



# **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

# Целями освоения дисциплины (модуля) «Многопоточное программирование на языке Java» являются:

# ознакомление студентов с концептуальными основами технологии многопоточного программирования

# ознакомление студентов с особенностями реализации технологии многопоточного программирования в языке Java и бибилиотеке стандартных классов JRE

# применение полученных в процессе освоения дисциплины знаний, умений и навыков на практике

# Для достижения поставленных целей в курсе «Многопоточное программирование на языке Java» решаются задачи:

# изучение концепции параллельных вычислений

# изучение встроенных средств языка Java для организации многопоточных вычислений

# изучение стандартных классов библиотеки JRE, используемых в мнопоточном программировании

# 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Многопоточное программирование на языке Java» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения курсов: объектно-ориентированное программирование, язык программирования Java.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин: распределенная обработка данных, проектирование программных средств, экономика разработки программных средств.

# 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Многопоточное программирование на языке Java» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный  элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения |
| --- | --- |
| **ПК-2 способностью разрабатывать компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии программирования** | |
| Знать | * основные понятия и определения, используемые в многопоточном программировании; * набор встроенных средств языка Java для поддержки многопоточных вычислений; * набор классов библиотеки JRE, расширяющий возможности языка в области многопоточного программирования; |
| Уметь | * проектировать и реализовывать схему взаимодействия параллельно работающих потоков внутри приложения; * разделять задачу между параллельно работающими потоками и объединять частичные результаты ее обработки в общий результат; |
| Владеть | * средствами языка Java и набором классов для организации многопоточных вычислений; * техникой отладки и тестирования многопоточных приложений; * средствами мониторинга работы многопоточных приложений; * умением находить явные и скрытые блокировки внутри кода приложения и средствами их устранения; * профессиональным языком предметной области знания; |
| **ДПК-2 способность разрабатывать компоненты программного обеспечения для цифровой обработки сигналов** | |
| Знать | * основные примитивы, обеспечивающие взаимодействие и управление потоками вычислений в компонентах программного обеспечения; |
| Уметь | * обеспечивать максимальную производительность спроектированного программного обеспечения и исключать из него непроизводительные задержки; |
| Владеть | – способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей программного обеспечения; |

# **4 Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 54,2 акад. часов:

– аудиторная – 51 акад. часов;

– внеаудиторная – 3,15 акад. часов

– самостоятельная работа – 54,2 акад. часов;

– подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

| Раздел/ тема  дисциплины | Семестр | Аудиторная  контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной  работы | Форма текущего контроля успеваемости и  промежуточной аттестации | Код и структурный  элемент  компетенции |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **1. Основные сведения о мультипоточном программировании** | ***4*** |  |  |  |  |  |  | ДПК-2  ПК-2 |
| 1.1. Аппаратно-программные средства организации многопоточных вычислений |  | 2 | 3 |  | 6 | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Устный опрос (собеседование) | ДПК-2  ПК-2 |
| 1.2. Основные примитивы, используемые в мультипоточных приложениях |  | 2 | 3 |  | 6 | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Устный опрос (собеседование) | ДПК-2  ПК-2 |
| **Итого по разделу** |  | **4** | **6** |  | **12** |  |  |  |
| **2. Язык Java и мультипоточные вычисления** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.1. Встроенные средства языка Java для организации мультипоточных вычислений |  | 3 | 3 |  | 8 | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Устный опрос (собеседование) | ДПК-2  ПК-2 |
| 2.2. Стандартные классы языка Java, используемые в мультипоточных вычислениях |  | 2 | 3 |  | 8 | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Устный опрос (собеседование) | ДПК-2  ПК-2 |
| **Итого по разделу** |  | **5** | **6** |  | **16** | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Тестирование |  |
| **3. Практические аспекты мультипоточного программирования** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.1. Архитектура многопоточного приложения. Разработка схемы взаимодействия потоков в мультипоточном приложении |  | 2 | 6 |  | 6 | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Лабораторные работы | ДПК-2  ПК-2 |
| 3.2. Отладка, тестирование и мониторинг многопоточных приложений |  | 2 | 6 |  | 6 | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Лабораторные работы | ДПК-2  ПК-2 |
| **Итого по разделу** |  | **4** | **12** |  | **12** |  |  |  |
| **4.** **Проблемы многопоточных вычислений** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.1. Блокировки (deadlock), способы их диагностики и устранения |  | 2 | 5 |  | 7 | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Лабораторные работы | ДПК-2  ПК-2 |
| 4.2. Повышение производительности многопоточных вычислений |  | 2 | 5 |  | 7,2 | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Лабораторные работы | ДПК-2  ПК-2 |
| **Итого по разделу** |  | **4** | **10** |  | **14,2** |  | Контрольная работа |  |
| **Итого по дисциплине** |  | **17** | **34** |  | **54,2** |  | **Экзамен** |  |

**5 Образовательные и информационные технологии**

1.**Традиционные образовательные технологии,** ориентированные на организацию образовательного процесса и предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к аспиранту.

**Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:**

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. **Технологии проблемного обучения** – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности аспирантов.

3. **Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно значимого для них образовательного результата.

**Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:**

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-пресс­кон­фе­рен­ция.

4. **Информационно-коммуникационные образовательные технологии** – организация образовательного процесса, основанная на применении программных сред и технических средств работы с знаниями в различных предметных областях.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

**Задание к лабораторной работе по теме: «3.1. Архитектура многопоточного приложения. Разработка схемы взаимодействия потоков в мультипоточном приложении*»***

Разработать приложение, компоненты которого выполняют трехстадийную последовательную обработку входных данных (тип входных данных и характер их обработки задается преподавателем). Каждая стадия обработки должна быть реализована в виде отдельного потока. Обеспечить стабильную работу разработанного приложения при его начальном запуске, завершении его работы и возникновении ошибок на той или иной стадии обработки.

**Задание к лабораторной работе по теме: «3.2. Отладка, тестирование и мониторинг многопоточных приложений*»***

Написать JUnit-тест для классов приложения, разработанного в рамках предыдущей лабораторной работы. Выполнить длительный прогон приложения, используя для его мониторинга стандартные средства мониторинга Java JDK.

**Задание к лабораторной работе по теме: «4.1. Блокировки (deadlock), способы их диагностики и устранения*»***

Написать реализацию задачи Дейкстры «о пяти обедающих философах». Найти и исправить deadlock, если подобная ошибка была обнаружена. Написать диспетчер ресурсов для задачи Дейкстры, устраняющий необходимость применения вложенных synchronized-секций

**Задание к лабораторной работе по теме: «4.2. Повышение производительности многопоточных вычислений*»***

Разделить задачу сортировки массива методом «пузырька» (размер массива - не менее 1000000 элементов) на 4 параллельных потока (размер сортируемого каждым потоком участка массива — не менее 250000 элементов). Слить частично отсортированные потоками участки массивов для получения общего отсортированного массива. Оценить величину ускорения сортировки по сравнению с последовательным алгоритмом. Проделать то же с использованием алгоритма быстрой сортировки Хоара (либо аналогичного алгоритма с временной сложностью не более О(n\*log2(n)).

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

| Структурный элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
| --- | --- | --- |
| **ПК-2 способностью разрабатывать компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии программирования** | | |
| Знать | * основные понятия и определения, используемые в многопоточном программировании; * набор встроенных средств языка Java для поддержки многопоточных вычислений; * набор классов библиотеки JRE, расширяющий возможности языка в области многопоточного программирования; | Перечень теоретических вопросов:  1. Невытесняющая и вытесняющая многозадачность. Способы диспетчеризации процессов в вычислительной системе. Управление процессом диспетчеризации. Многопоточные приложения  2. Разделение и защита памяти между параллельно выполняющимися процессами. Механизм виртуальной памяти. Разделяемая память  3. Работа с ресурсами. Механизм блокировок. Разделяемые и монопольно используемые ресурсы. |
| Уметь | * проектировать и реализовывать схему взаимодействия параллельно работающих потоков внутри приложения; * разделять задачу между параллельно работающими потоками и объединять частичные результаты ее обработки в общий результат; | Практические задания:  1. Разработать схему взаимодействия нескольких потоков внутри приложения с использованием заданных преподавателем средств синхронизации и межпотокового обмена |
| Владеть | * средствами языка Java и набором классов для организации многопоточных вычислений; * техникой отладки и тестирования многопоточных приложений; * средствами мониторинга работы многопоточных приложений; * умением находить явные и скрытые блокировки внутри кода приложения и средствами их устранения; * профессиональным языком предметной области знания; | Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:  1. Распределить заданную преподавателем задачу на несколько потоков, собрать общий результат ее решения.  2. Разработать тест (желательно JUnit-тест) для проверки правильности реализации задачи, заданной преподавателем. |
| **ДПК-2 способность разрабатывать компоненты программного обеспечения для цифровой обработки сигналов** | | |
| Знать | * основные примитивы, обеспечивающие взаимодействие и управление потоками вычислений в компонентах программного обеспечения; | *Перечень теоретических вопросов*  1. Средства синхронизации работы потоков  2. Средства межпотокового и межпроцессного обмена |
| Уметь | * обеспечивать максимальную производительность спроектированного программного обеспечения и исключать из него непроизводительные задержки; | Практические задания:  1. Разработать схему взаимодействия нескольких компонентов внутри приложения для достижения максимальной производительности |
| Владеть | – способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей программного обеспечения; | Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:  1. Обеспечить максимальную производительность системы на заданной преподавателем задаче. |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Многопоточное программирование на языке Java» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по дисциплине проводится по результатам отчетности на практических занятиях с опросом в устной форме по этапам выполнения и активного выступления в беседе-обсуждении на лекционных занятиях.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

**а) Основная литература:**

1. Карепова, Е. Д. Основы многопоточного и параллельного программирования: Учебное пособие / Карепова Е.Д. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 356 с.: ISBN 978-5-7638-3385-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/966962> (дата обращения: 29.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Гуськова, О.И. Объектно ориентированное программирование в Java : учебное пособие / О. И. Гуськова. - Москва : МПГУ, 2018. - 240 с. - ISBN 978-5-4263-0648-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1020593> (дата обращения: 29.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

**б) Дополнительная литература:**

1. Васюткина, И. А. Технология разработки объектно-ориентированных программ на JAVA / Васюткина И.А. - Новосибирск :НГТУ, 2012. - 152 с.: ISBN 978-5-7782-1973-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/557111> (дата обращения: 29.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Теория вычислительных процессов. Практикум : практикум / А. Н. Калитаев, Ю. В. Кочержинская, В. Д. Тутарова, Д. Н. Мазнин ; МГТУ. - Магнитогорск : [МГТУ], 2017. - 83 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3271.pdf&show=dcatalogues/1/1137340/3271.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

**в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

*Программное обеспечение*: лицензионное программное обеспечение: операционная система; офисные программы; математические пакет, статистические пакеты, установленные на каждом персональном компьютере вычислительного центра ФГБОУ ВПО «МГТУ».

Перечень лицензионного программного обеспечения по ссылке:

<http://sps.vuz.magtu.ru/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2FShared%20Documents%2F%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0%20%D0%BA%20%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%202020%2F%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202019%D0%B3%2F%D0%9B%D0%B8%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5%20%D0%9F%D0%9E&InitialTabId=Ribbon.Document&VisibilityContext=WSSTabPersistence>

# Официальные сайты промышленных предприятий и организаций: <http://www.mmk.ru>, <http://www.creditural.ru>, <http://www.magtu.ru>, <http://www.gks.ru> и т.п.; разра­ботчиков программных продуктов: <http://www.statsoft.ru>, <http://www.microsoft.com>, <http://www.ptc.com> и т.п; сайты лабораторий компьютерной графики <http://graphics.cs.msu.ru> , <http://cgm.graphicon.ru>.

# **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
| --- | --- |
| Лекционная аудитория | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации |
| Компьютерный класс | Персональные компьютеры с пакетом Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки | Все классы УИТ и АСУ с персональными компьютерами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Ауд. 282 и классы УИТ и АСУ |
| Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и наличием доступа в электронную информационно-образовательную среду организации | Классы УИТ и АСУ |
| Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | Центр информационных технологий – ауд. 379 |