

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Введение в научное программирование на языке Kotlin
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика и педагогика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра информатики и вычислительной математики
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 60 час.

Самостоятельная работа: 120 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Количество контрольных работ, заданий: 4

Программу составил: А.А. Нозик, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры информатики и вычислительной математики 27.01.2021

Аннотация

Kotlin – это универсальный язык программирования последнего поколения, массово используется в мобильной и веб разработке. Помимо индустриального программирования, Kotlin хорошо подходит для решения научных задач и высокопроизводительных вычислений.

В данном курсе разобраны основные особенности языка Kotlin, а также основы численных методов и решение практических численных и научных задач на Kotlin. Существенное внимание уделено подходам к проектированию научных библиотек и приложений, асинхронному программированию а также методам повышения производительности вычислений.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Овладение студентами правил языком программирования Kotlin и приемами использования языка Kotlin для решения научно-вычислительных задач.

Задачи дисциплины

Приобретение студентами навыков проектирования и реализации приложений на языке Kotlin с использованием приемов объектно-ориентированного программирования, примитивов многопоточности и веб-технологий.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок

исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- принцип исполнения программ на Java с использованием JVM;
- типы данных языка Kotlin;
- управление потоком выполнения в Kotlin;
- иерархию классов стандартной библиотеки;
- идеологию функционального программирования;
- основы численных методов.

уметь:

- решать вычислительные задачи с использованием языка программирования высокого уровня.

владеть:

- навыками работы с объектами и потоками, и кругозором в выборе архитектурного решения поставленной задачи.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Представление программы в ЭВМ. Компиляция и интерпретация.			6	12
2	Инструменты современного программиста			8	16
3	Синтаксис и идиомы языка Kotlin			16	32
4	Архитектура программы. Производительность вычислений.			4	8
5	Асинхронное и многопоточное программирование			8	16
6	Технология Kotlin-multiplatform			6	12
7	Научное программирование			12	24
Итого часов				60	120
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 4 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 4 (Весенний)

1. Представление программы в ЭВМ. Компиляция и интерпретация.

- Программа как набор инструкций. Эволюция программ.
- Структура памяти. Segmentation fault.
- Парадигмы программирования. Генеалогия языков.
- Виртуальные машины, байт-код.
- Компиляция и оптимизации.
- Статическая и динамическая линковка. Библиотеки.
- Структура программы. Точки входа.

2. Инструменты современного программиста

- Системы автоматической сборки.
- Системы контроля версий.
- Интегрированные среды разработки.

3. Синтаксис и идиомы языка Kotlin

- Переменные, классы и объекты.
- Control flow. Процедурный и функциональный подход.
- Замыкания.
- Структуры данных и операции над ними.
- Свойства и делегаты.
- Параметрические типы.
- Расширения.
- Боксинг.
- Мультиплатформные проекты

4. Архитектура программы. Производительность вычислений.

- Абстракции и интерфейсы.
- Основы коллективной разработки при помощи современных инструментов.
- Идеология объектного программирования. Разделение поведений.
- Идеология функционального программирования.
- Научное программирование

5. Асинхронное и многопоточное программирование

- Конкурентность. Разница между асинхронностью и параллельностью.
- Понятие корутины в Kotlin.
- Контекст выполнения корутины
- Structured concurrency, CoroutineScope
- Использование корутин для параллельных вычислений.

6. Технология Kotlin-multiplatform

- Multiplatform vs cross-platform. Платформенные диалекты языка Kotlin
- Kotlin-JS, интеграция с JavaScript
- Kotlin-Native. Особенности формата KLib

7. Научное программирование

- Специфика программирования в науке
- Производительность. Когда пора оптимизировать, а когда еще не стоит?
- Боксинг и война с ним.
- Генераторы случайных чисел и Монте-Карло моделирование.
- Использование научных библиотек.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория с доской и проектором/плазменной панелью

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Kotlin в действии / Д. Жемеров, С. Исакова. — Москва, ДМК Пресс, 2018.— URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/359643/reading> (дата обращения: 24.11.2020). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)
2. UML : Первое знакомство [Текст] : Пособие для подготовки к сдаче теста UMO-100 (OMG Certified UML Professional Fundamental : учеб. пособие для вузов / А. В. Бабич .— М. : Интернет-Ун-т Информ. технологий : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008 .— 176 с.

Дополнительная литература

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://kotlinlang.org> - Kotlin Programming Language

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Прикладные математика и физика
профиль подготовки: Физика и педагогика
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау
кафедра информатики и вычислительной математики
курс: 2
квалификация: бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: А.А. Нозик, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов

ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в научное программирование на языке Kotlin» обучающийся должен:

знать:

принцип исполнения программ на Java с использованием JVM;
 типы данных языка Kotlin;
 управление потоком выполнения в Kotlin;
 иерархию классов стандартной библиотеки;
 идеологию функционального программирования;
 основы численных методов.

уметь:

решать вычислительные задачи с использованием языка программирования высокого уровня.

владеть:

навыками работы с объектами и потоками, и кругозором в выборе архитектурного решения поставленной задачи.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

- Задачи Kotlin Koans: <https://play.kotlinlang.org/koans/>
- Ninety-Nine Kotlin Problems: <https://github.com/dkandalov/kotlin-99>

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов

1. Являются ли скомпилированные файлы в формате .class машинным кодом, который может выполнять операционная система?
2. Являются ли свойства, помеченные как val, неизменяемыми?
3. Что такое геттер и сеттер свойства, как их задать?
4. Что такое делегат свойства?
5. Может ли класс наследовать больше одного интерфейса?
6. Может ли класс наследовать больше одного класса?
7. Что такое пакет?
8. Что такое переменная верхнего уровня. Какова область ее видимости?
9. Что такое боксинг, в каких случаях он происходит для Java-примитивов.
10. Каким образом вызываются Java функции в Kotlin?
11. Как можно вызвать скомпилированные библиотеки (so или dll) из Kotlin-JVM?
12. Каковы функции системы сборки?

13. Каким образом выполняются тесты в платформе JUnit?

Примеры контрольных заданий

1. Написать функцию-расширение для типа Int, позволяющую определить, является ли число простым.
2. Написать условие для идентичности двух функций при условии, что обе они являются полиномиальными зависимостями степени не выше 4
3. Посчитать детерминант матрицы 3x3 из действительных чисел, заданной в виде массива строк.
4. Пусть

```
sealed class Tree{  
    class Node(val node : Map<String,Tree>): Tree  
    class Leaf(val value: String): Tree  
}
```

Найти в заданном дереве данного типа все объекты типа Leaf и вывести их пути и значения.

5. Создать функцию, возвращающую сумму значений двух функций-аргументов.

6. Написать программу для решения квадратных уравнений.

7. Плоскость задана в пространстве тремя точками вида

```
data class Point(val x: Double, val y: Double, val z: Double).
```

Написать программу, позволяющую определить лежат ли четвертая точка в данной плоскости (с заданной точностью).

8. Переопределить при помощи функций-расширений операции сложения, вычитания, умножения и деления для типа BigDecimal

9. Написать программу для определения точности вычислений с плавающей точкой.

10. Написать программу для нахождения нуля функции методом половинного деления.

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачёт проводится в устной форме в виде защита проекта по теме курса. Проект готовится студентом заранее и представляется в виде доклада длительностью 10 минут с презентацией. В зависимости от количества докладов может быть сделано предварительно рецензирование проектов силами других студентов курса. В отдельных случаях, может быть выставлен автоматический зачет на основе работы студента в семестре.