

Kotlin

var/val - мутабельная и иммутабельная переменная соответственно.
val можно изменять только через состояние объекта.

const val/companion object - статические переменные, доступ к которым можно получить не имея объект класса.

const val - compile-time константа (аналог final static в JVM).
val и companion object - runtime константа.

data class - это обертка над обычным классом, которая упрощает работу с некоторыми из них, которые предназначены для хранения данных. Data class имеют свои переопределенные методы - *toString*, *equals*, *hashcode*, *copy*, *componentN*.

Если переопределить хотя бы один из *toString*, *equals*, *hashcode*, *copy* - остальные не генерируются автоматически.

Эти методы генерируются только по свойствам из основного (primary) конструктора.

Объявить **var** в primary constructor data class можно, но плохо:
equals()/hashCode() зависят от изменяемого поля → объект может "потеряться" в Set/Map после мутации.

Деструктуризация - это фича Kotlin, которая позволяет «распаковать» объект сразу в несколько переменных. Самый частый и понятный пример — с data class (*component1()*, *component2()* и т.д.).

```
// Деструктуризация:  
val (name, age, email) = user
```

Обычные классы тоже могут использовать деструктуризацию, если переопределить все operator fun *component1() = x*; в конструкторе напрямую.

Inline usecases

Модификатор **inline** заставляет компилятор Kotlin (не JVM) встраивать тело функции прямо в место вызова — то есть вместо вызова функции подставляется её код.

Это происходит на этапе компиляции Kotlin → байт-код, а не на уровне JVM.
Зачем это нужно?

Главное преимущество — устранение оверхеда при работе с лямбдами.
Без inline лямбда превращается в объект (создаётся анонимный класс), что дорого по памяти и времени.

С inline — лямбда встраивается как обычный код, и объекта не создаётся.

Когда **inline** используют почти всегда:

- let, apply, also, run, with — все они inline
- Любая функция, принимающая лямбду как параметр и вызывающая её напрямую
- Особенно важно для high-order functions

Когда **inline** НЕЛЬЗЯ использовать:

- Если функция содержит return из внешней функции (обычно запрещено)
- Если функция большая — инлайнинг раздувает код

Бонус: noinline и crossinline

- **crossinline** — если внутри инлайн-функции лямбда передаётся дальше (например, в другую функцию), и нельзя делать non-local return
- **noinline** — если одну из лямбд не хочешь инлайнить

Когда использовать **crossinline**:

- Лямбда передаётся в другую функцию (в т.ч. в run, launch, async, Thread, setOnClickListener и т.д.)
- Ты хочешь запретить return из лямбды (чтобы не сломать логику внешней функции)

Когда использовать **noinline**:

У **inline**-функции все лямбды по умолчанию инлайнятся.

Но иногда одну из лямбд нельзя или не хочется инлайнить.

Случай 1: Лямбда сохраняется как объект (например, в свойство)

Случай 2: Лямбда слишком большая — не хочется раздувать код

Оператор **!!** — форсирует компилятор воспринимать переменную как nonnull. **!!** — бросает **KotlinNullPointerException**, если значение null.

== в Kotlin — это структурное сравнение (вызывает `equals()`)

==== это сравнение ссылок (то же, что **==** в Java).

Extension function — это функция, которая добавляет поведение к существующему классу без наследования и изменения его кода.

Паттерн проектирования, который реализуют extension functions — Decorator (в открытой форме) или чаще говорят Visitor, но в сообществе Kotlin чаще всего называют это реализацией паттерна Extension / Open/Closed Principle (открыт для расширения, закрыт для модификации).

Главное преимущество **sealed class** — исчерпывающая проверка в `when` (exhaustive `when`).

Компилятор обязывает обработать все возможные подклассы, иначе — ошибка компиляции.

Enum тоже это делает, но:

- enum — только фиксированные экземпляры (один объект на значение)
- sealed class — каждый подтип может иметь разные свойства и состояние (как обычные классы)

Когда обязательно использовать sealed class вместо обычного:

Когда ты хочешь моделировать ограниченное множество типов (как Result, ViewState, UiEvent и т.д.) и нужна исчерпывающая обработка в when + каждое состояние может нести свои данные.

Пример:

```
sealed class Result {  
    data class Success(val data: String) : Result()  
    data class Error(val exception: Throwable) : Result()  
    object Loading : Result()  
}
```

Any — корень всей иерархии типов Kotlin (как Object в Java). Все классы неявно наследуются от Any. Не-nullable по умолчанию.

Unit — тип, обозначающий «функция ничего полезного не возвращает». Имеет единственное значение — Unit (объект-одиночка). Аналог void в Java, но является настоящим типом. Пример: fun printHello(): Unit { println("Hello") } (можно опустить : Unit)

Nothing — тип, у которого нет значений. Означает «функция никогда не завершится нормально». Используется для:

- функций, которые всегда бросают исключение: fun fail(): Nothing = throw RuntimeException()
- бесконечных циклов
- мест, где компилятор понимает, что код недостижим

Nothing? — nullable версия Nothing. Единственное возможное значение — null. Полезен в generics для обозначения «список, который всегда пуст»:
List<Nothing?>

Только **const val** — настоящая compile-time константа, которую можно использовать в аннотациях.

@JvmStatic val в companion — даёт статическое поле + статический геттер, удобно вызывать из Java как MyClass.VALUE.

@JvmField val — убирает геттер полностью, поле становится как обычное public поле Java. Часто используют в data class-ах, когда нужно совместимость с фреймворками (Gson, Jackson и т.д.).

По умолчанию в **Kotlin**:

- Все классы — final (нельзя наследоваться).
- Все функции и свойства — final (нельзя переопределять).

open class / open fun:

- open class — разрешает наследование от этого класса.
- open fun / open val — разрешает переопределять эту функцию или свойство в дочерних классах.
- Используется редко — только когда ты явно хочешь разрешить переопределение.

abstract class / abstract fun:

- abstract class — нельзя создать объект напрямую, обязательно нужно унаследовать и реализовать абстрактные члены.
- abstract fun / abstract val — не имеют тела/значения, обязательно переопределять в наследнике.
- Может содержать и обычные функции с реализацией, и состояние (поля).
- Используется, когда есть общее поведение + нужно заставить наследников реализовать что-то своё.

interface:

- По умолчанию все функции — public open (можно переопределять, но не обязательно).
- С Kotlin 1.2+ можно писать функции с телом (реализация по умолчанию).
- До Kotlin 1.4 нельзя было иметь поля с бэкингом (только геттеры/сеттеры), сейчас можно только private val.
- Класс может реализовывать сколько угодно интерфейсов.
- Используется для описания поведения (контракта), особенно когда нужна множественная реализация.

Краткое правило выбора:

- Нужна множественная реализация → interface
- Есть общее состояние или защищённые члены → abstract class
- Хочешь запретить наследование по умолчанию → просто class (final)
- Редко: хочешь контролируемо разрешить наследование → open class + open fun

public

- Везде и всегда видно: из любого файла, пакета, модуля.
- Это модификатор по умолчанию (если ничего не написать).

internal

- Видно только внутри одного модуля (в Gradle — один проект = один модуль).
- Не зависит от пакета: даже если классы в разных пакетах, но в одном модуле — видно друг другу.
- Если вынесешь в другой модуль — станет невидимым.
- Главное отличие от Java package-private.

protected

- Нельзя использовать на top-level (вне класса).
- Внутри класса: видно в этом классе и во всех его подклассах, даже если подкласс в другом пакете или модуле.
- Не видно из других классов, даже в том же пакете.

private

- Топ-level (вне класса): видно только внутри одного .kt файла.
- Внутри класса: видно только внутри этого класса, подклассы не видят.
- Самый строгий уровень.

В обычных generic-функциях тип стирается на этапе выполнения (type erasure) — в JVM в рантайме нет информации, какой именно T был передан.

```
fun <T> createList(): List<T> = ArrayList<T>() // в рантайме T = Unknown
```

reified + **inline** позволяет сохранить реальный тип в рантайме, но только внутри inline-функций.

```
inline fun <reified T> Any.isInstanceOf(): Boolean = this is T
```

reified — это суперсила Kotlin, которая позволяет писать type-safe, чистый и удобный API для работы с дженериками в рантайме.

Без **inline fun <reified T>** таких вещей, как `filterIsInstance()`, `Gson.fromJson<T>()`, `Room @Query`, `Moshi.adapter<T>()` — просто бы не существовало в удобной форме.

Использовать этот модификатор нужно именно для рефлексии и всего, что с ней связано. В рантайме (в JVM) обычные дженерики стираются, поэтому без **reified** ты не знаешь, какой именно T был передан.

- Проверка типа (`is`, `as`)
- Получение `Class<T>` или `KClass<T>`
- Работа с аннотациями на типе
- Сериализация/десериализация (`Gson`, `Moshi`, `Jackson-Kotlin`, `Room`)
- `Room @Query` с generic DAO:
- Стандартные функции (`filterIsInstance()<T>`,
`intent.getSerializableExtra<T>()`)

Bytecode — это файл/последовательность инструкций (в формате .class), которые получаются после компиляции Java/Kotlin-кода. Это статический набор команд для виртуальной машины Java.

JVM (runtime) — это программа-исполнитель, которая в момент запуска читает и выполняет этот bytecode. Это динамическая среда выполнения: загрузчик классов, куча, сборщик мусора, JIT-компилятор, стеки потоков и т.д.

Generics в Kotlin (и Java) нужны для трёх главных вещей:

1. Type-safety на этапе компиляции

```
val list: List<String> = listOf("hello", "world")
val s: String = list[1] // OK, компилятор знает, что там String
// list.add(123) — ошибка компиляции!
```

2. Избавление от лишних приведений типов (casts)

```
// Java-style (до generics)
String s = (String) list.get(0);
// Kotlin с generics — каст не нужен
val s: String = list[0] // автоматически
```

3. Повторное использование кода с разными типами. Один и тот же класс/функция работает с любым типом:

```
fun <T> identity(value: T): T = value
identity("hello") // T = String
identity(42)      // T = Int
identity<User>(user)
```

Инструкция (**statement**) — делает что-то, но не возвращает значение

Выражение (**expression**) — всегда возвращает значение и имеет тип

В Kotlin почти всё — выражение:

- if — выражение (обязательно должен быть else, если используется как выражение)
- when — выражение
- try-catch — выражение
- Даже elvis ?: throw — выражение

В Java if, for, while — только инструкции → нельзя присвоить результат.

1. **Int** — примитивный тип в Kotlin (на уровне JVM — int). Не может быть null, не является объектом, не наследуется от Any?.
2. **Int?** — nullable примитив, в JVM при использовании — автоматически боксится в java.lang.Integer.
3. **kotlin.Int** — это алиас (то же самое, что просто Int). Пишется полностью только в редких случаях (например, при рефлексии).
4. **java.lang.Integer** — обёртка из Java. Всегда объект, может быть null, наследуется от Any?.

Главный вопрос: почему Int НЕ наследуется от Any??

Потому что Int — примитив (int), а примитивы в JVM не участвуют в иерархии объектов. Any в Kotlin соответствует java.lang.Object → только ссылочные типы наследуются от него.

vararg — синтаксический сахар для передачи нефиксированного количества аргументов одного типа в функцию. Под капотом превращается в Array<T>.

List<T> — интерфейс коллекции (immutable или mutable). Нельзя использовать как параметр функции вместо vararg.

Array<T> — примитивный массив (как int[] в Java). Это не List, у него другая производительность и поведение.

Почему for (i in list) работает?

Потому что у List<T> есть расширение-оператор **iterator()**:

```
operator fun <T> Iterable<T>.iterator(): Iterator<T>
```

Под капотом:

- 0..9 → IntRange → наследует IntProgression
- Все эти .., until, downTo, step — возвращают объекты типа IntProgression

Диапазоны в Kotlin — это не просто синтаксический сахар, а настоящие объекты.

Оператор .. создаёт включительный диапазон: от начального значения до конечного, включая оба края.

Функция until создаёт исключающий верхнюю границу диапазон: конечное значение в цикл не попадает.

downTo создаёт диапазон, идущий вниз, и конечная граница включается. step позволяет задать шаг больше 1, работает и в прямом, и в обратном направлении.

until спасает от классической off-by-one ошибки: когда нужно пройти по индексам списка или массива, правильнее писать от нуля и до size с until, а не с .., потому что последний индекс всегда size - 1.

Диапазоны работают не только с числами: можно перебирать символы от 'a' до 'z' — это тоже полноценный диапазон.

Цикл for в Kotlin на самом деле работает не только с диапазонами, а с любым объектом, у которого определён оператор iterator. У всех стандартных коллекций (List, Set, Map.keys, Map.values и т.д.) этот оператор есть по умолчанию, поэтому по любой коллекции можно писать for (item in collection) — это обычный foreach.

Под капотом диапазоны .., until, downTo, step реализуются через класс IntProgression (или LongProgression, CharProgression). Это лёгкие объекты с тремя полями: start, end и step. Они не создают промежуточных списков — перебор идёт эффективно, почти как обычный цикл while.

Все виды **object** в Kotlin:

1. **Object declaration** (именованный объект, **синглтон**) Это настоящий синглтон — в приложении существует ровно один экземпляр этого объекта. Создаётся лениво при первом обращении. Используется вместо статических полей/методов из Java, для логгеров, конфигов, кэшей и т.д. Пример из жизни: Json, Clock.System, Dispatchers.Main.
2. **Companion object** Это тот же синглтон, но живёт внутри класса и привязан к нему. Используется как место для фабричных методов, констант и всего, что в Java было бы static. У каждого класса может быть максимум один companion object (с именем или без). В стандартной библиотеке — у всех коллекций: List, Map, Set и т.д.
3. **Object expression** (анонимный объект) Это не синглтон! Каждый раз создаётся новый экземпляр. Это прямой аналог анонимного класса в Java. Используется там, где нужно быстро реализовать интерфейс или унаследовать класс в одном месте: клик-листенеры, коллбэки, обработчики событий и т.д.
4. Вложенные **object** внутри **object** Можно внутри одного синглтона объявлять другие объекты. Используется для красивой группировки констант и подмодулей: например, Retrofit, Endpoints, Headers, Permissions и т.д.

Primary constructor — это часть заголовка класса: class User(val name: String). Он выполняется до любого init-блока.

Secondary constructor — это обычный constructor(...) внутри тела класса, вызывается через this(...) и обязателен только если нет primary или нужно несколько вариантов создания.

Да, **можно расширять любой класс** (даже final и даже из Java) через extension functions/properties. Это одна из главных фишек Kotlin.

by lazy — ленивая инициализация при первом обращении, значение кэшируется, работает с val.

lateinit var — инициализация вручную позже, только для var и только для классов (не примитивов), иначе краш.

@JvmStatic в companion object делает метод/свойство настоящим static в байткоде. Без него из Java вызываешь MyClass.Companion.method(), с ним — MyClass.method().

Delegates.observable(initialValue) { prop, old, new -> ... } — создаёт свойство, которое вызывает лямбду при каждом изменении значения.

by lazy по умолчанию использует **LazyThreadSafetyMode.SYNCHRONIZED** — потокобезопасно с блокировкой.

by lazy(**LazyThreadSafetyMode.NONE**) { ... } — без синхронизации, быстрее, но только если уверен, что доступ из одного потока.

typealias — псевдоним типа.

Очень полезен для длинных функциональных типов:

```
typealias ClickListener = (View) -> Unit
```

value class (с Kotlin 1.5+, раньше inline class) — обёртка над одним значением (примитивом), которая не создаёт объект в рантайме при использовании.

Пример: @JvmInline value class UserId(val value: Long) — в JVM будет просто long.

expect / actual — механизм multiplatform.

expect class Platform в commonMain, actual class Platform в androidMain/iosMain/jvmMain и т.д.

expect = «я обещаю, что где-то будет реализация»

actual = «вот реализация именно для этой платформы»

let — возвращает результат лямбды, it-референс, часто для цепочек и null-check.

apply — возвращает сам объект, this-референс, для настройки объекта.

run — возвращает результат лямбды, this-референс, для выполнения блока и получения результата.

TODO() — функция, всегда бросает NotImplementedError, тип Nothing.

tailrec — оптимизирует tail-recursive функцию в цикл, предотвращая StackOverflow.

by — делегирование свойства в Kotlin.

Свойство не хранит значение само, а передаёт геттер/сеттер другому объекту (делегату), реализующему интерфейс `ReadOnlyProperty` или `ReadWriteProperty`. Как работает:

1. Компилятор генерирует скрытое поле для хранения делегата.
2. При обращении к свойству вызывает `getValue()` / `setValue()` у делегата.
3. Делегат может вычислять значение, кэшировать, логировать и т.д.

Invariance: Default in generics. `List<String>` не подтип `List<Any>`.

Обеспечивает максимальную безопасность, но ограничивает гибкость.

`List<String>` нельзя присвоить переменной `List<Any>` и наоборот.

Коллекции, которые можно изменять (например, `MutableList<T>`), по умолчанию инвариантны.

Covariance (`out T`): Producer-вариант. `List<out String>` подтип `List<out Any>`.

Позволяет безопасно использовать более "специфичные" типы в контексте "более общих". Идеально для только для чтения (read-only) коллекций или интерфейсов, которые возвращают параметр `T`.

`List<String>` это `List<Any>` (безопасно, так как `String` - это `Any`, но нельзя добавить в `List<Any>` что-то кроме `Any`).

Contravariance (`in T`): Consumer-вариант. `Comparator<in Any>` подтип `Comparator<in String>`.

Позволяет использовать более "общие" типы там, где ожидаются "специфичные", если интерфейс только принимает параметр `T` (например, функция, которая принимает `T`).

`Comparator<Any>` может сравнивать `Int` и `Double`, потому что `Any` "шире", чем `Int` или `Double`

`List<*>` — unknown generic (star-projection): тип неизвестен, можно читать как `Any?`, нельзя писать ничего.

`List<Any?>` — конкретный тип: элементы `Any?` (nullable `Any`), можно писать `null` или любой объект, читать как `Any?`.

`List<*>` безопаснее для чтения из неизвестных списков, без кастов.

inner class — вложенный класс, который имеет ссылку на внешний класс (non-static в Java).

- Доступен `this@Outer` из `inner`.
- Можно обращаться к свойствам/методам внешнего класса напрямую.
- Нельзя создать `inner` без экземпляра `outer`.

Без `inner` — просто nested class (static, без ссылки на `outer`).

Композиция — "has-a" отношение: класс содержит экземпляр другого класса как свойство.

```
class Engine(val power: Int)
class Car {
    private val engine = Engine(200) // композиция: Car имеет Engine
    fun start() = println("Engine $engine.power started")
}
```

Car использует Engine, а не наследуется от него.

Основной принцип ООР: предпочтай композицию наследованию (гибче, меньше связности).

Coroutines

Suspend fun — это просто функция, которую можно вызывать только из корутины или другой suspend-функции. Она может «зависать» без блокировки потока (например, ждать сеть или базу). Это не стрим, это разовый вызов.

Flow — холодный стрим. Каждый раз, когда кто-то делает collect, весь код внутри flow { ... } выполняется заново. Если никто не подписан — ничего не происходит. Идеально для запросов к базе, сети, чтения файла — каждый подписчик получает свои данные с нуля.

Channel — горячий стрим старого образца (почти устарел). Код запускается один раз, и данные идут в один канал. Если потребителей несколько — они делят одну очередь, кто первый успел — тот получил. Если никто не слушает — данные теряются (кроме буферизированных вариантов).

SharedFlow — современный горячий стрим. Код внутри запускается один раз, но подписаться могут сколько угодно потребителей одновременно. Можно настроить replay (сколько последних значений запоминать). Отлично подходит для событий: клик по кнопке, навигация, показ тоста/snackbar — то, что не нужно повторять при новой подписке.

StateFlow — это специальный случай SharedFlow с replay = 1 и политикой «всегда есть актуальное значение». Он всегда хранит последнее состояние и отдаёт его сразу при новой подписке. Это золотой стандарт для UI-состояния в Android: loading/error/data, поисковый запрос, выбранный таб, чекбоксы и т.д.