Лекция 07
БГТУ, ФИТ, 1 семестр

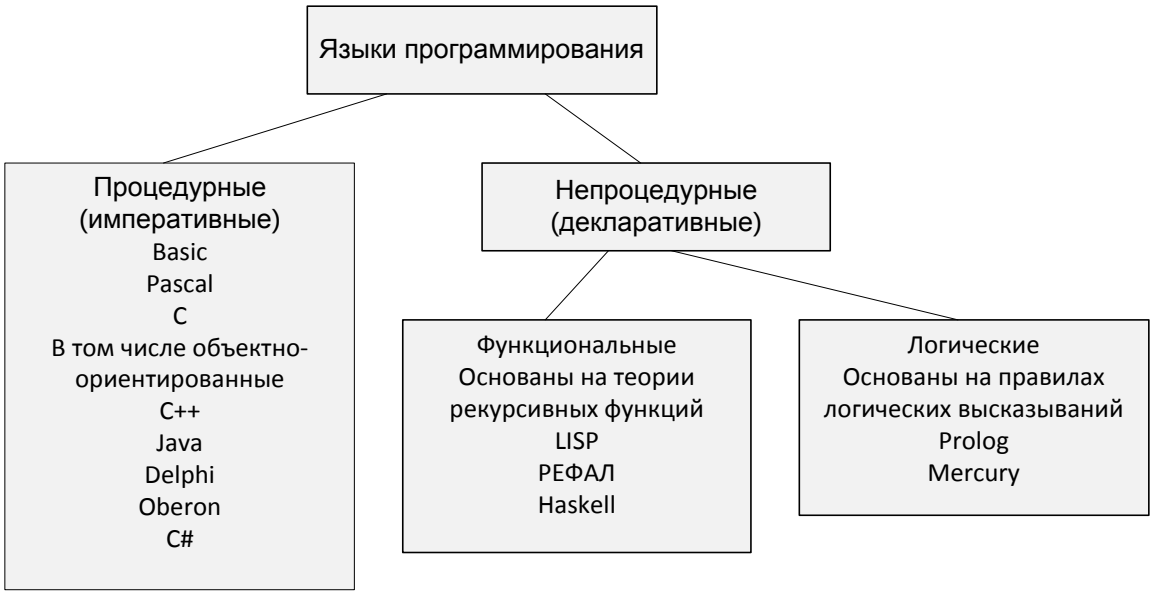
Основы программной инженерии (ПИ)

Стили программирования. Модульное программирование

План лекции:
- парадигмы программирования;
- императивное программирование;
- декларативное программирование;
- структурное программирование;
- модульное программирование
- стили программирования (оформление кода).

1. На прошлых лекциях:

Парадигмы (стили) программирования



Язык программирования строится в соответствии с базовой моделью вычислений и парадигмой программирования.

> **Парадигма программирования** – это совокупность идей и понятий, определяющих стиль написания компьютерных программ (подход к программированию).

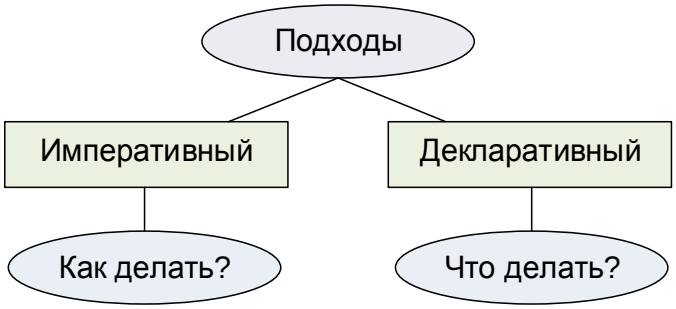
Методология включает в себя модель вычислений для данного стиля.

Методология разработки программного обеспечения – совокупность методов, применяемых на различных стадиях жизненного цикла программного обеспечения.

Неструктурное программирование характерно для наиболее ранних языков программирования. Сложилось в середине 40-х с появлением первых языков программирования.
Основные признаки:

- строки как правило нумеруются;
- из любого места программы возможен переход к любой строке;

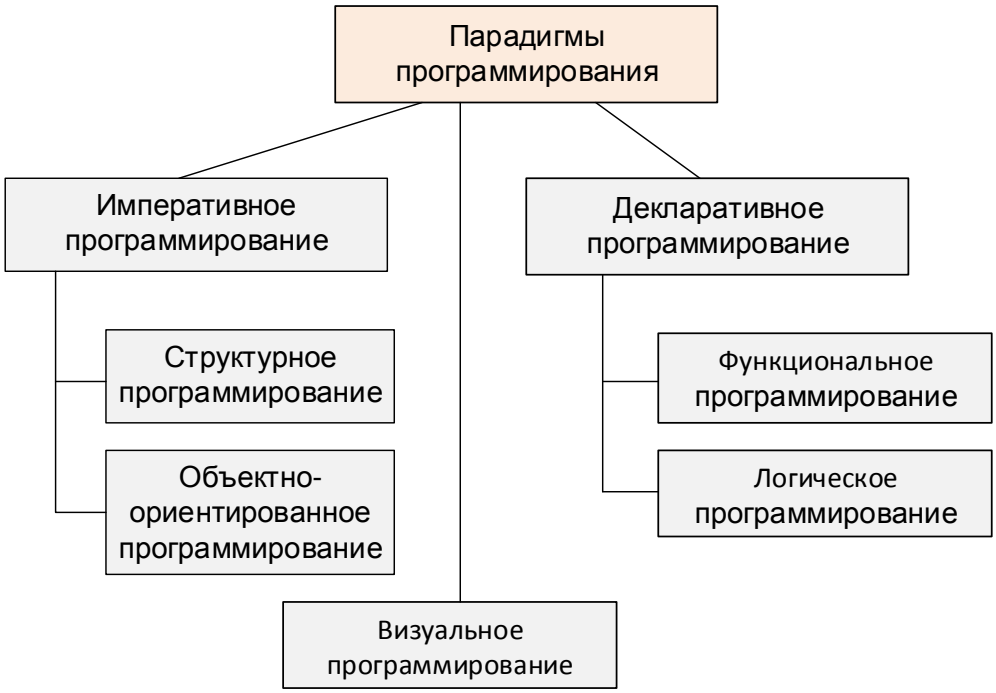
Основные подходы к программированию:



Императивное программирование (от греч. imper – действие) предполагает, что программа явно описывает алгоритм решения конкретной задачи (действия исполнителя), т.е. описывает как решать поставленную задачу.

Декларативное программирование (лат. declaratio – объявление) – это предварительная реализация «**решателя**» для целого класса задач.
Тогда для решения ***конкретной задачи*** этого класса достаточно декларировать в терминах данного языка только её условие:
(исходные данные + необходимый вид результата)
«**Решатель**» сам выполняет процесс получения результата, реализуя известный ему алгоритм решения.

Основные парадигмы программирования:



Структурное программирование

> **Структурное программирование** – методология и технология разработки программных средств, основанная на трёх базовых конструкциях:
> – следование;
> – ветвление;
> – цикл.

Цели структурного программирования:

- повысить надежность программ (улучшить структуру программы);
- создание понятной, читаемой программы, которая исполняется, тестируется, конфигурируется, сопровождается и модифицируется без участия автора (создание ПП).

Принципы разработки:

- программирование «сверху-вниз» (нисходящее программирование);
- модульное программирование с иерархическим упорядочением связей между модулями/подпрограммами «От общего к частному»

Этапы проектирования:

- формулировка целей (результатов) работы программы;
- представление процесса работы программы (модель);
- выделение из модели фрагментов: определение переменных и их назначения, стандартных программных контекстов.

Технология структурного программирования базируется на следующих методах:

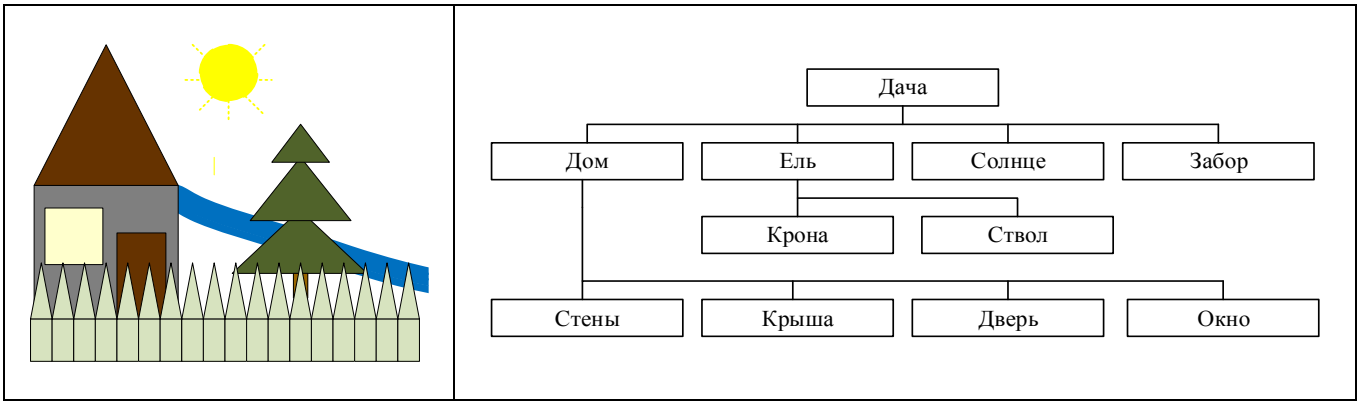
- нисходящее проектирование (формализация алгоритма «сверху вниз»: движение от общего к частному);
- пошаговое проектирование (нисходящая пошаговая детализация программы);
- структурное проектирование (замена формулировки алгоритма на одну из синтаксических конструкций – *последовательность*, *условие* или *цикл;* программирование без goto);
- одновременное проектирование алгоритма и данных (процессы детализации алгоритма и введение данных, необходимых для работы, идут параллельно);
- *модульное проектирование;*
- *модульное, нисходящее, пошаговое тестирование.*

<цель_результата> = <действие> + <цель_результата вложенной конструкции>

Программирование **без goto.**
Использование операторов (вида **continue, break, return)** для более изменения структурированной логики выполнения программы.

2. Модульное программирование

«Разделяй и властвуй» - латинская формулировка принципа, лежащего в основе модульного проектирования.



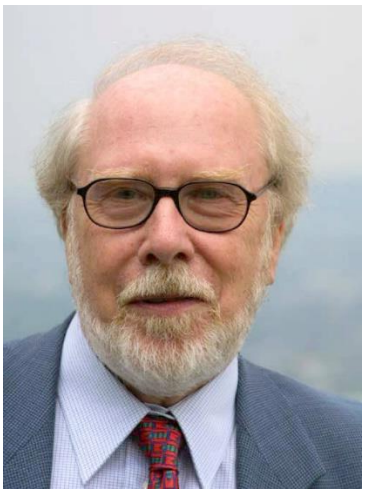
Модульное программирование – это организация программы как совокупности небольших независимых блоков, называемых модулями.

Модуль – функционально законченный фрагмент программы, оформленный в виде отдельного файла с исходным кодом.

Функциональная декомпозиция задачи – разбиение большой задачи на ряд более мелких, функционально самостоятельных подзадач – модулей.

Каждый модуль в функциональной декомпозиции представляет собой «черный ящик» с одним входом и одним выходом.

Модуль – это фрагмент описания процесса, оформленный как самостоятельный программный продукт, пригодный для многократного использования.

 Профессор Никлаус Вирт	Никлаус Вирт – швейцарский учёный, специалист в области информатики, один из известнейших теоретиков в области разработки языков программирования, профессор компьютерных наук Швейцарской высшей технической школы Цюриха, лауреат премии Тьюринга Создатель и ведущий проектировщик языков Pascal, Modula-2, Oberon, участвовал в разработке многих языков программирования. Разработал язык Modula (1975 г.), в котором реализовал идеи модульного программирования с хорошо определенными межмодульными интерфейсами и параллельного программирования.

Цели модульного программирования: уменьшить сложность программ; предотвратить дублирование кода, упростить тестирование программы и обнаружение ошибок.

В языках высокого уровня, как правило, реализация данного механизма выполняется путем разделения модулей на ***интерфейсную*** и ***реализующую*** части.

Пример проекта, состоящего из основного файла и одного модуля (`hello`) на C/C++:

Главный модуль (файл с расширением <имя_файла>`.cpp`, требуется подключить интерфейс модуля)

```
1  #include "hello.h"
2  int main()
3  {
4      hello();
5      return 0;
6  }
```

Заголовочный файл модуля hello (интерфейс - заголовочный файл `hello.h`)

```
1  #include <iostream>
2  void hello();
```

Файл реализации модуля hello (файл с реализацией `hello.cpp`)

```
1  #include "hello.h"
2  void hello()
3  {
4      printf("Hello!\n");
5  }
```

Плюсы модульного программирования:

- ускорение разработки (позволяет изменять реализацию функциональности модуля, не затрагивая при этом взаимодействующие с ним модули);
- повышение надежности (локализует влияние потенциальных ошибок рамками модуля);
- упрощение тестирования и отладки;
- взаимозаменяемость.

Минусы модульного программирования:

- модульность требует дополнительной работы программиста и определенных навыков проектирования программ.

Модуль, основные характеристики:

- один вход и один выход (на вход программный модуль получает набор исходных данных, выполняет их обработку и возвращает набор выходных данных);
- функциональная завершенность (модуль выполняет набор определенных операций для реализации каждой отдельной функции, достаточных для завершения начатой обработки данных);
- логическая независимость (результат работы данного фрагмента программы не зависит от работы других модулей);
- слабые информационные связи с другими программными модулями (обмен информацией между отдельными модулями должен быть минимален);
- размер и сложность программного элемента должна быть в разумных рамках.

Программный модуль является самостоятельным программным продуктом. Это означает, что каждый программный модуль разрабатывается, компилируется и отлаживается отдельно от других модулей программы.

Роль модулей могут играть ***структуры данных, библиотеки функций, классы***, ***сервисы*** и другие программные единицы, реализующие некоторую функциональность и предоставляющие интерфейс к ней.

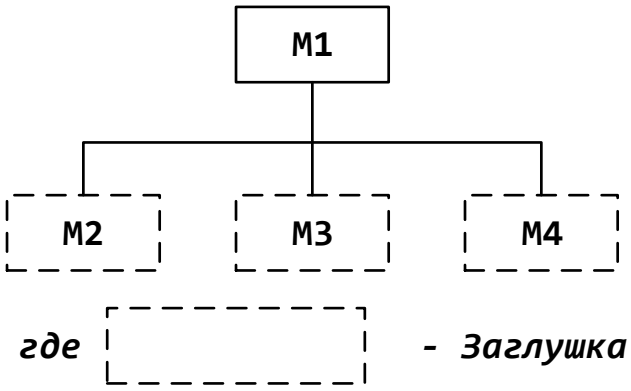
Технология модульного программирования базируется на следующих ***методах***:

- методы нисходящего проектирования (назначение – декомпозиция большой задачи на меньшие так, чтобы каждую подзадачу можно было рассматривать независимо.);
- методы восходящего проектирования.

«Для написания одного модуля должно быть достаточно минимальных знаний о тексте другого».

Д. Парнас (David Parnas) 1972 г.

Нисходящее проектирование программ и его стратегии.



На первом этапе разработки кодируется, тестируется и отлаживается головной модуль (M1), который отвечает за логику работы всего программного комплекса.
Остальные модули (M2, M3, M4) заменяются заглушками, ***имитирующими*** работу этих модулей.
На последних этапах проектирования все заглушки постепенно заменяются рабочими модулями.

Стратегии, на которой основана реализация:

- пошаговое уточнение (данная стратегия разработана Е. Дейкстрой);
- анализ сообщений (данная стратегия базируется на работах группы авторов: Иодана, Константайна, Мейерса).

Пример. Стратегия пошагового уточнения, основанная на использовании псевдокода.

Способы реализации пошагового уточнения.

1. Кодирование программы с помощью псевдокода и управляющих конструкций структурного программирования;
2. Использование комментариев для описания процесса обработки данных. Пошаговое уточнение требует, чтобы взаимное расположение строк программы обеспечивало читабельность всей программы.

Преимущества метода пошагового уточнения:

- основное внимание при его использовании обращается на проектирование корректной структуры программ, а не на ее детализацию;
- так как каждый последующий этап является уточнением предыдущего лишь с небольшими изменениями, то легко может быть выполнена проверка корректности процесса разработки на всех этапах.

Недостаток метода пошагового уточнения:

- на поздних этапах проектирования может возникнуть необходимость в структурных изменениях, которые повлекут за собой пересмотр более ранних решений.

Использование псевдокода.

Пример.

Пусть программа обрабатывает файл с датами.
Необходимо:
- отделить правильные даты от неправильных;
- отсортировать правильные даты;
- определить летние даты;
- вывести летние даты в выходной файл.

Первый этап пошагового уточнения. ***Задается*** заголовок программы, соответствующий ее основной функции:

Program Обработка_дат

Второй этап пошагового уточнения. ***Определяются*** основные действия:

```
Program Обработка_дат;
   Отделить_правильные_даты_от_неправильных *
   Обработать_неправильные_даты;
   Сортировать_правильные_даты;
   Выделить_летние_даты;
   Вывести_летние_даты_в_файл;
EndProgram.
```

Третий этап пошагового уточнения. ***Детализация*** фрагмента *:

```
Program Обработка_дат;
   While не_конец_входного_файла
   Do
      Begin
         Прочитать_дату;
         Проанализировать_правильные|неправльные_даты;
      End
   Обработать_неправильные_даты;
   Сортировать_правильные_даты;
   Выделить_летние_даты;
   Вывести_летние_даты_в_файл;
EndProgram.
```

и так далее.

Метод восходящей разработки

При восходящем проектировании разработка идет ***снизу-вверх.***

- ✓ На первом этапе разрабатываются модули самого низкого уровня.
- ✓ На следующем этапе к ним подключаются модули более высокого уровня и проверяется их работоспособность.
- ✓ На завершающем этапе проектирования разрабатывается головной модуль, отвечающий за логику работы всего программного комплекса.

Методы нисходящего и восходящего программирования имеют свои преимущества и недостатки.

Недостатки нисходящего проектирования:

- необходимость заглушек;
- до самого последнего этапа проектирования неясен размер всего программного комплекса и его характеристики, которые определяются только после реализации модулей самого низкого уровня.

Преимущество нисходящего проектирования – на самом начальном этапе проектирования отлаживается головной модуль (логика программы).

Недостаток восходящего программирования – головной модуль разрабатывается на завершающем этапе проектирования, что порой приводит к необходимости дорабатывать модули более низких уровней.

Преимущество восходящего программирования – не нужно писать заглушки.

На практике применяются оба метода. Метод нисходящего проектирования чаще всего применяется при разработке нового программного комплекса, а метод восходящего проектирования – при модификации уже существующего комплекса.

3. Стандарт оформления кода

> **Стандарт оформления кода** – набор правил и соглашений, используемых при написании исходного кода на некотором языке программирования.

Стандарт оформления кода (или стандарт кодирования, или стиль программирования) (англ. `coding standards`, `coding convention` или `programming style`).

Это набор соглашений, который принимается и используется некоторой группой разработчиков программного обеспечения для единообразного оформления совместно используемого кода.

Целью принятия и использования стандарта является упрощение восприятия программного кода человеком, минимизация нагрузки на память и зрение при чтении программы.

Стандарт оформления кода описывает:

- способы выбора названий и используемый регистр символов для имен переменных и других идентификаторов:
  - запись типа переменной в ее идентификаторе;
  - регистр символов (нижний, верхний, «верблюжий», «верблюжий» с малой буквы), использование знаков подчёркивания для разделения слов;
- стиль отступов при оформлении логических блоков – используются ли символы табуляции, ширина отступа;
- способ расстановки скобок, ограничивающих логические блоки;
- использование пробелов при оформлении логических и арифметических выражений;
- стиль комментариев и использование документирующих комментариев.

Вне стандарта подразумевается:

- отсутствие магических чисел;
- ограничение размера кода по горизонтали (чтобы помещался на экране) и вертикали (чтобы весь код файла держался в памяти);
- ограничение размера функции или метода – в размер одного экрана.

Рекомендации по стилю оформления кода в C++

Пробелы и отступы

После зарезервированных ключевых слов языка C++ следует ставить пробел.
Ставьте пробелы между операторами и операндами.
Отделяйте пробелами фигурные скобки, запятые и другие специальные символы.
Оставляйте пустые строки между функциями и между группами выражений.

Именование

Основные правила стиля кодирования приходятся на именование. Вид имени сразу же (без поиска объявления) говорит нам что это: тип, переменная, функция, константа, макрос и т.д. Правила именования могут быть произвольными, однако важна их согласованность, и правилам нужно следовать.

Общие принципы именования

- используйте имена, который будут понятны даже людям из другой команды;
- имя должно говорить о цели или применении объекта;
- не экономьте на длине имени;
- не используйте аббревиатур; исключение: допускаются только известные аббревиатуры;
- не сокращайте слова.

Отметим, что типовые имена также допустимы: `i` для итератора или счётчика, `T` для параметра шаблона.

Примеры:

```
firstName, homeworkScore
```

Выбирайте подходящий тип данных для переменных. Если переменная содержит лишь целые числа, то определяйте её как int, а не double.

```
int count;              // Глобальная переменная
```

```
void func1() {          // Плохая практика
  count = 42;
}
```

```
int func1() {           // Хорошая практика!
  return 42;
}
int main() {
  int count = func1();
}
```

Имена файлов

Имена файлов должны быть записаны только строчными буквами, для разделения можно использовать подчёркивание (_) или дефис (-). Используйте тот разделитель, который используется в проекте.

Имена типов

Имена пользовательских типов начинаются с прописной буквы, каждое новое слово также начинается с прописной буквы. Подчёркивания не используются:

```
MyExcitingEnum.
```

Имена переменных

Имена переменных (включая параметры функций) пишутся строчными буквами, возможно с подчёркиванием между словами (в одном стиле):

```
line, lineAccount
```

! Следует инициализировать переменные в месте их объявления.

Префикс n следует использовать для представления количества объектов:

```
nPoints, nLines       // Обозначение взято из математики
```

Переменным-итераторам следует давать имена

```
i, j, k               // и т.д.
```

Имена констант

Объекты объявляются как `const` или `constexpr`, чтобы значение не менялось в процессе выполнения. Имена констант константы пишутся в верхнем регистре. Подчёркивание может быть использовано в качестве разделителя.

```
OK, OUT_OF_MEMORY
```

Именованные константы (включая значения перечислений) должны быть записаны в верхнем регистре с нижним подчёркиванием в качестве разделителя.

Имена функций

Названия методов и функций должны быть глаголами, быть записанными в смешанном регистре, начинаться с прописной буквы (в нижнем регистре) и каждое слово в имени пишется с прописной буквы:

```
getName();
computeAverage();
findNearestVertex();
```

Именование пространства имён (namespace)

Пространство имен называется строчными буквами.

Пространство имён верхнего уровня – это обычно название проекта.

Имена перечислений

Перечисления должны именоваться либо как константы, либо как макросы:

```
enum TableErrors {
  OK = 0,
  OUT_OF_MEMORY = 1,
  SURPRISE = 2
};
```

Чрезмерность

Если вы используете один и тот же код дважды или более раз, то найдите способ удалить излишний код, чтобы он не повторялся.

Комментарии

Сложный код, написанный с использованием хитрых ходов, следует не комментировать, а переписывать!

Следует делать как можно меньше комментариев, делая код самодокументируемым путем выбора правильных имен и создания ясной логической структуры.

Эффективность

Вызывая большую функцию и используя результат несколько раз, сохраните результат в переменной вместо того, чтобы постоянно вызывать данную функцию.

```
int index = lineAccount;   // Хорошая практика
if (index >= 0) {
  return index;
}
```

```
if (lineAccount >= 0) {    // Плохая практика
  return lineAccount;
}
```

Оформление

Основной отступ следует делать в два пробела

```
for (i = 0; i < nElements; i++)
  a[i] = 0;
....
```

```
for (initialization; condition; update) {
  statements;
}
```

```
while (!done) {
  doSomething();
  done = moreToDo();
}
```

```
do {
  statements;
} while (condition);
```

Проектирование функции

Хорошо спроектированная функция имеет следующие характеристики:

- полностью выполняет четко поставленную задачу;
- не берет на себя слишком много работы;
- не связана с другими функциями бесцельно;
- хранит данные максимально сжато;
- помогает распознать и разделить структуру программы;
- помогает избавиться от лишней работы, которая иначе присутствовала бы в программе.

Рекомендации

При использовании операторов управления (if / else, for, while, других) всегда используйте {} и соответствующие отступы, даже если тело оператора состоит лишь из одной инструкции:

```
if (size == 0) {         // Хорошая практика
  return;
}
```

Возвращайте результаты проверки логического выражения (условия) напрямую:

```
return score1 == score2;                // Хорошая практика
```

```
if (score1 == score2) {                 // Плохая практика
  return true;
} else {
  return false;
}
```

Проверка значения логического типа:

```
if (x) {                // Хорошая практика
  ...
} else {
  ...
}
```

```
if (x == true) {                // Плохая практика
  ...
} else if (x != true) {
  ...
}
```