

**УТВЕРЖДЕНА**

Решением Ученого совета  
АНО ВО «Центральный университет»  
«24» июня 2025 г.  
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
«Многопоточное программирование»**

**Направление подготовки:** 02.04.01 Математика и компьютерные науки

**Направленность (профиль) подготовки:** Продуктовая аналитика

**Квалификация (степень) выпускника:** магистр

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения программы:** 2 года

**Год набора:** 2025

**Москва  
2025**

## Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля) .....	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	5
3. Тематический план.....	7
4. Содержание дисциплины (модуля).....	7
5. Учебно-методическое обеспечение .....	8
6. Материально-техническое обеспечение .....	8
7. Методические и оценочные материалы .....	10

## 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Многопоточное программирование» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по специальности 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Продуктовая аналитика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Многопоточное программирование является ключевым навыком в современной разработке, поскольку позволяет эффективно использовать многоядерные процессоры и ресурсы системы. Это способствует созданию более быстрых, масштабируемых и отзывчивых приложений, что особенно важно для серверных систем, игр, обработки больших данных и пользовательских интерфейсов. Понимание принципов синхронизации и управления потоками помогает предотвращать ошибки, такие как гонки данных и взаимные блокировки, обеспечивая надежность и стабильность программ.

### Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Продуктовая аналитика и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений, как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 1 или 2 курсе во 2, 3 или 4 семестре на выбор, доступна для прохождения при условии успешного завершения дисциплин (модулей) «Java Core (Основы разработки на языке Java)», «Алгоритмы и структуры данных. Часть 2», «Промышленная разработка».

**Цель изучения дисциплины (модуля):** формирование знаний и навыков в области разработки эффективных, безопасных и оптимизированных многопоточных приложений для решения сложных вычислительных задач.

### Задачи изучения дисциплины (модуля):

- изучить фундаментальные понятия многопоточности и этапы жизненного цикла потоков для понимания их функционирования в программном обеспечении;
- освоить методы обеспечения потокобезопасности кода и приложений, включая предотвращение распространенных проблем синхронизации;
- научиться применять техники управления потоками для оптимизации производительности и распределения ресурсов в программных системах;
- познакомиться с основами реактивного программирования как подхода к обработке асинхронных событий в многопоточной среде;
- развить навыки тестирования, отладки и профилирования многопоточного кода для выявления и устранения ошибок в реальных проектах.

### В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

#### *знать:*

- понятие многопоточности и жизненный цикл потоков;
- проблемы и принципы соблюдения потокобезопасности;
- способы управления потоками;
- принципы реактивного программирования.

#### *уметь:*

- делать фрагменты кода и приложения потокобезопасными;
- тестировать и отлаживать многопоточный код;
- настраивать мониторинг и профилировать многопоточный код.

#### *владеть:*

- навыками создания потоков и управления их состоянием;
- навыками управления множествами потоков;

— навыками реализации надежных и безопасных многопоточных приложений.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-6.	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1.	Знает основные методы самооценки и анализа своей деятельности, а также принципы управления временем и целеполагания
		УК-6.2.	Умеет ставить реалистичные и достижимые цели, определять приоритеты в своей деятельности, а также разрабатывать и внедрять планы по совершенствованию своих навыков и компетенций на основе полученной самооценки
		УК-6.3.	Имеет практический опыт применения методов самооценки в своей профессиональной деятельности, включая участие в тренингах, семинарах и проектах, направленных на развитие личной эффективности и профессионального роста
ОПК-2.	Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы	ОПК-2.1.	Знает основные математические модели и методы, используемые в естественных науках, включая статистическое моделирование, дифференциальные уравнения и численные методы, а также современные подходы к исследованию и анализу данных
		ОПК-2.2.	Умеет разрабатывать и адаптировать математические модели для решения конкретных проблем в естественных науках, проводить их анализ и верификацию, а также интерпретировать полученные результаты в контексте научных исследований
		ОПК-2.3.	Имеет практический опыт создания и исследования математических моделей в

			рамках научных проектов или исследований, включая участие в публикациях, конференциях или коллаборациях, где были разработаны и апробированы новые концепции и методы
ПК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности в области продуктовой аналитики, формулировать результаты анализа и выявлять последствия полученных данных для принятия обоснованных решений и оптимизации продуктов	ПК-3.1.	Знает методы и инструменты продуктовой аналитики
		ПК-3.2.	Умеет применять аналитические инструменты и программное обеспечение для обработки и визуализации данных, а также формулировать выводы на основе проведенного анализа
		ПК-3.3.	Имеет опыт работы над реальными проектами в области продуктовой аналитики, включая анализ пользовательского поведения и оптимизацию продуктов на основе полученных данных
ПК-4.	Способен публично представлять собственные и известные научные результаты	ПК-4.1.	Знает основные принципы эффективного публичного выступления, методы визуализации данных и основные требования к научным презентациям, включая структуру и содержание
		ПК-4.2.	Умеет четко и логично формулировать свои научные результаты, адаптируя их для различных аудиторий, а также использовать визуальные средства для улучшения восприятия информации
		ПК-4.3.	Имеет практический опыт участия в научных конференциях, семинарах или других мероприятиях, где успешно представлял свои и известные научные результаты, получая обратную связь и взаимодействуя с аудиторией

### 3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		<i>Очная форма</i>				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
Лекции	Семинары (практические занятия)					
1	Основы многопоточности	4	4		18	Домашнее задание
2	Потокобезопасность и взаимодействие потоков	10	10		45	Домашнее задание
3	Управление потоками	4	4		18	Домашнее задание
4	Асинхронные и реактивные системы	4	4		18	Домашнее задание
5	Тестирование, отладка, мониторинг и оптимизация	8	8		27	Домашнее задание
	<i>Зачет</i>			4		Итоговый проект
	<b>Итого:</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>126</b>	
	<i>Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)</i>	<b>190</b>				
	<i>Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)</i>	<b>5</b>				

### 4. Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Основы многопоточности	Многопоточность. Создание потоков. Thread, Runnable и Parallel Stream. Жизненный цикл потоков. Ожидание, блокировка, завершение.
2	Потокобезопасность и взаимодействие потоков	Синхронизация методов и блоков. Методы: wait, notify, notifyAll. Синхронизаторы, мониторы, мьютексы и семафоры. Блокировки. Lock, ReadWriteLock, ReentrantLock, Condition. Атомарные классы и управление видимостью (volatile). Потокобезопасные классы и коллекции.
3	Управление потоками	Ветвящиеся и рекурсивные потоки. ForkJoinPool и RecursiveTask. Пулы потоков. ExecutorService и Future.
4	Асинхронные и реактивные системы	Реактивное программирование. Очереди событий. Виртуальные потоки.
5	Тестирование, отладка, мониторинг и оптимизация	Проблемы и ошибки, связанные с многопоточностью. Тестирование и отладка многопоточного кода. Мониторинг, профилирование, оптимизация блокировок.

## 5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### **Основная литература:**

1. Java Concurrency на практике : практическое руководство / Б. Гетц , Т. Пайерлс, Дж. Блох [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2020. - 464 с. - (Серия «Для профессионалов»). - ISBN 978-5-4461-1314-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1733683>.

2. Цукалос, М. Golang для профи: работа с сетью, многопоточность, структуры данных и машинное обучение с Go : практическое руководство / М. Цукалос. - Санкт-Петербург : Питер, 2021. - 720 с. - (Серия «Для профессионалов»). - ISBN 978-5-4461-1617-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1733707>.

### **Дополнительная литература:**

1. Уильямс, Э. С++. Практика многопоточного программирования : практическое руководство / Э. Уильямс. - Санкт-Петербург : Питер, 2020. - 640 с. - (Серия «Для профессионалов»). - ISBN 978-5-4461-0831-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1733519>.

2. Клири, С. Конкурентность в C#. Асинхронное, параллельное и многопоточное программирование : практическое руководство / С. Клири. - 2-е межд. изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2020. - 272 с. - (Серия «Для профессионалов»). - ISBN 978-5-4461-1572-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1756127>.

## 6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья,

оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
2.	База данных для IT-специалистов	<a href="https://habr.com">https://habr.com</a>
3.	База данных ScienceDirect	<a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a>
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
5.	Федеральный портал «Российское образование»	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	<a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
<b>Операционные системы:</b>		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Браузеры:</b>		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Офисные приложения:</b>		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Программное обеспечение для планирования и учета времени:</b>		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления проектами:</b>		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы управления базами данных:</b>		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы резервного копирования (backup):</b>		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
<b>Справочно-правовые системы:</b>		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
<b>Средства антивирусной защиты:</b>		

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
<b>Среды разработки:</b>		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Пакеты программных средств и библиотек:</b>		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления библиографической информацией:</b>		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Сервисы и службы:</b>		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

## 7. Методические и оценочные материалы

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Многопоточное программирование» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, проект, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

*Лекция* – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

*Семинар* — это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

*Домашнее задание* – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

*Проект* – исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов.

Электронный документ

Для успешной подготовки к проекту: четко определите цели и задачи проекта, распределите роли и обязанности между участниками, а также установите сроки выполнения каждой части работы. Регулярно проводите встречи для обсуждения прогресса и решения возникающих вопросов.

*Самостоятельная работа* – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

### **Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

#### **Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Многопоточное программирование»**

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине (модулю) осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *зачета*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Зачтено	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину (модуль). Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	
7	Хорошо	Зачтено	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей
6	Хорошо	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
5	Удовлетворительно	Зачтено	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	Зачтено	
3	Не сдан	Не зачтено	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Дисциплина (модуль) «Многопоточное программирование» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Описание
Домашние задания	70%	Набор заданий по темам. За каждое из заданий можно набрать 10 баллов
Зачет	30%	Итоговый проект – исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов

**Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Многопоточное программирование»:**  $\langle 0,7 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,3 \times \text{зачет} \rangle$ .

## Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### Примерные домашние задания

#### Домашнее задание

1. Объясните закон Мура и его влияние на развитие многопоточных приложений.
2. Что такое race condition? Приведите пример ситуации, когда она может возникнуть.
3. Опишите жизненный цикл потока в Java с использованием классов Thread и Runnable.
4. Что такое проблема видимости в многопоточности? Как ключевое слово volatile помогает её решить?
5. Чем отличаются атомарные операции от неатомарных? Приведите пример использования Atomic-классов в Java.

#### Домашнее задание

1. Объясните принцип работы ключевого слова synchronized и роль мониторов в Java.
2. Что такое deadlock? Приведите пример кода, который может привести к взаимной блокировке.
3. Опишите назначение и использование пула потоков ExecutorService. Как работает интерфейс Future?
4. Что такое CompletableFuture и как он расширяет возможности работы с асинхронными задачами?
5. В чем разница между интерфейсами Lock и ReadWriteLock? Как используется Condition?

#### Домашнее задание

1. Опишите структуру данных ConcurrentHashMap и её преимущества по сравнению с обычным HashMap в многопоточном окружении.
2. Что такое BlockingQueue? Приведите пример её использования для организации взаимодействия потоков.
3. Объясните назначение синхронизаторов CountdownLatch, CyclicBarrier и Semaphore. В каких ситуациях они применяются?
4. Что такое ForkJoinPool? Как он помогает в реализации параллельных вычислений?
5. Как работают параллельные стримы в Java? Приведите пример их использования для обработки коллекции.

### Примерное задание для проекта

**Проект по теме: Мониторинг, профилирование и оптимизация блокировок в многопоточном приложении**

#### Цель проекта:

Научиться использовать инструменты мониторинга (VisualVM, Java Flight Recorder) для анализа производительности многопоточного приложения, выявлять узкие места, связанные с блокировками, и оптимизировать код для повышения эффективности.

Задание:

1. **Выбрать или разработать многопоточное Java-приложение**, в котором присутствуют блокировки (например, с использованием `synchronized`, `Lock`, `BlockingQueue` и т.п.). Можно взять готовый пример с гонками или с избыточной синхронизацией.
2. **Собрать исходные показатели производительности приложения**:
  - Время выполнения ключевых операций.
  - Использование CPU.
  - Количество и длительность блокировок.
3. **Провести мониторинг и профилирование** с помощью:
  - VisualVM (сбор данных о потоках, блокировках, памяти).
  - Java Flight Recorder (JFR) — анализ событий и блокировок.
4. **Проанализировать полученные данные**, выявить узкие места, связанные с блокировками и синхронизацией.
5. **Внести изменения в код для оптимизации блокировок**, например:
  - Снизить область синхронизации.
  - Заменить `synchronized` на более эффективные примитивы (`Lock`, `ReadWriteLock`).
  - Использовать неблокирующие структуры данных.
6. **Повторно провести мониторинг и профилирование** после оптимизации.
7. **Сравнить результаты до и после оптимизации**, сделать выводы о достигнутом улучшении.
8. **Подготовить отчет**, включающий:
  - Описание приложения и его многопоточной части.
  - Методики мониторинга и инструменты.
  - Анализ исходных данных.
  - Описание внесенных изменений.
  - Сравнительный анализ результатов.
  - Выводы и рекомендации.

Этапы выполнения:

Этап	Срок	Описание
1. Выбор/создание приложения	1 неделя	Подготовка исходного многопоточного кода
2. Сбор исходных данных	1 неделя	Мониторинг и профилирование до оптимизации
3. Анализ и оптимизация	1-2 недели	Поиск узких мест и внесение изменений
4. Повторный мониторинг	1 неделя	Сбор данных после оптимизации
5. Подготовка отчета	1 неделя	Оформление результатов и выводов

Критерии оценивания:

Критерий	Максимальный балл	Описание
Корректность и полнота мониторинга	25	Использование VisualVM и JFR, полнота собранных данных
Анализ и выявление	20	Глубина и качество анализа

Критерий	Максимальный балл	Описание
узких мест		проблем с блокировками
Качество и эффективность оптимизации	25	Внесённые изменения, их влияние на производительность
Сравнительный анализ результатов	15	Чёткое сравнение показателей до и после оптимизации
Оформление и полнота отчёта	15	Структура, ясность изложения, наличие всех разделов

#### Форма сдачи проекта:

- Исходный код проекта (до и после оптимизации).
- Файлы с профилями/снимками из VisualVM и JFR.
- Отчет в формате PDF (10-15 страниц), включающий все пункты из задания.
- Краткая презентация (5-7 слайдов) с основными результатами и выводами.

#### Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой закон описывает увеличение количества транзисторов на чипах с течением времени?	Закон Мура	УК-6
2.	Какой ключевое слово используется для синхронизации блоков кода в Java?	Synchronized  synchronized	УК-6
3.	Состояние гонки, когда несколько потоков одновременно обращаются к общему ресурсу, что может привести к непредсказуемым результатам – это?	Race condition  race condition	ПК-3
4.	Какой класс в Java используется для создания потоков?	Thread	УК-6
5.	Какой класс используется для создания неблокирующих структур данных в Java?	ConcurrentHashMap	УК-6
6.	Как называется модель, которая описывает, как потоки взаимодействуют с памятью?	Модель памяти	ОПК-2
7.	Какой интерфейс позволяет управлять состоянием блокировки в многопоточном приложении?	Lock	ПК-3
8.	Какой класс в Java позволяет реализовать пул потоков?	ExecutorService	УК-6
9.	Какой синхронизатор используется для ожидания завершения группы потоков?	CountDownLatch	ПК-3
10.	Какой интерфейс используется для создания асинхронных задач в Java?	CompletableFuture	ПК-4
11.	Какой класс используется для создания очередей с блокировкой?	BlockingQueue	ОПК-2
12.	Какой метод используется для запуска потока в Java?	start()	ПК-3
13.	Какой класс используется для реализации параллельных стримов в Java?	ForkJoinPool	ПК-3
14.	Какой инструмент используется для профилирования Java-приложений?	VisualVM	ПК-4
15.	Какой механизм позволяет избежать взаимных блокировок?	Deadlock prevention	ПК-4
16.	Назовите интерфейс для создания потоков в Java.	Runnable/Thread	ОПК-2

17.	Укажите класс для атомарных операций в многопоточности.	AtomicInteger/ AtomicLong	ОПК-2
18.	Назовите механизм для ветвящихся задач в ForkJoinPool.	RecursiveTask /RecursiveActi on	ОПК-2
19.	Укажите результат применения синхронизации в методах.	Потокобезопа сность	ПК-3
20.	Назовите следствие использования пула потоков ExecutorService.	Управление ресурсами	ПК-3
21.	Укажите формат презентации жизненного цикла потоков.	Диаграмма состояний	ПК-4
22.	Назовите способ демонстрации реактивного программирования.	Очереди событий	ПК-4