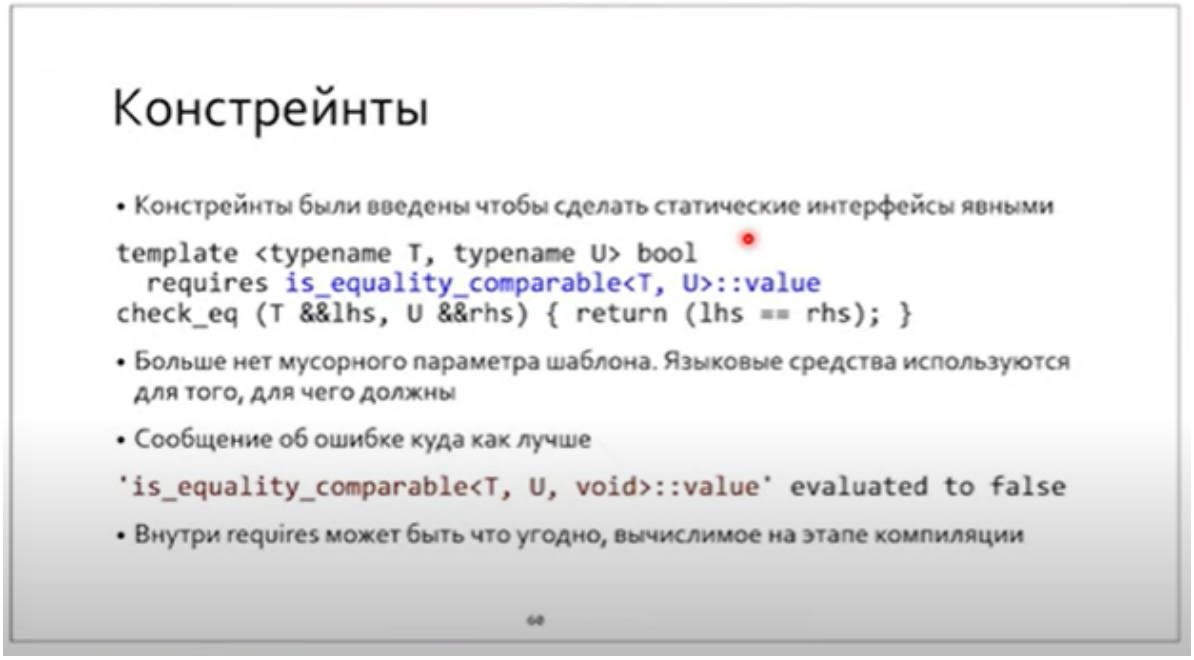
Lecture 28

Constraints

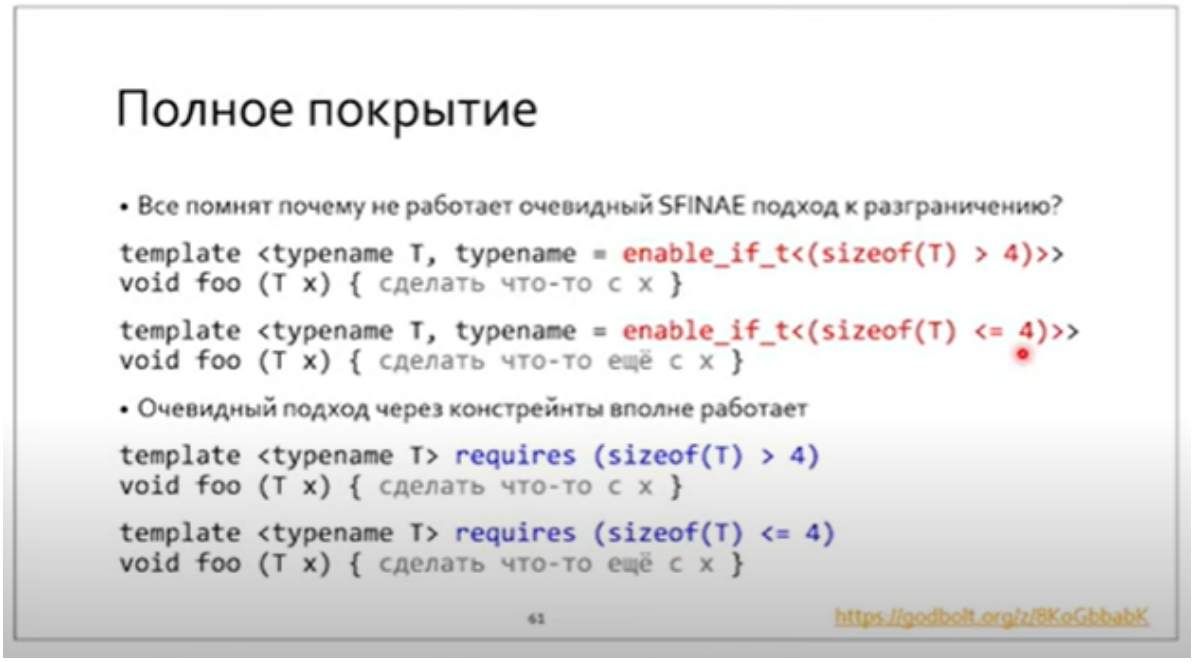


`requires` - означает проверку выражения на этапе компиляции. Если они выполнены, то инстанцирование происходит. Это есть "входные ворота" к инстанцированию. Оно зависит от `T, U`.

`is_equality_comparable` - проверка на операции эквивалентности.

Засчет SFINAE, отсутствие подходящего шаблона на этапе инстанцирования не ошибка. Но в случае с `requires` это не так.

Проблема ODR

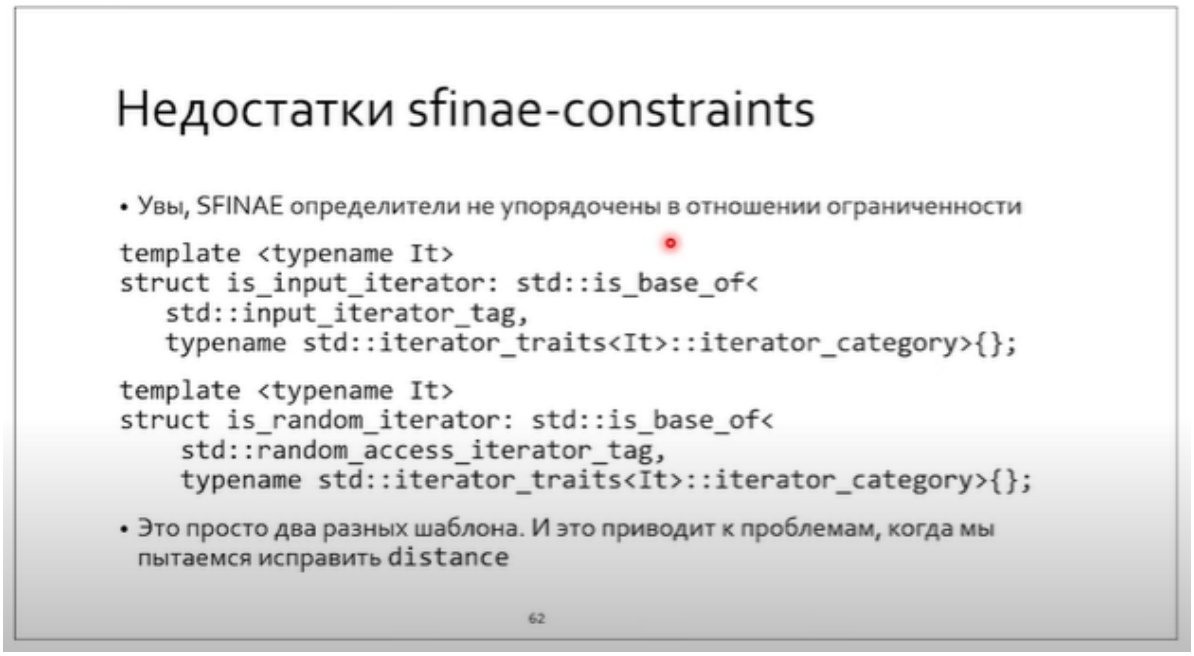


В красном случае значения по умолчанию не входят в манглирование, а значит первые две функции с точки зрения перегрузки идентичны. Получаем ошибку. Ее можно исправить так:

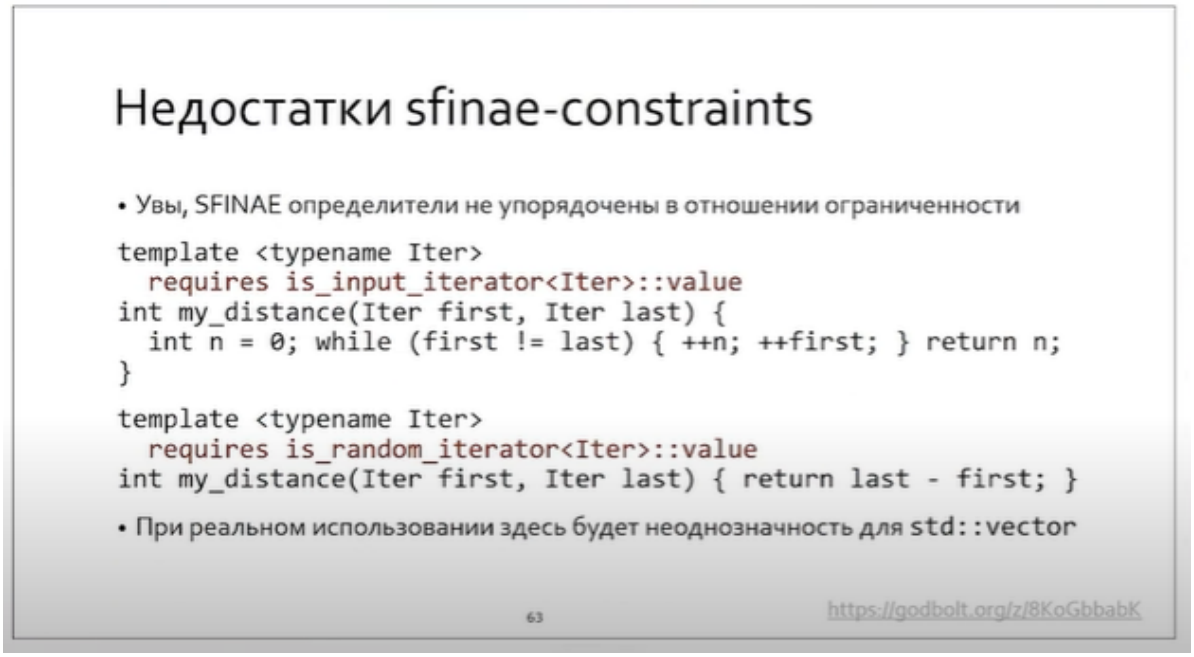
```
template <typename T, enable_if_t<(sizeof(T) > 4)>* = nullptr>
void foo(T x) { /* ... */ }

template <typename T, enable_if_t<(sizeof(T) <= 4)>* = nullptr>
void foo(T x) { /* ... */ }
```

Или использовать requires. Он входит в манглирование.

Недостатки `requires`

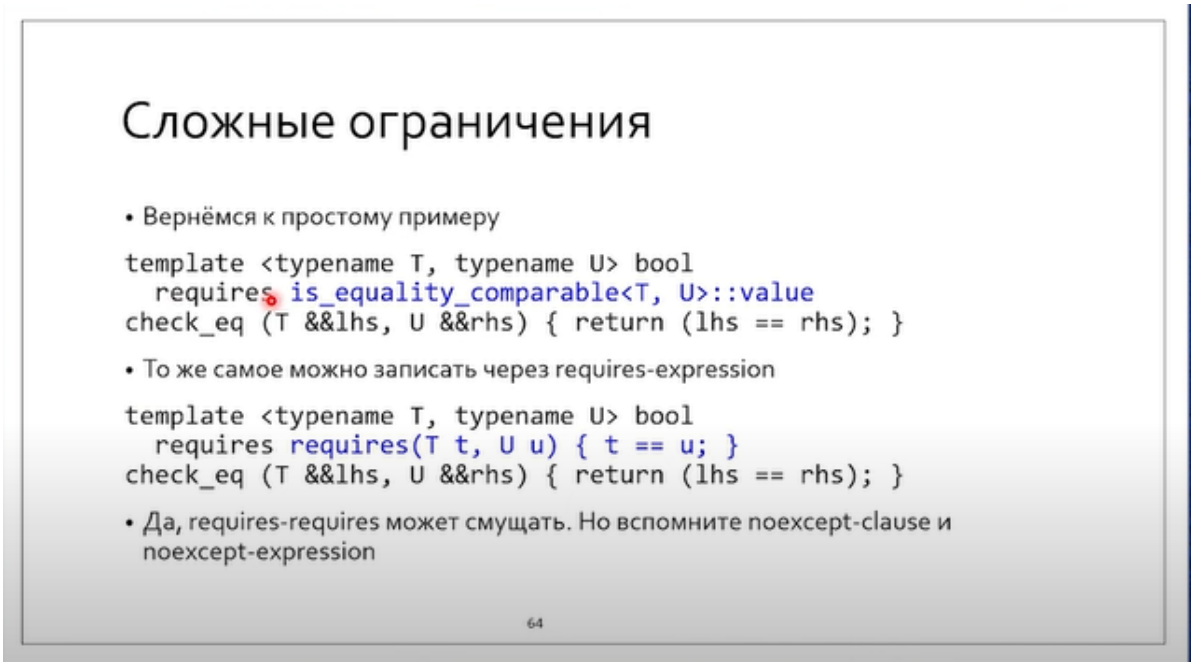


`is_base_of<Base, Derived>` - возвращает true, если `Base` is base of `Derived`.



По реализации `std::random_access_iterator_tag` наследует реализацию `std::input_iterator_tag`. Поэтому все, что удовлетворяет второй функции, также удовлетворяет первой. Но для `requires` не реализована приоритетность или отношение порядка. Поэтому код для `my_distance` выдаст ошибку.

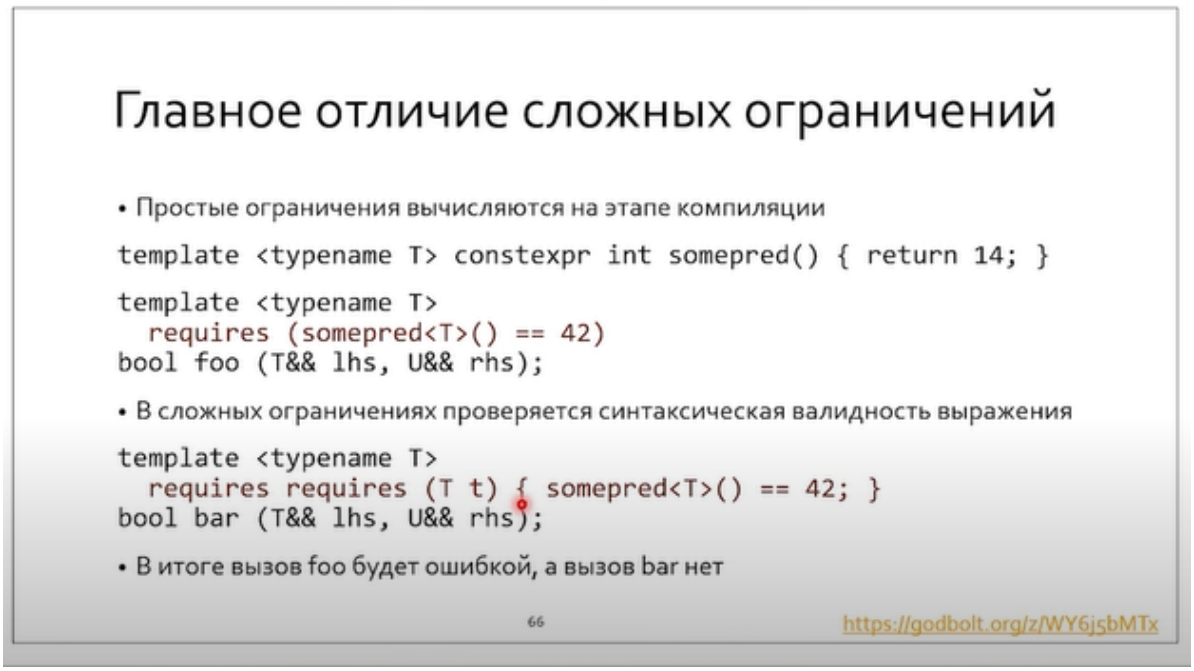
`Requires requires`



У `requires` две функции:

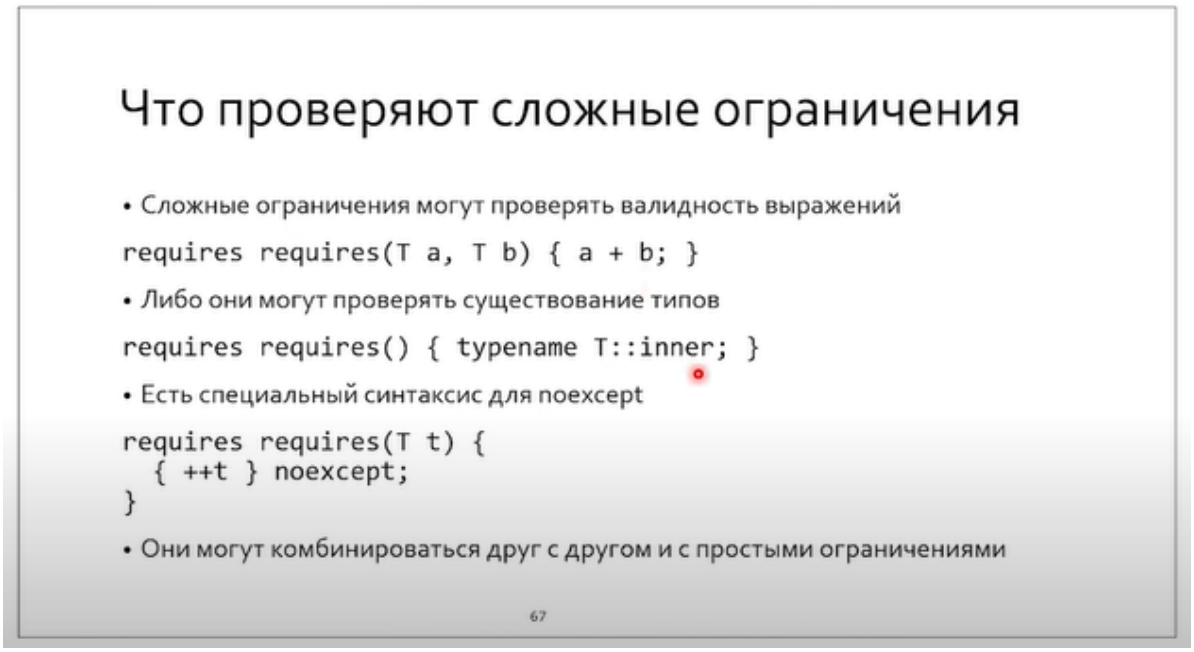
- Ограничение инстанцирования при использовании statement - ограничивает инстанцирование (превращает SFINAE в ошибку компиляции)
- `requires expression` - выражение, которое проверяет SFINAE условие, но в отличие от `constexpr` не выполняет предикат, а проверяет его семантическую корректность.

> SFINAE if: выражение либо ДА, либо провал подстановки
>
> Requires if: если expression семантически возможен, то он возвращает true, иначе - false



В первом случае проверяется `14 == 42`

Во втором случае проверяется валиднсть выражения `int == int`. При этом само выражение не выполняется.

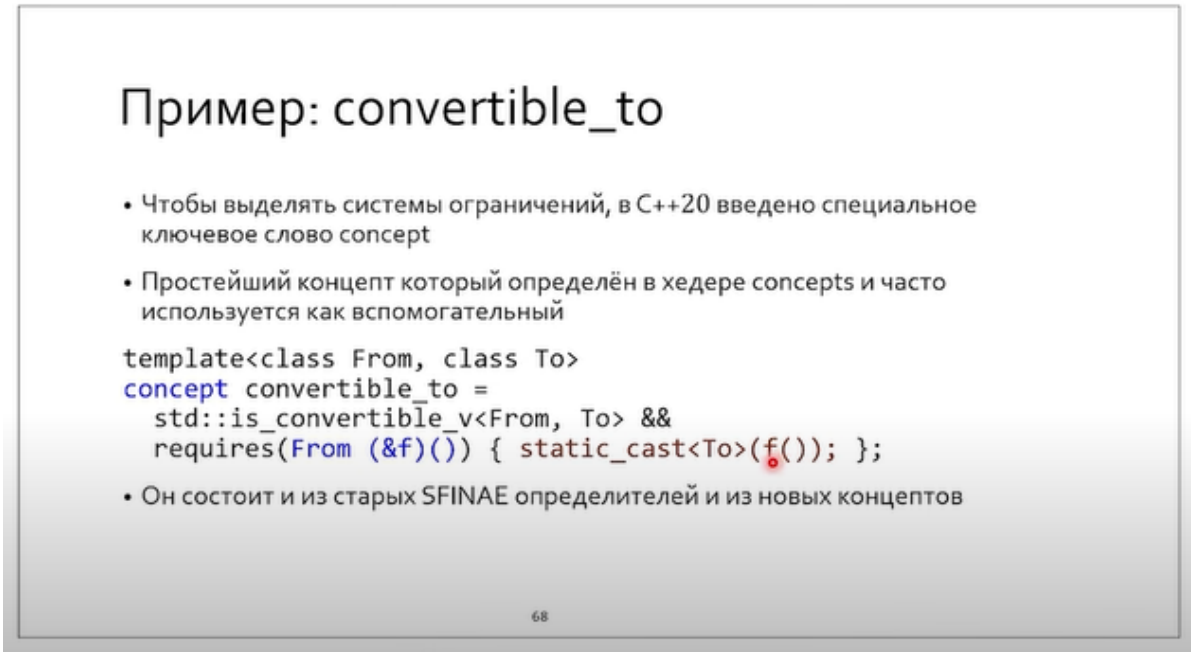


Концепты

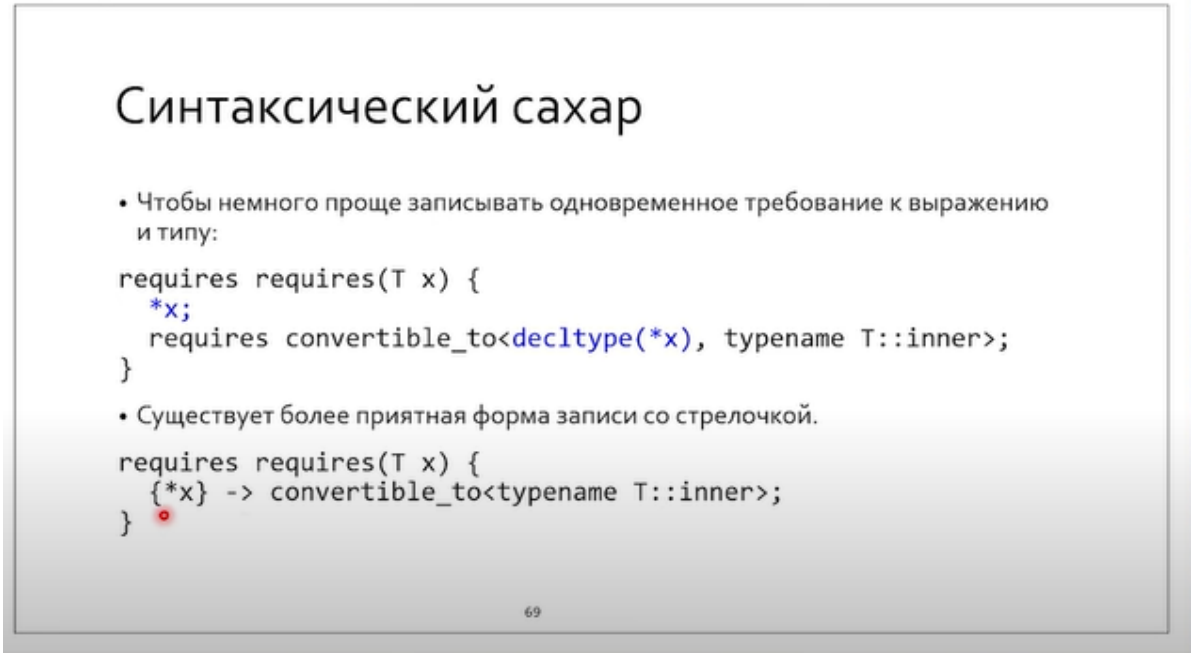
Концепт - булев предикат на этапе компиляции.

Чем он лучше той же `constexpr bool foo(cond);`?

Преимущество в том, что концепт можно складывать коньюктивными или дезъюнктивными условиями, представленными либо классическими SFINAE-конструкциями, либо requires-подобными.



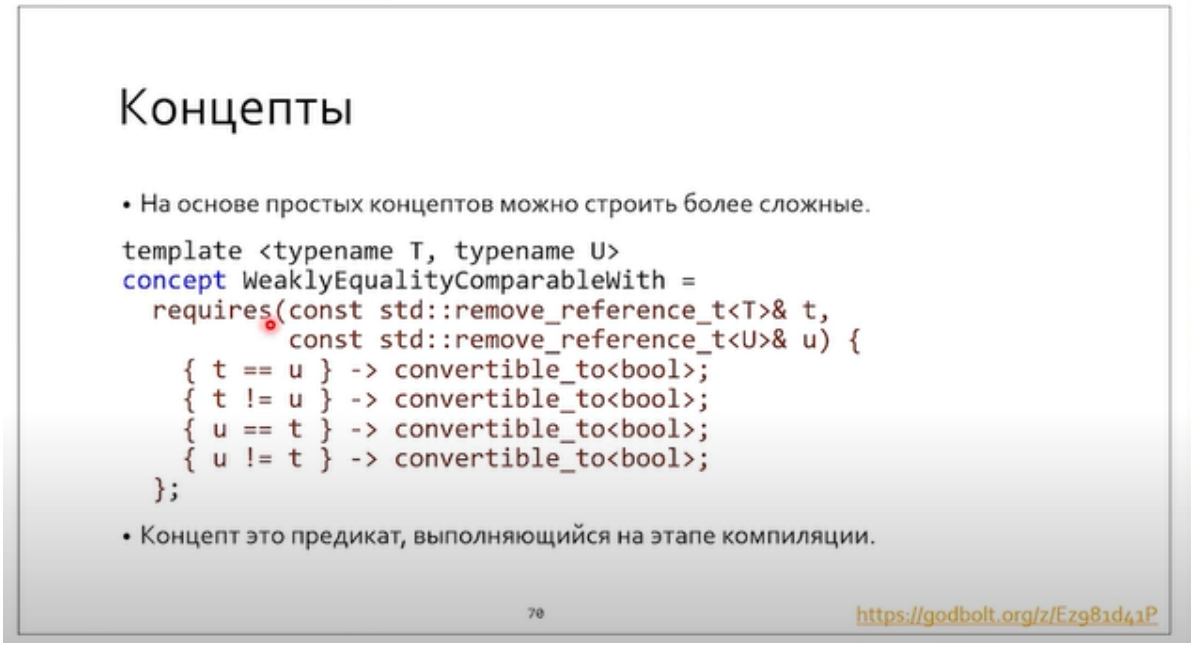
`convertible_to` не ошибочен, если определен static_cast (первое условие), и конвертация работает корректно. Принятие ссылки на функцию позволит избежать негативных `lval` эффектов.



После того, как концепт определен, он может быть использован внутри `requires`.

Requires-requires-requires не совсем эквивалентен вызову одного requires. В обоих случаях идет проверка на bool, но в первом мы имеем комплексный предикат вида `(valid && true)?`, т.е. выражение семантически валидно и оно удовлетворяет концепту. Это утверждение эквивалентно более лаконичной записи со стрелочкой (второй пункт).

Концепты могут быть *составными*. Сами концепты применимы под `requires`.



WeaklyEqualityComparable проверяет, что существуют семантические конструкциями с операторами, и их результат конвертируем в bool. Заметим, что каждый statement со стрелочкой является конъюнктом.

Далее мы этот концепт используем в requires.

```cpp
template <typename T, typename U>
requires WeaklyEqualityComparableWith<T, U>
bool foo(T x, U y) {
  if ((x == y) && (y != x)) {
    std::cout << "comparison is weak" << std::endl;
    return false;
  }
  std::cout << "comparison is strong" << std::endl;
  return true;
}
```

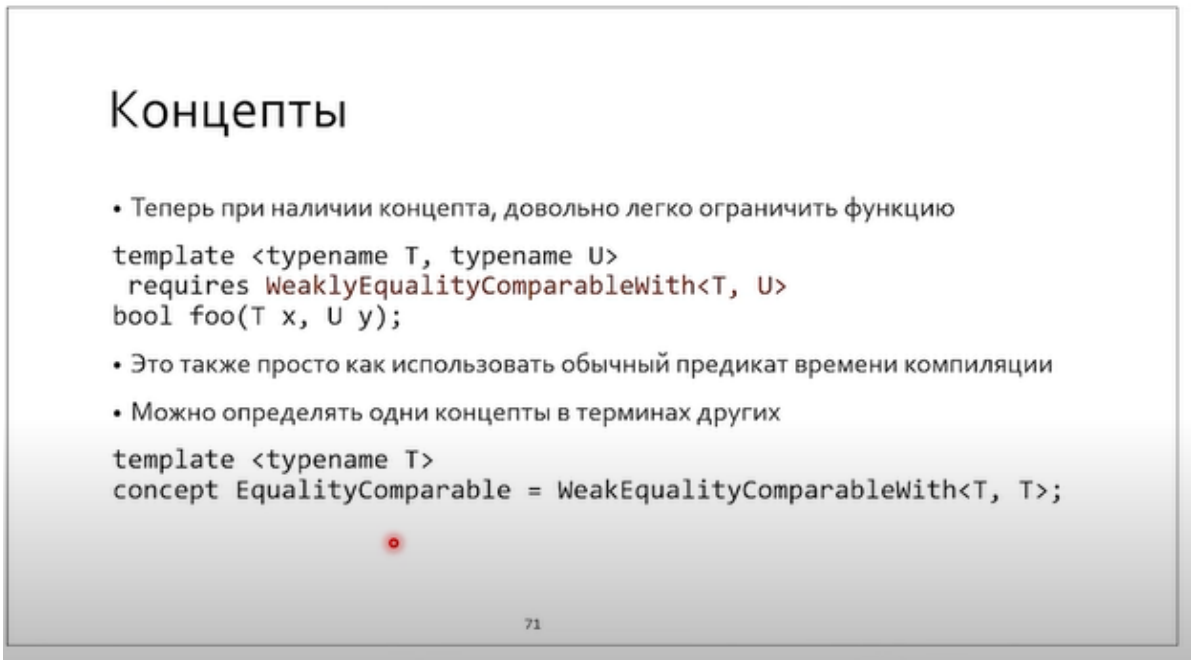
Структура, удовлетворяющая концепту:

```cpp
struct W {};

bool operator==(W, int) { return true; }
bool operator==(int, W) { return true; }
bool operator!=(W, int) { return true; }
bool operator!=(int, W) { return true; }
```

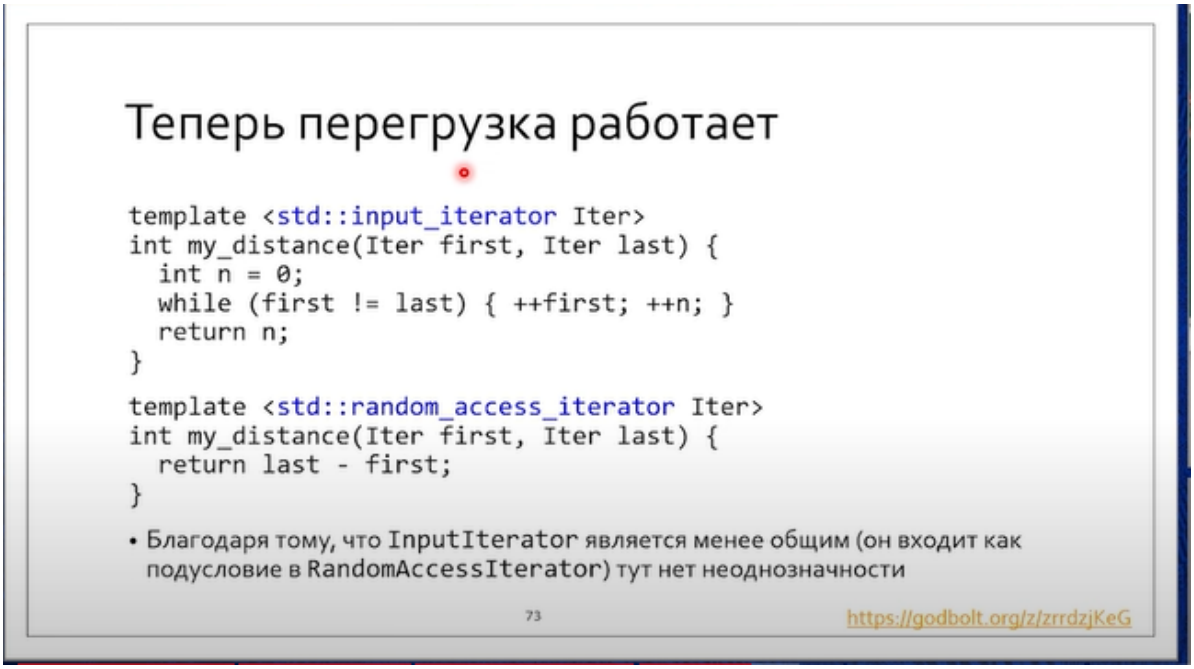
Структура, не удовлетворяющая концепту (`struct S`):

```cpp
int
main() {
#ifdef BAD
  struct S{};
  auto w = foo(S{}, 1); // wrong
#endif
  auto c1 = foo(1, W{}); // corr
  auto c2 = foo(1, 2); // corr
```

Важно. Для концептов не существует специализации! То, что изображено ниже, не является специализацией. Это совершенно новый концепт.



Сокращенные записи концептов:




```
template <std::input_iterator Iter>
<==>
template <typename Iter>
requires std::input_iterator<Iter>
```

А еще можно вот так:

```
std::input_iterator auto x; // все что угодно, являющееся input_iterator
```

35:28