

# О Haskell по-человечески

Денис Шевченко



# Содержание

<b>1 Первые вопросы</b>	<b>7</b>
«Что такое этот ваш Haskell?» . . . . .	7
«Это что, какой-то новый язык?» . . . . .	7
«И кто ж его сделал?» . . . . .	8
«Хорошо, а библиотеки для Haskell имеются? Или велосипедить придётся?» . . . . .	8
«Да, но я слышал, что Haskell всё ещё не готов к продакшену...» . . . . .	8
«А правда ли, что порог вхождения в Haskell высок?» . . . . .	8
«И что же в нём такого необычного?» . . . . .	9
«Ну ладно, а если сравнить его с C++/Python/Scala/Assembler...» . . . . .	9
<b>2 Об этой книге</b>	<b>11</b>
О первом и втором издании . . . . .	12
Про теорию категорий, раз и навсегда . . . . .	12
Как читать эту книгу . . . . .	13
<b>3 Приготовимся</b>	<b>15</b>
Устанавливаем . . . . .	15
Разворачиваем инфраструктуру . . . . .	16
Hi World . . . . .	17
<b>4 Модули: знакомство</b>	<b>19</b>
Имена модулей . . . . .	20
<b>5 Hackage</b>	<b>21</b>
Ищем . . . . .	21
Включаем . . . . .	22
О Прелюдии . . . . .	22

<b>6 Мир выражений и функций</b>	<b>25</b>
Госпожа Функция . . . . .	26
«Да, но разве функции не вызывают?» . . . . .	28
Объявляем . . . . .	28
Определяем . . . . .	29
<b>7 Неизменность и чистота</b>	<b>31</b>
Чисто функциональный? . . . . .	31
«Присваивание? Не, не слышал...» . . . . .	33
Порядок вычислений . . . . .	34
<b>8 Функции внутри</b>	<b>37</b>
Условие . . . . .	38
Возврат из функции . . . . .	39
<b>9 Неизменность данных</b>	<b>41</b>
<b>10 Неизменность данных</b>	<b>43</b>
<b>11 Неизменность данных</b>	<b>45</b>
<b>12 Неизменность данных</b>	<b>47</b>
<b>13 Неизменность данных</b>	<b>49</b>
<b>14 Неизменность данных</b>	<b>51</b>
<b>15 Неизменность данных</b>	<b>53</b>
<b>16 Неизменность данных</b>	<b>55</b>
<b>17 Неизменность данных</b>	<b>57</b>
<b>18 Неизменность данных</b>	<b>59</b>
<b>19 Неизменность данных</b>	<b>61</b>
<b>20 Неизменность данных</b>	<b>63</b>
<b>21 Неизменность данных</b>	<b>65</b>
<b>22 Неизменность данных</b>	<b>67</b>

<i>СОДЕРЖАНИЕ</i>	5
<b>23 Неизменность данных</b>	<b>69</b>
<b>24 Неизменность данных</b>	<b>71</b>
<b>25 Stackage</b>	<b>73</b>
Проблема . . . . .	73
Что это такое? . . . . .	74
Неизменность . . . . .	74
Утилита stack? . . . . .	75
А если не из репозитория? . . . . .	75
Ещё почитать . . . . .	75
<b>26 Неизменность данных</b>	<b>77</b>
<b>27 Неизменность данных</b>	<b>79</b>



# Глава 1

## Первые вопросы

С них и начнём.

### «Что такое этот ваш Haskell?»

Haskell - чисто функциональный язык программирования общего назначения, может быть использован для решения самого широкого круга задач. Компилируемый, но может вести себя и как скриптовый. Кроссплатформенный. Ленивый, со строгой статической типизацией. И да, он не похож на другие языки. Совсем.

### «Это что, какой-то новый язык?»

Вовсе нет. История Haskell началась ещё в 1987 году. Этот язык был рождён в математических кругах, когда группа людей решила создать, что называется, лучший функциональный язык программирования. В 1990 году вышла первая версия языка, названного в честь известного американского математика Хаскела Карри. В 1998 году язык был стандартизован, а в 2000-х началось его медленное вхождение в мир практического программирования. За эти годы язык совершенствовался и в 2010 мир увидел его обновлённый стандарт. Так что мы имеем дело вовсе не с молоденьким выскочкой.

**«И кто ж его сделал?»**

Главная реализация языка нашла своё воплощение в компиляторе GHC (The Glasgow Haskell Compiler), родившемся в недрах Microsoft Research. Впрочем, отнеситесь к слову “Microsoft” спокойно - к .NET и прочим известным творениям Компании-из-Редмонда язык Haskell отношения не имеет.

**«Хорошо, а библиотеки для Haskell имеются? Или велосипедить придётся?»**

Библиотеки имеются, и очень много. А ещё имеется единый открытый репозиторий библиотек с удобным механизмом их установки.

**«Да, но я слышал, что Haskell всё ещё не готов к продакшену...»**

Готов, и уже не первый год. С момента выхода первого стандарта язык улучшался, развивалась его экосистема, появлялись новые библиотеки, выходили в свет книги. Сегодня, в 2016, можно уверенно заявить, что Haskell полностью готов к серьёзному коммерческому использованию, о чём убедительно свидетельствуют истории успешного внедрения Haskell в бизнесе, в том числе и крупном.

**«А правда ли, что порог вхождения в Haskell высок?»**

Правда. Haskell настолько не похож на другие языки, что людям, пришедшим из мира других языков, мозги поломать придётся. Именно поломать, а не просто пошевелить ими: Haskell заставляет иначе взглянуть на, казалось бы, привычные вещи. В этом его сложность и в этом же его красота: многие люди, включая меня, узнав вкус Haskell, категорически не желают возвращаться к другим языкам. Я вас предупредил.



## **«И что же в нём такого необычного?»**

Например, в Haskell нет оператора присваивания. Вообще. А что касается остальных странностей языка... Да, собственно, вся книга им и посвящена.

## **«Ну ладно, а если сравнить его с C++/Python/Scala/Assembler...»**

Сравнение Haskell с другими языками выходит за рамки этой книги. Да, несколько раз вы увидите здесь кусочки кода на других языках, но я привожу их исключительно для того, чтобы подчеркнуть различие с Haskell, а вовсе не для сравнения в контексте «лучше/хуже».



## Глава 2

### Об этой книге

В последние годы заметно возросло число книг, посвящённых Haskell, и это радует. Каждая из них преследует свою цель, и поэтому трудно сказать, какая из них лучше. Цель этой книги в том, чтобы дать вам понимание фундаментальных основ Haskell. Без усвоения этих основ двигаться вперёд не получится.

Как было сказано в предыдущей главе, порог вхождения в Haskell весьма высок, и в первую очередь в силу непохожести этого языка на остальных. Важно отметить, что с определённой точки зрения программировать на Haskell как раз-таки очень просто, но лишь после того, как вы близко познакомились с Тремя Китами Haskell, имена которых: **Функция**, **Тип** и **Класс типов**. Всё в этом языке зиждется на этих трёх основах. Именно поэтому рассмотрение оных - важнейшая цель настоящей книги. И именно поэтому объём её относительно невелик, ведь, к счастью для нас, разобраться с этими основами не так уж и тяжело. Тем более что сфокусированы мы будем не на академизме, а на практичности.

Разумеется, помимо Трёх Китов, в Haskell есть много чего другого. В частности, ленивая стратегия вычислений, жёсткое отделение чистого кода от кода с побочными эффектами, великолепная способность к параллельному и конкурентному программированию. Однако без понимания Трёх Китов путь к высотам Haskell для вас закрыт.

И ещё, добрый вам совет: не пытайтесь понять Haskell-термины, опираясь на ваш предыдущий опыт. Например, в ряде ОО-языков понятия «тип» и «класс» фактически взаимозаменяемы, в то время как в Haskell эти понятия

абсолютно различны. Попробуйте, хоть это и тяжело, учить Haskell как бы с нуля, с чистого листа. Если же Haskell оказался вашим первым языком программирования, тогда я искренне рад за вас, ведь вам не придётся ломать сознание.

## **О первом и втором издании**

На обложке книги вы видели метку «издание 2.0». Перед вами второе издание, полностью переработанное и переосмысленное. Да, на момент публикации второй версии первая всё ещё доступна онлайн, но дни её сочтены: она переведена в статус *Deprecated* и её поддержка полностью прекращена.

Есть две причины, побудившие меня переписать книгу. Первая - мои ошибки. На момент написания первой версии я ещё много не знал и не понимал, поэтому некоторая информация из первого издания откровенно бедна, а несколько глав вообще вводят читателя в заблуждение. К тому же тогда я не имел опыта реальной работы с Haskell, потому и отношение к языку было несколько иллюзорное, розоватое.

Вторая - изменившаяся цель книги. Я намеренно сузил круг рассматриваемых здесь тем. Теперь эта книга полностью посвящена основам языка, она далеко не обо всём, что есть в современном Haskell. Поэтому не ждите от неё рассмотрения специфических тем. Например, Haskell действительно силен в области параллельного и конкурентного программирования, однако здесь вы не найдёте об этом ни строчки. Да и зачем, если этим важным темам посвящена отдельная книга, да ещё и переведённая на русский?

Вы не встретите здесь ни примеров реализации 3D-движка, ни рассказа о работе с PostgreSQL, ни повествования о проектировании игры для Android. Да, всё это можно делать на Haskell, но этим интересным темам посвящены другие книги и статьи. И если вы освоите изложенное здесь, то все остальные публикации о Haskell будут вам по плечу.

## **Про теорию категорий, раз и навсегда**

Не имея шансов обойти эту тему стороной, сразу расставляю точки над «ё».

Действительно, язык Haskell имеет глубокие математические корни. И ряд важных понятий в Haskell родом из раздела современной математики, называемого теорией категорий. Однако вам знать эту теорию вовсе необязательно. Математическое происхождение таких понятий, как «функтор» или «монада», с которыми мы познакомимся позже, не обязывает нас знать научные корни этих понятий. Главное - увидеть, как эти понятия пригодятся нам в нашей повседневной работе.

Я вовсе не против ознакомления с теорией. Знать корни - это неплохо. Однако знакомство с теорией едва ли сделает вас лучшим практиком. Я могу сравнить это с музыкой, на примере гитары. Знание истории происхождения нотной записи, или истоков названия нот, или имени изобретателя первой испанской гитары - всё это весьма любопытно, но это знание не улучшит ваши навыки игры на гитаре. Ведь для того, чтобы научиться играть на гитаре, необходимо играть на гитаре. Вот этим мы и займёмся - Практикой.

## **Как читать эту книгу**

Настоятельно рекомендую читать её строго последовательно, от начала до конца. В процессе чтения вы заметите, что я периодически поднимаю вопросы и как бы оставляю их без ответа. Я делаю это вполне осознанно: ответы обязательно будут даны, но в последующих главах, там, где это будет более уместно. Поэтому перепрыгивание с главы на главу может вас запутать.



## Глава 3

### Приготовимся

Мы не можем начать изучение языка без испытательного полигона. Установим Haskell.

Сделать это можно несколькими способами, мы выберем самый удобный. Называется он The Haskell Tool Stack. Эта утилита - всё, что вам понадобится для работы с Haskell.

Haskell - кроссплатформенный язык, прекрасно работающий и в OS X, и в Linux, и даже в Windows. Однако в 2008 году я навсегда покинул мир Windows, поэтому все последующие примеры взаимодействия с командной строкой подразумевают Unix-way. Вся конфигурация и примеры кода опробованы мною на OS X Yosemite.

### Устанавливаем

Идём сюда и скачиваем архив для нужной нам ОС. Распаковываем архив - и перед нами утилита под названием stack. Для удобства располагаем её в каком-нибудь каталоге, доступном в PATH. Рекомендованный путь:

```
~/local/bin/
```

Если же вы живёте в мире Mac и пользуетесь Homebrew - вам ещё проще. Делаете:

```
$ brew update  
$ brew install haskell-stack
```

Всё.

На момент написания книги я использовал `stack` версии 1.0.2. Если у вас более старая версия - обязательно обновитесь. Если же более новая - у вас теоретически что-нибудь может работать не совсем так, как описано ниже, поскольку `stack` активно развивается, добавляются новые возможности, может быть где и ломают обратную совместимость...

Главное (но не единственное), что умеет делать `stack`, это:

1. Разворачивать Haskell-инфраструктуру.
2. Собирать проекты.
3. Устанавливать библиотеки.

Haskell-инфраструктура - экосистема, краеугольным камнем которой является компилятор `ghc` (Glasgow Haskell Compiler). Как было сказано ранее, Haskell - это компилируемый язык: приложение представляет собой обыкновенный исполняемый файл.

Haskell-проект - среда для создания настоящих приложений и библиотек.

Haskell-библиотеки - готовые решения, спасающие нас от изобретения сотен велосипедов.

## Разворачиваем инфраструктуру

Делаем:

```
$ stack setup
```

В результате на ваш компьютер будет установлена Haskell-инфраструктура последней стабильной версии. Жить всё это хозяйство будет в только что созданном скрытом каталоге `~/.stack/`. Именно поэтому устанавливать инфраструктуру для последующих Haskell-проектов вам уже не придётся: единожды развернули, используем всегда. Пока вам не нужно знать об устройстве этой инфраструктуры, воспринимайте её как данность: теперь на вашем компьютере живёт Haskell.



## Hi World

Создадим Haskell-проект:

```
$ stack new real
```

Здесь `real` - название нашего проекта. В результате будет создан каталог `real`, внутри которого мы увидим это:

```
.
├─ LICENSE
├─ Setup.hs
├─ app
│   └─ Main.hs
├─ real.cabal
├─ src
│   └─ Lib.hs
├─ stack.yaml
└─ test
    └─ Spec.hs
```

О содержимом проекта вам пока знать не нужно, просто соберём его:

```
$ stack install
```

Запомните эту команду, мы будем использовать её постоянно. В результате её выполнения появится файл `real-exe`. А поскольку скопирован он будет в упомянутый выше каталог `~/.local/bin/`, мы сможем сразу же запустить программу:

```
$ real-exe
someFunc
```

Только что мы создали настоящий Haskell-проект и запустили нашу первую программу, выведшую строку “`someFunc`”. Но как же это работает? Пришла пора познакомиться с модулями.



## Глава 4

### Модули: знакомство

Настоящие проекты никогда не состоят из одного-единственного файла. Познакомимся с модулями.

Файлы, содержащие Haskell-код - это и есть модули. Один файл - один модуль. В Haskell нет заголовочных файлов: каждый из модулей рассматривается как самостоятельная единица проекта, содержащая в себе разные полезные вещи. А чтобы воспользоваться этими вещами, нужно один модуль импортировать в другой.

Откроем модуль `src/Lib.hs`:

```
module Lib
  ( someFunc
  ) where

someFunc :: IO ()
someFunc = putStrLn "someFunc"
```

В первой строке объявлено, что имя этого модуля - `Lib`. Далее, в круглых скобках упомянуто содержимое данного модуля, а именно имя функции `someFunc`. Затем, после ключевого слова `where`, мы видим определение функции `someFunc`. Пока вам не нужно знать о синтаксисе данной конструкции, в следующих главах мы разберём его тщательнейшим образом.

Теперь откроем файл `app/Main.hs`:

```
module Main where
```

```
import Lib          -- Импортируем модуль Lib...

main :: IO ()
main = someFunc    -- Используем содержимое модуля Lib...
```

Это - модуль `Main`, главный модуль наш приложения, ведь именно здесь определена функция `main`. С помощью `import` мы включаем содержимое модуля `Lib` и можем работать с этим содержимым.

Запомните модуль `Main`, с ним мы будем работать чаще всего. Все примеры исходного кода, которые вы увидите на страницах этой книги, живут именно в модуле `Main`, если не оговорено обратное.

## Имена модулей

Существует два правила.

Во-первых, имя модуля должно начинаться с большой буквы.

Во-вторых, имя модуля должно совпадать с именем соответствующего ему файла. Именно поэтому файл, содержащий модуль `Main`, назван `Main.hs`. Это, кстати, очень удобно, во избежание путаницы.

Всё. В будущих главах вы узнаете о модулях кое-что ещё, но пока достаточно этого. А теперь пора познакомиться с тем, что мы будем использовать в наших проектах постоянно, а именно с пакетами.

## Глава 5

# Hackage

Hackage - это главный репозиторий Haskell-библиотек, или, как у нас принято называть, пакетов (англ. package). Название происходит от слияния слов Haskell и package.

Hackage существует с 2008 года, и с тех пор увеличился с нескольких десятков пакетов до почти 9 тысяч.

По сути, пакет представляет собой совокупность модулей (напоминаю, модуль - это .hs-файл). Существуют большие пакеты, состоящие из многих десятков модулей, но есть и такие, в которых модуль всего один.

Итак, чтобы воспользоваться пакетом, необходимо сделать три шага:

1. найти этот пакет,
2. включить его в наш проект,
3. импортировать из него нужные нам модули.

## Ищем

Искать пакет можно двумя способами: на единой Hackage-странице или через специальный поисковик.

Все пакеты, живущий в Hackage, можно увидеть на одной странице. Это весьма удобно: браузерный поиск поможет вам искать пакеты по всем доступным тематическим категориям.

Существует также особый поисковик по Hackage. Строго говоря, их два, названных в честь поисковых гигантов:

1. Hoogle
2. Hayoo!

Эти поисковые движки скрупулёзно осматривают внутренности Hackage, и мы будем очень часто ими пользоваться. Особенно полезны они тогда, когда мы хотим найти информацию по некоторому API. Например, когда мы знаем имя функции и хотим найти пакет, в котором она живёт.

Сейчас, в качестве примера, возьмём пакет `text`, предназначенный для работы с текстом. Этот пакет, кстати, очень нам пригодится. Живёт он тут.

Каждый из Hackage-пакетов живёт по адресу, сформированному по следующей схеме: `http://hackage.haskell.org/package/ИМЯПАКЕТА`.

## Включаем

Открываем сборочный файл `real.cabal`, находим секцию `executable real-exe` и в поле `build-depends` через запятую дописываем имя пакета:

```
build-depends:      base
                   , real
                   , text
```

Теперь выполняем:

```
$ stack install
```

Начнётся повторная сборка нашего проекта, но перед ней `stack`, увидев новую зависимость, сделает то что нам и нужно: установит сам пакет `text` и все те пакеты, от которых он в свою очередь зависит.

Готово. Отныне мы можем импортировать нужные нам модули из пакета `text`. В следующих главах мы сделаем это.

## О Прелюдии

Существует один стандартный модуль, который по умолчанию автоматически импортируется во все наши модули (поэтому нам не придётся импортировать

его с помощью `import`). Имя ему - `Prelude`. В этом модуле содержатся самые базовые Haskell-инструменты, многие из которых мы будем использовать постоянно.





## Глава 6

# Мир выражений и функций

Итак, проект создали, с пакетами познакомились, теперь мы готовы начать путешествие. Ремни пристёгивать необязательно, мы будем двигаться не торопясь.

Первой важной особенностью Haskell является тот факт, что программа - это мир выражений (англ. expression). Когда вы смотрите на исходный код, сколь бы простым или сложным он ни был - вы видите не совокупность инструкций, а совокупность выражений. Вот примеры:

```
1 + 2
```

```
(12.3 - 12.067) * 456 * 0.234
```

```
length myList
```

```
"/usr" </> pathToLib
```

```
9
```

Всё это - выражения. И даже то, что вы видите на последней строке - это не просто число 9, это тоже выражение.

Любое выражение может дать нам некий полезный результат, в противном случае оно бессмысленно. Все выражения можно разделить на две группы: такие, которые ещё можно вычислить (англ. evaluate), и такие, вычислить которые уже нельзя. Например, выражение:

1 + 2

можно вычислить, то есть произвести сложение. Однако когда мы получим результирующее выражение, а именно:

3

его уже нельзя вычислить, оно вычислено окончательно, что называется, до самого дна.

Когда мы вычисляем выражение, оно всегда уменьшается (англ. *reduce*). И уменьшать его мы можем до тех пор, пока оно не достигнет своей простейшей, окончательной формы. Например, выражение:

(12.3 - 12.067) \* 456 \* 0.234

вычисляется в три шага:

```
(12.3 - 12.067) * 456 * 0.234
-> 0.233          * 456 * 0.234
-> 106.248        * 0.234
-> 24.862
```

Всё, дошли до дна, ничего более сделать с выражением 24.862 мы уже не способны, мы можем лишь использовать его как оно есть. Таким образом, выражения, составляющие Haskell-программу, вычисляются до тех пор, пока не останется некое окончательное, корневое выражение. Следовательно, запуск Haskell-программы на выполнение (англ. *execution*) - это запуск всей этой цепочки вычислений, а с корнем этой цепочки мы уже познакомились ранее. Помните функцию `main`, определённую в модуле `app/Main.hs`? Вот эта функция и является главной точкой нашей программы.

## Госпожа Функция

Именно функция делает выражение вычислимым, именно она оживляет нашу программу, потому я и назвал Функцию Первым Китом, на котором зиждется Haskell. Но дабы избежать недоразумений, следует определиться с понятиями.

Для начала вспомним математическое определение функции. Не пугайтесь, математики будет совсем немного:

Функция - это закон, описывающий зависимость одного значения от другого.

Рассмотрим функцию возведения целого числа в квадрат:

```
square v = v * v
```

Функция `square` определяет простую зависимость: числу 2 соответствует число 4, числу 3 - 9 и так далее. Это можно записать так:

```
square 2 = 4  
square 3 = 9  
square 4 = 16
```

Входное значение функции называют аргументом. И так как функция определяет однозначную зависимость выходного значения от аргумента, её, функцию, называют иногда *отображением*: она отображает/проецирует входное значение на выходное. Получается как бы труба: кинули в неё 2 - с другой стороны вылетело 4, кинули 5 - ничего кроме 25 быть не может.

Чтобы заставить функцию сделать полезную работу, её нужно применить (англ. `apply`) к некоторому аргументу. Ведь если на вход ничего не кинули, то и на выходе ничего не получим. Вот пример:

```
square 2
```

Здесь мы применили функцию `square` к значению/аргументу 2. Синтаксис предельно прост: имя функции и через пробел - аргумент. Если же аргументов более одного - просто дописываем их через пробел. Например, функция `sum`, вычисляющая сумму двух своих целочисленных аргументов, применяется так:

```
sum 10 20
```

Вы спросите, к чему я всё это рассказываю? Взгляните на применение функции `square` ещё раз. Да ведь это же выражение! То самое выражение, о котором мы узнали в самом начале главы. Вспомним:

```
1 + 2
```

Это ни что иное, как применение функции. И чтобы яснее это увидеть, перепишем выражение так:

```
(+) 1 2
```

Это применение функции `(+)` к двум аргументам, 1 и 2. Теперь вы знаете: вычислить выражение - значит применить какие-то функции к каким-то аргументам.

## «Да, но разве функции не вызывают?»

В Haskell - нет. Понятие «вызов» функции пришло к нам из почтенного языка C. Там функции действительно вызывают (англ. `call`), потому что в языке C, в отличие от Haskell, понятие «функция» не имеет никакого отношения к математике. Там это подпрограмма, обособленный кусочек программы, доступный по некоторому адресу в памяти. Так вот если вы обладаете опытом разработки на C-подобных языках - забудьте о подпрограмме. В Haskell функция - это функция в математическом смысле этого слова. Поэтому её не вызывают, а применяют к чему-то.

А теперь отложим в сторону математику и вернёмся к программированию. Перед тем, как использовать функцию, её следует объявить и определить. Вот как это выглядит на примере `square`:

```
square :: Int -> Int
square v = v * v
```

Здесь первая строка - это объявление функции, а вторая - её определение.

## Объявляем

Схема объявления следующая:

```
square      :: Int      -> Int
имя функции  Тип аргумента  Тип вычисленного значения
```

Можно было бы сказать «тип возвращённого значения», но поскольку в Haskell функции не вызывают, из них и не возвращаются. Чуть позже я поясню это.

Итак, на входе у функции `square` - единственный аргумент типа `Int` (стандартный тип в Haskell для обычных целых чисел), а на выходе - значение того же типа `Int`. Если же аргументов более одного, объявление просто вытягивается. Например, объявление упомянутой выше функции `sum` выглядит так:

```
sum :: Int -> Int -> Int
```

Схема объявления вытянулась, но суть осталась прежней:

```
sum          :: Int      -> Int      -> Int
имя функции  Тип 1 аргумента  Тип 2 аргумента  Тип вычисленного значения
```

Идею вы поняли: ищем крайнюю правую стрелку, и всё что левее от неё - то типы аргументов, а всё что правее - то тип вычисленного значения.

Строго говоря, объявлять функцию необязательно, мы могли бы этого и не делать (и скоро я объясню, почему). Однако возьмите за правило всегда писать объявление, это сделает ваш код значительно более понятным и легко сопровождаемым.

Теперь рассмотрим определение функции.

## Определяем

Вспомним определение функции `square`:

```
square v = v * v
```

Схема определения такова:

<code>square</code>	<code>v</code>	<code>=</code>	<code>v * v</code>
имя функции	имя аргумента	это	выражение

А функция `sum` определена так:

<code>sum</code>	<code>x</code>	<code>y</code>	<code>=</code>	<code>x + y</code>
имя функции	имя 1 аргумента	имя 2 аргумента	это	выражение

Определение разделено на две части: слева от знака равенства - имя функции и имена аргументов (уже имена, а не типы), разделённые пробелами, а справа - выражение, составляющее суть функции, её содержимое. В языках семейства С закрепилось понятие «тело функции» (англ. *function body*), однако в Haskell говорят о выражении.

Обратите внимание, речь здесь идёт именно о знаке равенства, а никак не об операторе присваивания. Мы ничего не присваиваем, мы лишь декларируем равенство левой и правой частей. Когда мы пишем:

```
sum x y = x + y
```

тем самым мы декларируем следующее: «Отныне выражение `sum 10 20` равно выражению `10 + 20`». То есть везде, где написано `sum 10 20`, мы можем совершенно спокойно подставить `10 + 20`, и работа программы гарантированно останется прежней.

А впрочем, откуда у меня такая уверенность? Ответ ищите в следующей главе, и приготовьтесь к удивлению.

## Глава 7

# Неизменность и чистота

В предыдущей главе мы познакомились с функциями и выражениями, увидев близкую связь этих понятий. В этой главе мы узнаем, что значит «чисто функциональный» язык и почему в нём нет места оператору присваивания.

## Чисто функциональный?

Haskell - чисто функциональный (англ. purely functional) язык. И суть этого понятия уже изложена в предыдущей главе, осталось лишь сформулировать.

Чисто функциональным называется такой язык, в котором центральное место уделено чистой функции (англ. pure function). А чистой она называется потому, что предельно честна с нами: её выходное значение всецело определяется её аргументами и более ничем. А ведь это и есть математическая функция! Вспомним `sum`:

```
sum x y = x + y
```

Когда на входе 10 и 20 - на выходе всегда 30, и ничто не способно помешать этому. Функция `sum` является чистой функцией, а потому характеризуется отсутствием побочных эффектов (англ. side effects). Именно поэтому чистая функция предельно надёжна: мы всегда можем заменить её применение её внутренним выражением, и результат останется неизменным. То есть если написано так:

```
square (sum 1 2)
```

мы можем написать и так:

```
square (1 + 2)
```

Казалось бы, в других языках, например в C, функция тоже может быть чистой:

```
int sum(int x, int y) {  
    return x + y;  
}
```

Однако это не совсем так. Да, результат функции `sum` здесь тоже определяется двумя аргументами, однако мы не можем гарантировать этого. И причиной тому являются переменные. Допустим:

```
int sum(int x, int y) {  
    return x + y + 0.0049;  
}
```

Мы ввели поправочный коэффициент `0.0049`, и теперь значение на выходе зависит (в том числе) и от него. Однако позже появилась другая функция, в теле которой понадобился тот же самый коэффициент. Мы, исповедуя принцип DRY (англ. Don't Repeat Yourself, Не Повторяй Себя), вынесли коэффициент в отдельную переменную `coeff` и переписали функцию так:

```
int sum(int x, int y) {  
    return x + y + coeff;  
}
```

Тут-то нас и поджидает проблема. Что будет, если значение `coeff` изменится в процессе работы программы? В этом случае и значение на выходе станет другим, поэтому мы, вызвав такую функцию с одинаковыми аргументами  $N$  раз, уже не можем быть полностью уверены в одинаковости результата. Хуже того, переменная `coeff` может оказаться глобальной, и её значение может изменяться совершенно другой функцией. В этом случае результат работы `sum` вполне может преподнести нам неприятный сюрприз, а потому она не может считаться чистой функцией.

Но, спросите вы, разве в Haskell мы не можем вынести общее значение в такой же `coeff`? Можем, но функция `sum` гарантированно останется чистой. И причина тому - неизменность данных (англ. data immutability).



## «Присваивание? Не, не слышал...»

В мире Haskell нет места оператору присваивания. Этот факт, удивительный на первый взгляд, предельно логичным, если мы помним о математической природе функций в Haskell. Если каждая функция в конечном итоге представляет собою некое выражение, вычисляемое посредством применения каких-то других функций к каким-то другим аргументам - тогда нам просто не нужно ничего ничему присваивать.

Вспомним, что присваивание (англ. assignment) пришло к нам из императивных языков. Суть императивного программирования (англ. imperative programming) в том, что программа воспринимается как набор инструкций, работа которых неразрывно связана с изменением состояния этой программы. Вот почему в императивных языках обязательно присутствует понятие «переменная». А раз есть переменные - должен быть и инструмент для изменения их значений, а именно оператор присваивания. Когда мы пишем:

```
coeff = 0.569;
```

мы тем самым приказываем: «Возьми значение 0.569 и перезапиши им то значение, которое уже содержалось в переменной coeff до этого». И перезаписывать это значение мы можем множество раз, а следовательно, мы вынуждены внимательно отслеживать текущее состояние переменной coeff.

Однако существует принципиально иной подход к разработке, а именно декларативное программирование (англ. declarative programming). Haskell воплотил в себе именно этот подход, при котором программа воспринимается уже не как набор инструкций, а как набор выражений. И поскольку выражения вычисляются путём применения функций к аргументам (то есть, по сути, к другим выражениям), там нет места ни переменным, ни оператору присваивания. Любое конкретное значение в Haskell-программе, будучи созданным единожды, уже не может быть изменено, никогда и никем. Поэтому когда в Haskell-коде мы пишем:

```
coeff = 0.569;
```

мы просто объявляем/декларируем: «Отныне значение coeff равно 0.569, и так оно будет всегда». В этом случае функции, использующие coeff, уже не способны преподнести нам сюрприз. Когда вы видите в Haskell-коде символ = - перед вами объявление равенства, а вовсе не присваивание.

Вы спросите, как же можно написать реальную программу на языке, в котором нельзя изменять данные? Оказывается, можно. Да, нам не дано изменить уже созданное значение, однако мы можем создать на его основе новое значение. А обязанности по уничтожению уже не нужных данных возложены на встроенный в Haskell сборщик мусора (англ. garbage collector).

## Порядок вычислений

Императивный подход к разработке характеризуется ещё одним свойством, а именно жёстким порядком вычислений. Когда программа представляет собой набор инструкций, изменяющих состояние переменных, тогда и порядок выполнения этих инструкций жёстко задаётся программистом. Например:

```
int main() {  
    int result1 = sum(10, 20);  
    int result2 = mul(30, 40);  
    /* Что-то делаем с результатами result1 и result2. */  
    return 0;  
}
```

Здесь функция `mul` делает почти то же, что и `sum`, только возвращает произведение двух аргументов, а не сумму. Вопрос: в каком порядке будут вызваны функции `sum` и `mul`? В том, в каком написаны: сначала `sum`, а потом `mul`.

При декларативном же подходе порядок вызова чистых функций нам, во-первых, не всегда известен, а во-вторых - и это главное! - он нам неинтересен.

Погодите, возразите вы, как это не всегда известен?! А вот так. Природа чистых функций такова, что нам больше не нужно думать о порядке вызова функций наподобие `sum` и `mul`, ведь результат их вычислений в конечном итоге окажется гарантированно правильным.

Я знаю, это удивляет. Мы привыкли давать чёткие приказания в нашем коде: «Сейчас вызови эту функцию, потом измени значение той переменной, после чего вызови вон ту функцию». То есть мы сфокусированы на том, **как** работает наша программа. А в декларативном мире мы не хотим думать о том, как работает наша программа, мы думаем лишь о том, **что** она в итоге сделает. Мы сфокусированы не на процессе вычислений, а на их результате, не на последовательности шагов, а на том, к чему они нас приведут.

Уверен, у вас уже уйма вопросов. Не спешите задавать их - по мере чтения книги всё встанет на свои места, и очень скоро вы убедитесь в том, что можно прекрасно обходиться без оператора присваивания.



## Глава 8

### Функции внутри

В предыдущей главе я одним махом открыл вам много нового. Пришло время разбираться более детально. В этой главе рассмотрим содержимое функций. Ведь раз уж Haskell-программа состоит из выражений, а те, в свою очередь, представляют собой применение неких функций к неким аргументам, то можно сказать, что всё, происходящее внутри программы, происходит внутри функций. Именно поэтому содержимое функций представляет для нас исключительный интерес.

В прошлой главе мы увидели простейшие функции, такие как `sum`:

```
sum :: Int -> Int -> Int
sum x y = x + y
```

Вот её содержимое:

```
x + y
```

Согласитесь, не очень интересно. Да, нужны и такие, но в реальных программах нужны штуки помощнее. Но прежде чем погрузиться в функции, познакомимся с некоторыми простейшими типами в Haskell, без них нам не обойтись.

С типом `Int` вы уже знакомы, значения этого типа содержат обыкновенные целые числа. Тип `Double` предназначен для чисел с плавающей точкой. Значения типа `Char` - это Unicode-символы. Значение типа `String` - обычная строка. Значение типа `Bool` отражает истину (`True`) или ложь (`False`). Вот примеры:

```
123          -- Int
```

```
2.0678          -- Double

'A'             -- Char

"Hello, Haskell!" -- String

True           -- Bool, который истина

False          -- Bool, который ложь
```

Пока достаточно. В Haskell есть ещё несколько важных стандартных типов, но о них узнаем чуть позже. И кстати, вы уже второй раз видите конструкцию, состоящую из двух минусов --. Это - начало однострочного комментария. А между символами {- и -} живёт многострочный комментарий:

```
-- Я - однострочный комментарий, живу в единственной строке

{-
  А я - многострочный
  комментарий, содержащий нечто
  прелюбопытнейшее!
-}
```

Ну а теперь прыгнем в функции.

## Условие

Так выглядит условная конструкция:

```
if CONDITION then EXPRESSION1 else EXPRESSION2
```

где CONDITION - выражение, дающее ложь или истину, EXPRESSION1 - выражение, используемое в случае True, EXPRESSION2 - выражение, используемое в случае False. Пример:

```
checkLocalhost :: String -> String
checkLocalhost ip =
  if ip == "127.0.0.1" || ip == "0.0.0.0" || ip == ":::1"
  then "It's a localhost!"
  else "No, it's not a localhost."
```

Функция `checkLocalhost` применяется к единственному аргументу типа `String` и возвращает/вычисляет другое значение типа `String`. В качестве аргумента выступает строка, содержащая IP-адрес, а функция проверяет, не лежит ли в ней `localhost`. Оператор `||` - стандартный оператор логического «ИЛИ», а оператор `==` - стандартный оператор проверки на равенство.

Теперь откроем наш модуль `app/Main.hs`, найдём функцию `main` и напишем следующее:

```
main :: IO ()
main = putStrLn (checkLocalhost "127.0.0.1")
```

Вспоминаем команду сборки, которую мы запускаем, находясь в корне нашего проекта:

```
$ stack install
```

После сборки запускаем:

```
$ real-exe
It's a localhost!
```

А если перепишем так:

```
main :: IO ()
main = putStrLn (checkLocalhost "173.194.222.100")
```

тогда при запуске увидим это:

```
No, it's not a localhost.
```

Функция `putStrLn` - это стандартная функция, выводящая на консоль некую строку. В данном случае она вывела строку, возвращённую функцией `checkLocalhost`.

## Возврат из функции

В императивных языках, подобных C, существует особая инструкция `return`, предназначенная для явного возврата значения из функции. Поскольку функции там - это подпрограммы, наличие такой инструкции необходимо потому, что точек выхода/возврата из функции может быть несколько. Например, на C++ функция `checkLocalhost` могла бы выглядеть так:

```
std::string checkLocalhost(const std::string& ip) {  
    if(ip == "127.0.0.1" || ip == "0.0.0.0" || ip == "::1") {  
        return "It's a localhost!";    // Выходим здесь...  
    }  
  
    return "No, it's not a localhost." // ... или здесь.  
}
```

В Haskell не существует аналога инструкции `return`, поскольку единственной «точкой возврата» из функции является её конечный результат. Звучит необычно, поясню примером.

Как мы знаем, применение функции - это выражение. А так как оперирует оно с неизменными данными, мы всегда можем заменить выражение своим конечным результатом. И ничего не сломается. Например, выражение:

```
checkLocalhost "127.0.0.1"
```

может быть заменено



## Глава 9

# Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до окончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 10

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

# Глава 11

## Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной `a` до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение `a` равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную `a`, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение `a` равно 123 - так оно и будет до окончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 12

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.



## Глава 13

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной `a` до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение `a` равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную `a`, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение `a` равно 123 - так оно и будет до окончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 14

# Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной `a` до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение `a` равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную `a`, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение `a` равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 15

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до окончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 16

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до окончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.



## Глава 17

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 18

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 19

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 20

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.



## Глава 21

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 22

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 23

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 24

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до скончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.



## Глава 25

# Stackage

В предыдущей главе мы познакомились с Hackage, репозиторием Haskell-пакетов. Теперь же настало время познакомиться со “стабильным Hackage”.

## Проблема

В становившиеся с годами времена существовала в мире Haskell большая проблема, связанная с пакетами, и называлась она “dependency hell”. Вот в чём её суть.

Как вы уже поняли, каждый из Haskell-пакетов тоже имеет ряд зависимостей от неких других пакетов, и эти зависимости перечислены в его `.cabal`-файле. Зависимость может быть указана “версионной вилкой”, например:

```
http-client >= 0.3 && < 0.5
```

Это означает, что данный пакет зависит от пакета `http-client` любой версии, входящей в промежуток от 0.3 включительно до 0.5. Однако зависимость может быть указана точно:

```
http-client == 0.3.6.1
```

В этом случае нам нужна версия 0.3.6.1 и никакая другая. Вот тут-то нас и поджидает ад.

Допустим, наш проект зависит от двух пакетов, А и В, каждый из которых в свою очередь зависит от третьего пакета С. Но к сожалению, звёзды оказались неблагоприятны к нашему проекту, и выяснилось, что пакет А зависит от пакета

С версии 1.8.1, в то время как пакет В - от пакета С версии 2.0.0... Эту проблему пытались решить несколькими способами, но самым удобным оказался способ под названием Stackage.

## Что это такое?

Название Stackage происходит от слияния слов “Stable” и “Hackage”. Идея в том, чтобы предоставить разработчику надёжный набор пакетов, на который гарантированно можно положиться.

В основе этой идеи лежит LTS Haskell snapshot, или LTS-снимок (от Long-Term Support). LTS-снимок представляет собой большой список пакетов жёстко заданных версий. И подобраны эти версии таким образом, чтобы все пакеты были версионно совместимы друг с другом. Гарантированно и железобетонно. То есть, возвращаясь к нашему примеру, если в LTS-снимке перечислены пакеты А и В, то их версии подобраны так, чтобы они зависели от одной и той же версии пакета С. В этом случае у нас никогда не возникнет никаких версионных коллизий.

Откроем файл `stack.yaml` в корне нашего проекта и найдём там строчку вида:

```
resolver: lts-5.2
```

В этой строке мы задаём номер LTS-снимка, используемого в данном проекте. Да, у каждого снимка есть собственный номер, или, если хотите, версия. В данном случае мы объявляем, что наш проект “живёт” в рамках LTS-снимка под номером 5.2. Это означает, что если наш проект зависит от пакета `text`, то не от абы какой версии `text`, но именно от версии 1.2.2.0, ведь именно эта версия упомянута в данном LTS-снимке.

Кстати, содержимое снимка 5.2 можно посмотреть здесь. В конце адреса меняем номер - и видим содержимое другого снимка.

## Неизменность

LTS-снимки хороши и тем, что неизменны. В упомянутом снимке 5.2 перечислены 1766 пакетов конкретных версий, и так оно будет всегда. Следовательно, если члены команды Haskell-разработчиков, работающие на одним и тем

же проектом, используют один и тот же снимок - у всех у них всё будет компилироваться. Сегодня, завтра и через пять лет. Создатели Stackage провозгласили это одним из девизов данной идеи: “То, что работает сегодня, должно работать и завтра”.

## Утилита stack?

Да, совершенно верно: уже знакомая нам утилита `stack` является частью проекта Stackage, оттого и схожесть в названии. Поэтому, используя `stack`, вы уже используете какой-то LTS-снимок.

## А если не из репозитория?

В самом деле, представим себе такую ситуацию. Некий разработчик сделал полезную Haskell-библиотеку, но не стал включать её в единый репозиторий, а вместо этого поселил её в своём GitHub-профиле. А нам эта библиотека очень уж приглянулась. Как же включить её в проект? Открываем `stack.yaml` и пишем:

```
- location:  
  git: https://github.com/user/project.git  
  commit: 018919f43854b1d6f30d4270f5471db807ac1a41
```

Думаю, тут всё понятно без комментариев: пакет будет вытянут из данного репозитория (с использованием указанного коммита), собран и включён в наш проект. И не забудьте включить имя данного пакета в списке зависимостей в `.cabal`-файле.

## Ещё почитать

Я написал небольшую обзорную статью, посвящённую `stack` и работе с LTS-снимками.



## Глава 26

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до окончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.

## Глава 27

### Неизменность данных

Как было упомянуто ранее, одной из фундаментальных черт языка Haskell является отсутствие оператора присваивания.

Знаете, услышав о котором впервые, я не поверил своим ушам. Как это можно программировать без оператора присваивания?! А как же мы будем изменять состояние наших переменных?

Чтобы разобраться, рассмотрим такую строку:

```
a = 123
```

В императивном языке такая инструкция означает присваивание. В этом случае мы приказываем: “Возьми совокупность байтов, соответствующую значению 123, и замени ею ту совокупность байтов, которая хранилась в переменной *a* до этого”. Таким образом, происходит перезапись старого значения новым.

Однако в чисто функциональном языке такая инструкция означает то же, что она означает в математике, а именно равенство. В этом случае мы объявляем: “Значение *a* равно 123”.

Вы спросите, в чём разница? Мы ведь в любом случае получаем переменную *a*, равную 123. А разница в том, что присваивание значения переменной может происходить множество раз, в то время как объявление равенства может быть указано лишь единожды. И если мы объявили, что значение *a* равно 123 - так оно и будет до окончания времён, и ничто не сможет этого изменить. Именно поэтому в языке Haskell нет ни понятия “переменная”, ни ключевого слова `const`, ведь все значения в этом языке константны по своей сути.

Вы спросите, как же мы сможем добавить элемент в какой-нибудь список, если у нас всё константное? Ответ: никак. Мы не можем *изменить* имеющееся значение, мы можем лишь создать на его основе *новое* значение. О памяти не беспокойтесь: выделена она будет автоматически, равно как и уничтожена, ответственность за это ляжет на встроенный в Haskell сборщик мусора.

Вскоре вы убедитесь, что без оператора присваивания можно прекрасно обходиться.