студента и его практические навыки при решении определённых прикладных задач. Оцениваются: понимание и степень усвоения теоретического материала; степень знакомства с основной и дополнительной литературой, а также с современными публикациями; умение применить теорию к практике, решать определённые практические задачи данной предметной области, правильно проводить расчёты и т. д.; знакомство с историей данной науки; логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.

Планируйте подготовку к экзамену, учитывая сразу несколько факторов: неоднородность в сложности учебного материала и степени его проработки в ходе обучения, свои индивидуальные способности. Рекомендуется делать перерывы в занятиях через каждые 50–60 минут на 10 минут. После 3–4 часов занятий следует сделать часовой перерыв. Чрезмерное утомление приведёт к снижению тонуса

интеллектуальной деятельности. Целесообразно разделять весь рабочий день на три рабочих периода – с утра до обеда, с обеда до ужина и с ужина до сна. Каждый рабочий период дня должен заканчиваться отдыхом не менее 1 часа. Работая в сессионном режиме, студент имеет возможность увеличить время занятий с 10 (как требовалось в семестре) до 12 часов в сутки.

Подготовку к экзамену следует начинать с общего планирования своей деятельности. С определения объёма материала, подлежащего проработке, необходимо внимательно сверить конспекты с программой дисциплины, чтобы убедиться, все ли разделы отражены в лекциях, отсутствующие темы изучить по учебнику. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, формул. На третьем этапе – этапе закрепления – полезно чередовать углублённое повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Основная литература, литература для дополнительного чтения и методические указания к лабораторным работам указаны в рабочей программе данной дисциплины и доступны посредством ЭБС.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта изучаются и книги по данному предмету. Литературу по дисциплине рекомендуется читать как в бумажном, так и в электронном виде (если отсутствует бумажный аналог). Полезно использовать несколько учебников и пособий по дисциплине. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько вопросов по данной теме. Кроме того, полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чём этот параграф?», «какие новые понятия введены, каков их смысл?», «зачем мне это нужно по специальности?».

Рекомендуется самостоятельно изучать материал, который ещё не прочитан на лекции и не применялся на лабораторном занятии, тогда занятия будут гораздо понятнее. В течение недели рекомендуется выбрать время (1 час) для работы с литературой.

6. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

6.1. Основная литература

1. Антонов А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: учебное пособие. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 83 с. – ISBN 978-5-4497-0934-9. – URL: http://www.iprbookshop.ru/102043.html

2. Земляная Е. В., Башашин М. В. Введение в параллельное программирование на основе технологий MPI и OpenMP: учебное пособие. – Дубна: Государственный университет «Дубна», 2023. – 101 с. – ISBN 978-5-89847-696-0. – URL: https://e.lanbook.com/book/369416
3. Федотов И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2020. – 390 с. – ISBN 978-5-91359-222-4. – URL: https://www.iprbookshop.ru/142034.html

6.2. Дополнительная литература

1. Антонов А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: учебное пособие. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2025. – 83 с. – ISBN 978-5-4497-0934-9. – URL: https://www.iprbookshop.ru/146378.html
2. Власенко А. Ю., Городничев М. А., Киреев С. Е., Малышкин В. Э., Матвеев А. С., Медведев Ю. Г., Перепёлкин В. А., Щукин Г. А. Основы параллельного программирования. Практический курс: учебное пособие. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2024. – 240 с. – ISBN 978-5-4437-1465-3. – URL: https://www.iprbookshop.ru/148526.html

6.3. Методические разработки

1. Баранчиков П. А. Параллельное программирование: метод. указ. к лаб. работам: Методические указания. – Рязань, 2023. – URL: https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3561

6.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека РГРТУ: http://elib.rsreu.ru/
2. Электронная библиотека IPRBooks: http://iprbookshop.ru/
3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»: http://e.lanbook.com
4. Введение в параллельные вычисления (учебные материалы).
5. The Art of Multiprocessor Programming (учебные материалы).

6.5. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Наименование	Описание
Java Runtime Environment	Свободное ПО
Apache	Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями

Информационные справочные системы:

1. Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ: http://www.garant.ru
2. Система КонсультантПлюс: http://www.consultant.ru
3. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)