ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ и СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Лекция 11

Обеспечение надёжности.

Обработка ошибок.

Обработка исключений.

https://do.ssau.ru/moodle/course/view.php?id=1375

https://do.ssau.ru/moodle/mod/forum/view.php?id=34435

Надежность ПС.

Показатели ***надежности*** характеризуют – *способность программного средства в конкретных областях применения выполнять заданные функции в соответствии с программными документами в условиях возникновения отклонений в среде функционирования, вызванных сбоями технических средств, ошибками во входных данных, ошибками обслуживания и другими дестабилизирующими воздействиями.*

Отказ в ПС – проявление в нем ошибки.

Надежное ПС не исключает наличия в ней ошибок.

Убедиться, что ПС обладает таким свойством можно при его испытании путем тестирования, а также при практическом применении.

Обеспечение надежности

Принципы и методы обеспечения надежности

- *Предупреждение ошибок*
  - принципы и методы, позволяющие минимизировать или вообще исключить ошибки
- *Обнаружение ошибок*
  - функции программного обеспечения, помогающие выявлять ошибки
- *Исправление ошибок*
  - функции программного обеспечения, предназначенные для исправления ошибок или их последствий
- *Обеспечение устойчивости к ошибкам*
  - способность ПС продолжать функционирование при наличии ошибок.

Предупреждение ошибок

Лучший способ обеспечить надежность — прежде всего не допустить возникновения ошибок.

Предупреждение ошибок — оптимальный путь к достижению надёжности программного обеспечения.

Методы предупреждения ошибок:

1. Методы, позволяющие справиться со сложностью, свести её к минимуму.
2. Методы достижения большей точности при разработке.
3. Методы улучшения обмена информацией.
4. Методы немедленного обнаружения и устранения ошибок.

Другие три группы методов опираются на предположение, что ошибки все-таки будут

Обнаружение ошибок

- Если предполагать, что в программном обеспечении какие-то ошибки все же будут, то лучшая (после предупреждения ошибок) стратегия — включить **средства обнаружения ошибок** в само программное обеспечение.
- Большинство методов направлено по возможности на незамедлительное обнаружение сбоев.
- Немедленное обнаружение имеет два преимущества: можно минимизировать как влияние ошибки, так и последующие затруднения для человека, которому придется извлекать информацию об этой ошибке, находить ее место и исправлять.

Меры по обнаружению ошибок

- *Взаимное недоверие.*
  - Каждая из компонент должна предполагать, что все другие содержат ошибки. Когда она получает какие-нибудь данные от другой компоненты или из источника вне системы, она должна предполагать, что данные могут быть неправильными, и пытаться найти в них ошибки.
- *Немедленное обнаружение.*
  - Ошибки необходимо обнаружить как можно раньше. Это не только ограничивает наносимый ими ущерб, но и значительно упрощает задачу отладки.
- *Избыточность.*
  - Все средства обнаружения ошибок основаны на некоторой форме избыточности (явной или неявной).

Исправление ошибок

- После того как ошибка обнаружена, либо она сама, либо ее последствия должны быть исправлены программным обеспечением.
- **Исправление ошибок самой системой** — плодотворный метод проектирования надежных систем аппаратного обеспечения. Некоторые устройства способны обнаружить неисправные компоненты и перейти к использованию идентичных запасных.
- Аналогичные методы неприменимы к программному обеспечению вследствие глубоких внутренних различий между сбоями аппаратуры и ошибками в программах.
- Если некоторый программный модуль содержит ошибку, идентичные «запасные» модули также будут содержать ту же ошибку.

Исправление ошибок или предупреждение ошибок ?

- Если методы ликвидации последствий сбоев не могут быть обобщены для работы со многими типами искажений, лучше всего направлять силы и средства на предупреждение ошибок.
- Вместо того чтобы, разрабатывая операционную систему, оснащать ее средствами обнаружения и восстановления цепочки искаженных таблиц или управляющих блоков, следовало бы лучше спроектировать систему так, чтобы только один модуль имел доступ к этой цепочке, а затем настойчиво пытаться убедиться в правильности этого модуля.

Устойчивость к ошибкам

- Методы этой группы ставят своей целью обеспечить функционирование программной системы при наличии в ней ошибок.

Они разбиваются на три подгруппы:

1. динамическая избыточность
2. методы отступления
3. методы изоляции ошибок.

Некоторые примеры

- **Проверка атрибутов любого элемента входных данных.**
  - Если входные данные должны быть числовыми или буквенными, проверьте это.
  - Если число на входе должно быть положительным, проверьте его значение.
  - Если известно, какой должна - быть длина входных данных, проверьте ее.
- **Проверка соответствия входных значений установленным пределам.**
  - Если входной элемент — адрес в основной памяти, проверяйте его допустимость. Всегда проверяйте поле адреса или указателя на нуль и считайте, что оно неверно, если равно нулю. Если входные данные — таблица вероятностей, проверьте, находятся ли все значения между нулем и единицей.
- **Проверка допустимости всех вариантов значений.**
  - Если входное ноле — код, обозначающий один из десяти районов, никогда не предполагайте, что если это не код ни одного из районов 1, 2, … 9, то это обязательно код района 10.

Обеспечение устойчивости

Самое худшее, что может сделать модуль, – это принять неправильные входные данные и затем вернуть неверный, но правдоподобный результат.

Защитное программирование – проверка его входных и выходных данных на их корректность в соответствии со спецификацией этого модуля, и создание обработчиков соответствующих исключительных ситуаций.

ЗП приводит к снижению эффективности ПС как по времени, так и по памяти.

Обработка ошибок

- Функция сообщает об ошибке возращением установленного значения. Каждый раз при вызове этих функций происходит проверка возвращаемых значений.

```
• if( somefunc() == ERROR_RETURN_VALUE )
  //обработка ошибки или вызов обработчика ошибок
  else
 //нормальная работа
• if( anotherfunc() == NULL )
  //обработка ошибки или вызов обработчика ошибок
  else
  //нормальная работа
• if( thirdfunc() == 0 )
  //обработка ошибки или вызов обработчика ошибок
  else
  //нормальная работа
```

Проблемы:

- Каждый вызов функции должен проверяться программой — увеличение объёма кода
- При использовании классов ошибки могут возникать и при неявном вызове функции, т.е. при работе конструкторов

Исключения

Исключения

— возникновение непредвиденных ошибочных условий

Обработка исключений

— стандартное языковое средство для реакции на аномальное поведение программы во время выполнения.

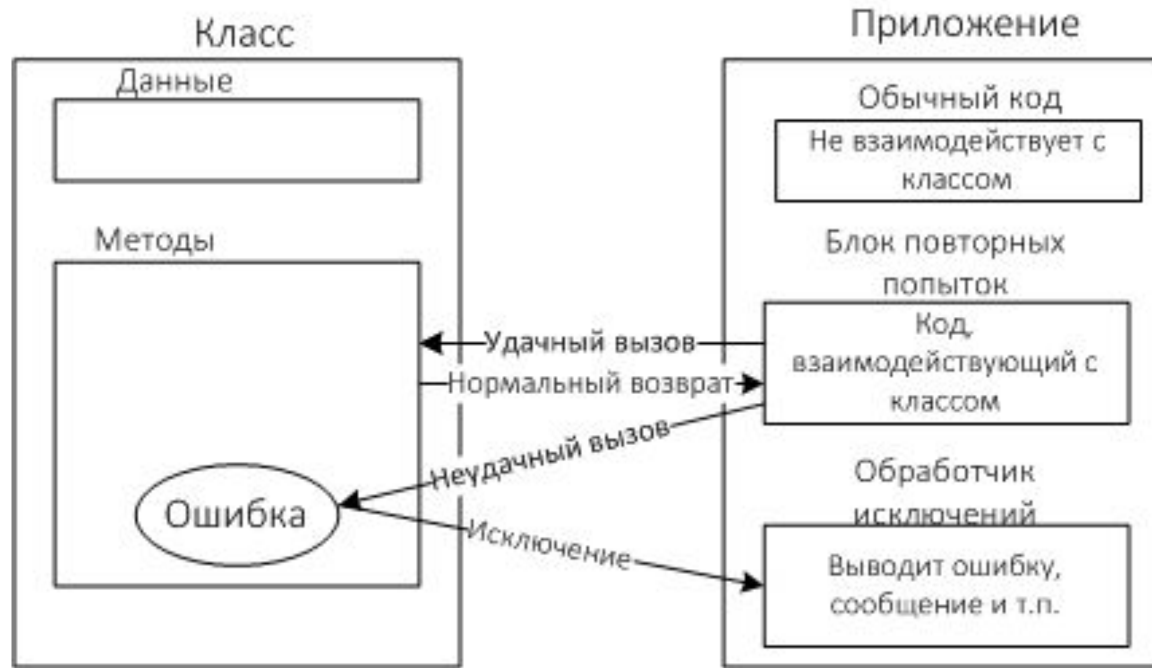
- Например, деление на ноль при операциях с плавающей точкой. Обычно эти условия завершают программу пользователя с системным сообщением об ошибке.
- C++ даёт программисту возможность восстанавливать программу из этих условий и продолжать её выполнение.
- Исключения устанавливается в блоке ***try***, используя выражение ***throw***.
- Исключение обрабатывается вызовом соответствующего обработчика ***catch***, который выбирается из списка обработчиков, находящегося сразу после их блока ***try***.

Синтаксис исключений

```
try {
// код, подлежащий контролю
// функции могут генерировать исключительные ситуации
// может содержать несколько оператор или целую программу
}
catch (тип1 аргумент) {
// перехват исключительных ситуаций
}
catch (тип2 аргумент) {
//
}
…
catch (типN аргумент) {
//
}
```

- С одним блоком **`try`** может быть связано несколько операторов **`catch`**.
- Из нескольких операторов выбирается оператор **`catch`**, тип аргумента которого совпадает с типом исключительной ситуации.
- Аргумент может быть объектом встроенного типа или класса

Механизм исключений



- Пусть приложение создает объекты некоторого кода и работает с ними
- Если метод обнаруживает ошибку, то он информирует приложение об этом или *генерирует исключительную ситуацию*
- Отдельная секция кода приложения содержит операции по обработке ошибок – *обработчик исключительных ситуаций,* который отлавливает исключения
- Код приложения, использующий объекты класса, заключается в *блок повторных попыток*

Обработка исключений

- Установленное выражение — статический, временный объект, который хранится до тех пор, пока не производится выход из ветви обработки особых ситуаций. Выражение захватывается обработчиком, который может использовать его значение.

```
VOID FOO()
{
    INT I ;
    THROW I;
}
MAIN()
    TRY {
        FOO();
        }
    CATCH(INT N) { . . . }
```

Значение целого числа, выданное через `throw i`, хранится до завершения работы обработчика с целочисленной сигнатурой `catch (int n)`. Это значение доступно для использования внутри обработчика в виде аргумента.

Обработка исключений

```
vect::vect(int n)
{   if (n < 1) throw (n) ;
    p = new int[n];
    if (p == 0) throw (”OUT OF MEMORY”);
}
void g(int m)
{   try { vect a(m); }
    catch (int n)
        { cerr « "SIZE ERROR " « n « endl;}
    catch (const char* error)
        { cerr « error « endl; abort();}
}
```

- При генерации исключительной ситуации управление передаётся оператору **catch**, а выполнение блока **try** прекращается. При этом блок **catch** не вызывается, а просто программа переходит к его выполнению.
- Обычно оператор **catch** пытается исправить ошибку. Если это возможно, то выполнение программы возобновляется с оператора, следующего за блоком **catch**. Однако часто ошибку исправить невозможно, и блок **catch** прекращает выполнение программы, вызывая **exit()** или **abort()**.

Синтаксис исключений — `throw`

```
throw исключительная ситуация;
```

- Оператор **`throw`** генерирует указанную исключительную ситуацию. Если в программе есть ее перехват, оператор **`throw`** должен выполняться либо внутри блока **`try`**, либо внутри функции, явно или неявно вызываемой внутри блока **`try`**.
- Исключительная ситуация может иметь любой тип, в том числе быть объектом класса, определённого пользователем
- Если генерируется исключительная ситуация, для которой не предусмотрена обработка, программа может прекратить свое выполнение. В этом случае вызывается стандартная функция **`terminate()`**, которая по умолчанию вызывает функцию **`abort()`**.

Синтаксис исключений — `try`

```
try  {// код, подлежащий
  контролю};
```

- Исключение может генерироваться вне блока **`try`** только в том случае, если оно генерируется функцией, которая содержит оператор **`catch`** и вызывается внутри блока **`try`**
- Блок **`try`** может находиться внутри функции. В этом случае при каждом входе в функцию обработка исключительной ситуации выполняется заново.

Синтаксис исключений — **catch**

- Код блока **catch** выполняется только при перехвате исключительной ситуации
- Если исключительные ситуации описываются с помощью базового и производных классов, оператор **catch**, соответствующий базовому классу, одновременно соответствует всем производным классам
- Если необходимо обрабатывать не отдельные типы исключительных ситуаций, а перехватывать все подряд, то применяется следующий вид оператора **catch**:

```
catch (...)
{
// обработка всех исключительных ситуаций
}
```

Демонстрация исключения bad_alloc

```
int main()
  {
  const unsigned long SIZE = 10000; //объем памяти
  char* ptr;                        //указатель на адрес в памяти
  try
    {
    ptr = new char[SIZE]; //разместить в памяти SIZE байт
    }
  catch(bad_alloc)                  //обработчик исключений
    {
    cout << "\n Исключение bad_alloc:”;
    cout << "\n невозможно разместить данные в памяти.\n";
    return(1);
    }
  delete[] ptr;                     //освободить память
  cout << "\n Память используется без сбоев. \n";
  return 0;
  }
```

Умный указатель

Будем использовать объект, хранящий указатель и освобождающий объект в своём деструкторе.

```
template<class T>
class auto_ptr {
public:
   auto_ptr(T *p = 0) {};
  ~auto_ptr() { delete ptr; }
private:
  T *ptr;
};
```

Домашнее задание: для класса «Умный указатель» добавить в определение класса обработку исключений.

Интеллектуальные указатели в стандартной библиотеке

- `std::unique_ptr`
  - если вы не собираетесь хранить несколько ссылок на один и тот же объект. Например, используйте его для указателя на память, которая выделяется при входе в некоторую область и освобождается при выходе из неё.
  - будет вызван деструктор объекта если указатель будет уничтожен, либо ему будет присвоено новое значение.
- `std::shared_ptr`
  - если вы хотите ссылаться на свой объект из нескольких мест.
  - будет вызван деструктор объекта если последний из указателей будет уничтожен, либо последнему указателю будет присвоено новое значение.
- `std::weak_ptr`
  - когда вы действительно хотите ссылаться на свой объект из нескольких мест - для тех ссылок, которые можно игнорировать и освобождать (поэтому они просто заметят, что объект исчез, когда вы попытаетесь разыменовать).