Технология проектирования программного обеспечения

- *Проектирование и методологии*
- *Методологии, ориентированные на обработку*
- *Методологии, ориентированные на данные*

Проектирование ПО

процесс создания проекта программного обеспечения (ПО), а также дисциплина, изучающая методы проектирования. Проектирование ПО является частным случаем проектирования продуктов и процессов.

Проектирование

- Проектирование — процесс определения архитектуры, компонентов, интерфейсов и других характеристик системы или её части (ISO 24765). Результатом проектирования является проект — целостная совокупность моделей, свойств или характеристик, описанных в форме, пригодной для реализации системы

Методы проектирования

Метод — это прием или способ действия с целью достижения желаемого результата. Его выбор зависит не только от вида решаемой задачи, но и индивидуальных черт разработчика (его характера, организации мышления, склонности к риску, способности принимать решения и нести за них ответственность и т. п.), условий его труда и оснащенности средствами оргтехники. Применение метода позволяет найти то или иное решение и, в итоге, *выбрать* окончательное.

Жизненный цикл ПО

Фаза жизненного цикла	Стадия разработки по ГОСТ 19.102-77 ЕСПД	Состояние ПО в конце фазы
1. Системный анализ: а) выработка требований; б) разработка спецификаций	Разработка технического задания	Функциональная архитектура
2. Проектирование: а) проектирование архитектуры; б) детальное проектирование	Эскизное проектирование Техническое проектирование	Системная архитектура
3. Реализация (конструирование): а) кодирование; б) интеграция; в) тестирование (сертификация)	Рабочее проектирование	Коды программ Программное средство
4. Внедрение: а) изготовление; б) установка на ЭВМ пользователя	Внедрение	Программный продукт Программное обеспечение
5. Эксплуатация	Эксплуатация	
6. Сопровождение	Сопровождение	

Длительность ЖЦ сложных программных средств

- 1) программы с малой длительностью эксплуатации – создаются в основном для решения научных и инженерных задач, для получения конкретных результатов вычислений; они содержат от 1 до 10000 команд, разрабатываются одним специалистом или малой группой, не предназначены для тиражирования и передачи; жизненный цикл таких программ не превышает 3-х лет, время эксплуатации практически равно 0;
- 2) программы с большой длительностью эксплуатации – создаются для регулярной обработки информации и управления; такие программы содержат от 1 до 1000000 команд, обладают свойством независимости от разработчика, возможностью модификации в процессе сопровождения и использования различными программистами, допускают тиражирование, сопровождаются документацией как промышленное изделие, являются отчуждаемыми; жизненный цикл таких программ составляет 10 – 20 лет, из них 70 – 90 % занимает время эксплуатации.

Функциональная спецификация включает в себя:

- цель программы;
- граничные условия;
- описание функции (что программа должна делать и что, возможно, она будет делать);
- спецификацию входных и выходных данных;
- верификационные требования (установление тестовых случаев);
- тип и количество документов.

Временные затраты «Системный анализ» – «Проектирование» – «Реализация»

- «Выработка требований» – 10 %;
  «Разработка спецификаций» – 10 %;
- «Проектирование» – 15 %;
  «Кодирование» – 20 %;
- «Автономное тестирование» – 25 %;
  «Комплексное тестирование» – 20 %.

Методы проектирования архитектуры

- На стадии проектирования архитектуры спецификации трансформируются в структуру системы. Методологии, используемые на этой стадии, делятся на две группы:
- ориентированные на обработку
- ориентированные на данные.

Методологии, ориентированные на обработку

- модульное программирование,
- проектирование с использованием потока данных,
- технология структурного анализа проекта,
- проектирование с использованием структур данных,
- метод HIPO

Модульное программирование. Основные концепции

- каждый модуль реализует независимую функцию;
- каждый модуль имеет единственную точку входа/выхода;
- размер модуля по возможности необходимо минимизировать;
- каждый модуль может быть спроектирован и закодирован различными членами бригады программистов и может быть отдельно протестирован;
- вся система построена из модулей.

Проектирование с использованием потока данных

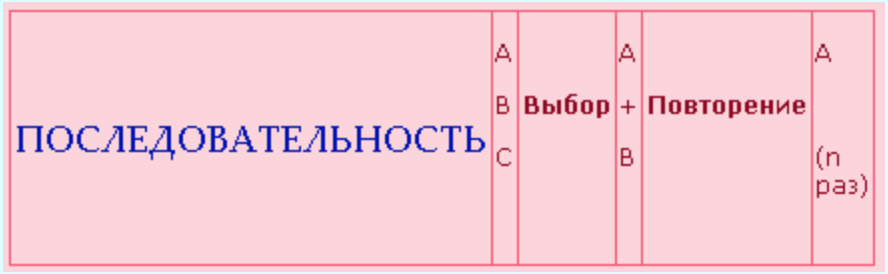
- идентифицируется поток данных, и отображается граф потока данных;
- идентифицируются входные, центральные и выходные преобразования;
- формируется иерархическая структура программы, использующая эти элементы;
- детализируется и оптимизируется структура программы, сформулированная на 3-м шаге.

Технология структурного анализа проекта SADT

- Основана на структурном анализе, предложенном Россом. *SA* – формальный графический язык, используемый для описания взаимосвязей между компонентами проекта, – иерархический набор диаграмм, причем каждый блок диаграмм раскрывается более детально с помощью другой диаграммы. Структура модели детализируется по мере разработки проекта.

Методология Варнье.

- три основные конструкции Дейкстры (последовательность, выбор, повторение данных) для построения структур данных, а в последствии также и структур программ.



Методологии, ориентированные на обработку

Методология Варнье.

- При проектировании используются четыре представления проекта:
- диаграммы организации входных и выходных данных;
- диаграммы логического следования – представление логического потока этих данных;
- список инструкций, содержащий команды, используемые в проекте;
- псевдокод для описания конечных результатов проектирования.

Методология Варнье.

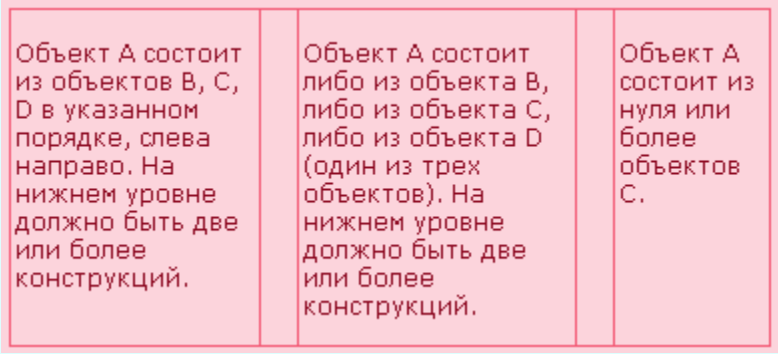
Методология Варнье может быть обобщена следующим образом:

- идентифицировать все входные данные системы;
- организовать входные данные в иерархическую систему;
- определить детальный формат каждого элемента входного файла и зафиксировать число их появлений;
- повторить шаги 1 – 3 для выходных данных;
- специфицировать детали программы, идентифицируя типы команд проекта в следующем порядке: чтение, ветвление, вычисление, выходы, вызовы подпрограмм;
- использовать диаграммы Варнье-Орра для показа логической последовательности инструкций;
- пронумеровать элементы логической последовательности и раскрыть их с помощью инструкций, записанных на шаге 5.

Методология Джексона.

Майкл Джексон в 1975 г. предложил представлять структуры данных и программ единым набором основных инструкций.

- Последовательность
- Выбор
- Повторение



Методологии, ориентированные на обработку

Методология Джексона.

Программа рассматривается как механизм, с помощью которого входные данные преобразуются в выходные. Действия при проектировании:

- идентифицировать и изобразить структуру входных данных и структуру выходных данных;
- изобразить структуру программы, соединяя изображения этих структурных элементов;
- определить операции, составляющие программу;
- превратить операции в текст программы.

Методология Джексона.

используется на следующих этапах проектирования:

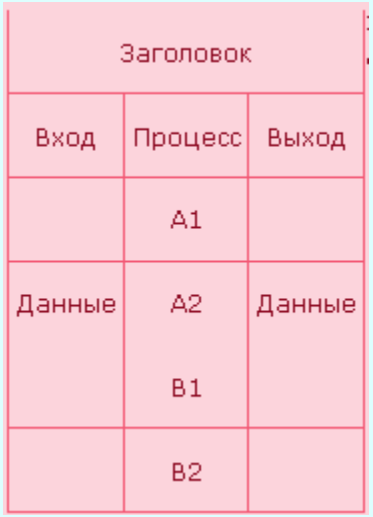
- спецификация системы – определение форм файлов или баз данных для моделирования информации, описание программ;
- проектирование системы;
- начальный этап тестирования.

Инструментальная поддержка методики Джексона:

- программные средства, ориентированные на автоматизацию разработки документации сопровождения (M.Jackson Systems Ltd, Англия);
- пакет TIP-CREATE (корпорация Technology Information Products, США), автоматизирующий применение методики и нотации Джексона в рамках всего жизненного цикла программ.

Метод HIPO

- Метод иерархических диаграмм, развитый фирмой IBM. HIPO – Hierarchical Input Process Output Diagrams.
- Проект программной системы строится или документируется как иерархическая совокупность HIPO-диаграмм.
- Каждая диаграмма задает один программный модуль.



Основные характеристики метода HIPO:

- 1) способность представлять связь между данными и процессом обработки;
- 2) возможность декомпозировать систему иерархически, не вовлекая излишние мелкие детали;
- 3) использование только трех элементов: вход, обработка, выход.

Основная процедура проектирования с использованием метода HIPO:

- начать с высшего уровня абстракции;
- идентифицировать вход, выход и обработку;
- соединить каждый элемент входа/выхода с соответствующей обработкой;
- документировать каждый элемент системы HIPO-диаграммой;
- детализировать диаграмму, используя шаги 1 – 4.

Объектно-ориентированная методология проектирования

- Основана на концепциях упрятывания информации и абстрактных типах данных.
- Решаемая задача осмысливается, чтобы выделить естественные для нее типы данных. Абстрактные типы отражают уровень обобщения решаемой задачи и включают в себя не только определения структур данных, но и определение всех операций над ними.
- Цель – обеспечить возможность работы с абстрактными структурами так же естественно, как с общепринятыми данными.
- Благодаря этому осуществляется стандартизация инструментальных средств программиста и упрощается процесс проектирования сложных программ.

Основные действия методологии ООП

1) определить проблему;

2) развить неформальную стратегию – последовательность шагов, удовлетворяющих требованиям к системе;

3) формализовать стратегию:

- идентифицировать объекты и их атрибуты;
- идентифицировать операции над объектами;
- установить интерфейсы;
- реализовать операции.

Методология, основанная на проектировании концептуальных баз данных

- Относится к классу методологий, ориентированных на данные, и призвана дать проектировщику методические указания в процессе преобразования спецификаций в концептуальную схему базы данных. Проектирование начинается с определения наиболее общих естественно возникающих классов объектов и событий предметной области. Далее осуществляются итерации – описываются подклассы уже представленных классов и взаимодействия в этих классах.

Детальное проектирование

- Все ранее рассмотренные методы работают на уровне проектирования архитектуры – на модульном уровне. Метод, используемый на кодовом уровне, известен как структурное программирование.

Структурное программирование

- В структурном программировании программист мыслит как конструктор, в распоряжении которого есть ограниченное количество вполне определенных типовых конструкций (структур), причем заданы правила их соединения (сочленение, вложение, разложение на составляющие).
- Структура – это либо оператор языка программирования, либо некоторая абстракция по управлению, используемая программистом.

Классические структуры:

- последовательность,
- выбор,
- итерация.

Структура имеет один вход и один выход и значительно упрощает (с помощью унификации) процесс конструирования программы.

Структурированными считаются программы, которые не имеют циклов с несколькими выходами, переходов внутрь циклов или условных операторов, выходов изнутри циклов или условных операторов. Благодаря строгости стало возможным ввести в программирование формальные методы проектирования, доказательства правильности, автоматического синтеза программ и тестов.

Эффективным способом декомпозиции является абстракция – игнорирование ряда подробностей для сведения задачи к более простой.

- ***Абстракция через параметризацию*** **(АП)** позволяет, используя параметры, представить фактически неограниченный набор различных вычислений одной программой, которая есть абстракция всех этих наборов. Аппарат формальных и фактических параметров процедур в языках высокого уровня осуществляет АП.
- ***Абстракция через спецификацию*** **(АС)** позволяет абстрагироваться от процесса вычислений, описанных в теле процедуры, до уровня знания того, что данная процедура должна в итоге реализовать. Это достигается путем задания для каждой процедуры спецификации, описывающей эффект ее работы. При этом смысл обращения к процедуре становится ясным через анализ ее спецификации, а не тела процедуры.

Можно определить два различных вида абстракции, каждый из которых использует оба способа абстракции:

- **процедурная абстракция (ПА)** позволяет расширить заданную некоторым языком виртуальную машину новой операцией;
- **абстракция данных (АД)** позволяет добавить к виртуальной машине новые типы данных, состоящие из набора объектов и набора операций, характеризующих поведение этих объектов.

Процедурная абстракция, понятие и преимущества процедурной абстракции

- Процедура есть отражение набора значений входных аргументов в выходной набор результатов с возможной модификацией входных значений. Набор входных или выходных значений
- Процедура объединяет в себе абстракцию через параметризацию и абстракцию через спецификацию, т.к. абстрагирует отдельную операцию. В АП мы абстрагируемся от конкретных используемых данных. АП определяется в терминах формальных параметров. Фактические данные связываются с этими параметрами при использовании абстракции. Значения конкретных данных несущественны, важны лишь их количество и тип. (или оба) могут быть пустыми.
- Параметризация позволяет обобщить модуль, в результате чего уменьшается размер программы и, следовательно, объем модификаций.

АС наделяет программу двумя свойствами:

- ***Локальность*** – возможность реализации абстракции без необходимости анализа реализации какой-либо другой абстракции. Принцип локальности позволяет создавать программу из абстракций, созданных различными программистами, работающими независимо друг от друга.
- ***Модифицируемость*** – изменения в реализации абстракции не влияют на программу в целом, если спецификации абстракций остаются прежними.

Спецификация процедурной абстракции

- **Формальные спецификации** имеют точно определенное значение.
- **Неформальные спецификации** легче читать и понимать, но точное их содержание не всегда может быть установлено.

Спецификация процедуры состоит из заголовка и описания функции.

- Заголовок содержит имя процедуры, количество, порядок и типы входных и выходных параметров. Информация в заголовке чисто синтаксическая.
- В семантической части описывается смысл выполняемых процедурой действий на естественном языке, возможно расширенном привычными математическими обозначениями. Семантическая часть спецификации состоит из трех предложений: *requires* (требует), *modifies* (модифицирует), *effects* (выполняет). Предложения *requires* и *modifies* могут быть опущены.

Примеры спецификаций процедурных абстракций:

Concat=**proc(***a,b: String***) returns**(*ab: String*)

effects По возврату *ab* есть новая строка, содержащая символы из *a* (в порядке их расположения в *a*), за которыми следуют символы из *b* (в порядке их расположения в *b*).

RemoveDupls=**proc(***a*: ***array***[*real*]**)**

modifies *a*

effects Удаляет из массива *a* все повторяющиеся элементы, порядок следования оставшихся элементов может измениться.

Search=**proc(***a*:***array***[*real*],*x*:*real*) ***returns***(*i*:*int*)

requires Массив *a* упорядочен по возрастанию.

effects Если элемент *x* принадлежит массиву *a*, то возвращается значение *i* такое, что *a*[*i*]=*x*; в противном случае возвращается значение *i* на единицу большее, чем значение верхней границы массива *a*.

Замечания по реализации процедурных абстракций.

- При реализации ПА могут быть оставлены неопределенными некоторые выполняемые процедурой функции. Такая процедура называется *недоопределенной* – для некоторых значений входных параметров на выходе вместо единственного правильного результата имеется набор допустимых результатов. Реализация может ограничивать этот набор одним значением, однако он может быть любым из числа допустимых.В спецификации должны быть оговорены все существенные для пользователя подробности, все остальные могут оставаться неопределенными.
- Процедура должна обладать хорошо определенным и легко объяснимым назначением, независимым от контекста ее использования.
- Частичная или общая абстракция? Общие процедуры (не имеют ограничений на входные параметры) являются более безопасными, чем частичные, так как неудовлетворение входных требований в частичной процедуре может привести к неверной работе программы. В свою очередь, частичные процедуры чаще более эффективны в реализации, чем общие. Критерии выбора между частичной и общей абстракцией:

  1) эффективность;

  2) корректное выполнение с меньшим числом потенциальных ошибок.

Более обобщенные (параметризованные) процедуры

- Процедура *Search* работает с произвольным массивом вещественных чисел. Она была бы более полезной, если бы смогла работать с массивами данных различного типа. Такого обобщения можно достичь, расширяя абстракцию через параметризацию и используя типы данных в качестве параметров. При этом некоторые значения параметров могут не иметь смысла, например, массив может быть отсортирован только в том случае, если элементы, принадлежащие к типу, упорядочены. Ограничения на параметры типа предполагают набор некоторых заданных операций над ними. Спецификация абстракции должна содержать эти ограничения в наборе *requires*.

Search=***proc***[*t*:*type*](*a*: ***array***[*t*],*x*:*t*) ***returns***(*i*: *int*)

requires *t* имеет операции: *equal*, *less*: *proctype*(*t*,*t*) ***returns***(*boolean*);
t упорядочивается через *less*, и массив *a* упорядочен по возрастанию через *less.*

effects Если элемент *x* принадлежит массиву *a*, то возвращается значение *i* такое, что *a*[*i*]=*x*; в противном случае – значение *i* на единицу больше, чем значение верхней границы массива *a.*

Абстракция данных. *Понятие абстракции данных*

- Процедурные абстракции дают нам возможность добавлять в базовый язык новые операции. Необходимость добавления в базовый язык новых типов данных удовлетворяется абстракцией данных.
- Область применения программы определяет набор новых типов данных. Например, при создании компилятора или интерпретатора полезны стеки и символьные таблицы, в аналитических вычислениях – полиномы, в матричной алгебре – векторы и матрицы. Новые типы данных должны включать в себя абстракцию через параметризацию и абстракцию через спецификацию. Смысл АП – использование параметров, АС – включение операций над типом в сам тип: абстракция данных = данные + операции.

Спецификация абстракции данных

Состоит из заголовка, определяющего имя типа и имена его операций, и двух секций – описания и операций:

- *Dname*=***data type is*** список операций
- ***Описание*** – описание абстракции данных
- ***Операции*** – спецификации всех операций над типом
- ***end*** *Dname*
- В секции описания также должно быть указано, изменяемый или неизменяемый это тип (операции изменяемого типа могут модифицировать тип).

Пример. Спецификация очереди целых чисел.

TQueue=***data type is*** *Create*, *Empty*, *Insert*, *Remove*, *Destroy*

Описание

Тип данных *TQueue* используется для хранения целых значений. Элементы включаются в очередь и исключаются из очереди только по принципу «первым пришел – первым обслужен». Тип изменяемый.

Операции

Create = ***proc***() ***returns***(*TQueue*)

effects Возвращает новую очередь без элементов в ней.

Empty = ***proc***(*q*: *TQueue*) ***returns***(*bool*)

effects Возвращает значение *true*, если в очереди *q* нет элементов, и значение *false* в противном случае.

Insert = ***proc***(*q*: *TQueue*; *NewValue*: *int*)

modifies *q*

effects Добавляет элемент со значением *NewValue* в конец очереди *q*.

Remove = ***proc***(*q*:*TQueue*) ***returns***(*int*)

requires Очередь *q* не пуста.

modifies *q*

effects Возвращает элемент из начала очереди *q* и удаляет этот элемент из очереди.

Destroy = ***proc***(*q*:*TQueue*)

modifies *q*

effects Удаляет из памяти очередь *q*.

end *TQueue*

Обсуждение реализации абстракции данных.

1. Изменяемость. Абстракции данных могут быть либо изменяемыми (списки, массивы), либо неизменяемыми (числа, полиномы). Это свойство типа, а не его реализации. Реализация же должна поддерживать это свойство абстракции.

2. Классы операций:

а) примитивные конструкторы – создают объекты соответствующего типа, не используя никаких объектов в качестве аргументов (операция Create очереди);

б) конструкторы – используют в качестве аргументов объекты соответствующего им типа и создают другие объекты того же типа, например операция копирования очереди:

Copy = ***proc***(*q*: *TQueue*) ***returns***(*TQueue*)

effects Возвращает копию очереди *q.*

в) модификаторы – модифицируют объекты соответствующего им типа (операции *Insert*, *Remove* для очереди); только изменяемые типы могут иметь модификаторы;

г) наблюдатели используются для получения информации об объекте; в качестве аргумента они используют объект соответствующего им типа, а возвращают аргумент другого типа, например операции *Empty* или *Size* для очереди.

3. Полнота типа данных. Тип данных является полным, если он обеспечивает достаточно операций для эффективной работы с объектами этого типа. В общем случае абстракция данных должна иметь примитивные конструкторы, наблюдатели и либо конструкторы (если она неизменяемая), либо модификаторы (если она изменяемая). Тип данных должен иметь достаточно большой набор операций для его использования.