ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ ПО (Л-7)

к.п.н., доцент Касаткин Д. А.
e-mail: kasatkinda@cfuv.ru

Обеспечения качества ПО

- Актуальный вопрос современной индустрии ПО – **обеспечение качества**
- Тенденции в образовании: от теории и технологий программирования к программной инженерии
- Наша цель: рассмотреть теоретические и практические вопросы обеспечения качества ПО на различных этапах жизненного цикла
- Все представляемые методы являются формальными – могут быть представлены с помощью некоторого формализма


Качество ПО
Функциональность
Способность к взаимодействию
Функциональная пригодность
Соответствие стандартам
Защищенность
Точность
Надежность
Зрелость
Способность к восстановлению
Соответствие стандартам
Устойчивость к отказам
Удобство использования
Соответствие стандартам
Удобство обучения
Привлекательность
Удобство работы
Понятность
Производительность
Соответствие стандартам
Временная эффективность
Эффективность использования ресурсов
Удобство сопровождения
Удобство изменений
Соответствие стандартам
Удобство проверки
Анализируемость
Стабильность
Переносимость
Адаптируемость
Удобство замены
Способность к сосуществованию
Соответствие стандартам
Удобство установки

Качество ПО

Стандарт ISO 9126 учитывает точки зрения

- Разработчиков – *внутреннее качество ПО*
- Руководства и аттестации ПО – *внешнее качество ПО*
- Конечных пользователей – *качество ПО при использовании.*
- Качество ПО включает
- 6 факторов
- 27 атрибутов – для качественной оценки факторов метрики или показатели – для количественной оценки атрибутов
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126

Функциональность

- **Функциональность** – способность ПО в определенных условиях решать задачи, нужные пользователям
- Функциональная пригодность – способность решать нужный набор задач
- Точность – способность выдавать нужные результаты
- Способность к взаимодействию, совместимость – способность взаимодействовать с нужным набором других систем
- Соответствие стандартам и правилам – соответствие ПО имеющимся стандартам, нормативным и законодательным актам, другим регулирующим нормам
- Защищенность – способность предотвращать неавторизованный и не разрешенный доступ к данным, коммуникациям и др

Надежность

- **Надежность** – способность ПО выполнять свои функции в заданных условиях
- Зрелость – величина, обратная частоте критических отказов, вызванных ошибками в ПО
- Устойчивость к отказам – способность поддерживать заданный уровень работоспособности при внутренних и внешних отказах
- Способность к восстановлению – способность восстанавливать определенный уровень работоспособности и целостность данных после отказа
- Соответствие стандартам надежности

Удобство сопровождения

- **Удобство сопровождения** – удобство проведения всех видов деятельности, связанных с сопровождение программ
- Удобство проведения анализа – удобство проведения анализа ошибок, дефектов и недостатков, а также удобство анализа необходимости изменений и их возможных последствий
- Удобство проверки – показатель, обратный трудозатратам на проведение тестирования и других видов проверки того, что внесенные изменения привели к нужным результатам
- Удобство внесения изменений – показатель, обратный трудозатратам на выполнение необходимых изменений
- Стабильность – показатель, обратный риску возникновения неожиданных эффектов при внесении необходимых изменений
- Соответствие стандартам удобства сопровождения

Эффективность

- **Эффективность** (производительность) – свойство ПО при заданных условиях обеспечивать необходимую работоспособность по отношению к выделяемым ресурсам
- Временная эффективность – способность ПО решать определенные задачи за отведенное время
- Эффективность использования ресурсов – способность решать нужные задачи с использованием заданных объемов ресурсов определенных видов (ресурсоемкость) Соответствие стандартам производительности

Удобство использования

- **Удобство использования** – способность ПО быть удобным в обучении и использовании
- *Понятность* – показатель, обратный к усилиям, которые затрачиваются пользователями на восприятие основных понятий ПО и осознание способов их использования для решения своих задач
- *Удобство обучения* – показатель, обратный к усилиям, затрачиваемым пользователями на обучение работе с ПО Удобство работы – показатель, обратный трудоемкости решения пользователями задач с помощью ПО
- *Привлекательность* – способность ПО быть привлекательным для пользователей
- Соответствие стандартам удобства использования

Переносимость (мобильность)

- **Переносимость** (мобильность) – способность ПО сохранять работоспособность при переносе из одного окружения в другое
- (аппаратное, программное окружение)
- Адаптируемость – способность ПО приспосабливаться к различным окружениям без специальных действий
- Удобство установки – способность ПО быть установленным или развернутым в определенном окружении
- Способность к сосуществованию – способность ПО сосуществовать в общем окружении с другими программами, разделяя с ними общие ресурсы
- Удобство замены другого ПО данным – возможность применения данного ПО вместо других программных систем для решения тех же задач в определенном окружении Соответствие стандартам переносимости

Оценочные характеристики качества:

- Для оценки различных свойств процесса создания программного продукта, а также и самого продукта, **применяются количественные характеристики, называемые мерами**
- Путем **непосредственного измерения определяются опорные свойства**.
- Остальные свойства оцениваются путем вычисления функций от опорных значений. Такие функции **называются метриками.**

Размерно-ориентированные метрики

- Размерно-ориентированные метрики Основаны на **LOC-оценках**, т.е. на **количестве строк в текстах программ** (**Lines Of Code (LOC)**). К числу размерно-ориентированных метрик относятся:
- производительность
- качество
- удельная стоимость
- документированность

Метрики производительности и качества

- Метрики производительности и качества рассчитываются в виде следующих отношений:

Производительность = [число строк кода(LOC)] / [Затраты]

- где затраты измеряются в человеко-месяцах *(работа одного человека в течении месяца)*

Качество = [число ошибок] / [число строк кода(LOC)]

Метрики стоимости и документированности

Удельная Стоимость = [Стоимость в тыс. рублей] / [число строк кода(LOC)]

Документированность = [число страниц документации] / [число строк кода(LOC)]

Достоинства и недостатки Размерно-ориентированные метрик

Достоинства:

- основаны на объективных данных
- просты и легко вычислимы

Недостатки:

- зависят от языка программирования
- трудновыполнимы на начальной стадии проекта
- не приспособлены к непроцедурным языкам программирования

Функционально-ориентированные метрики (FP-оценки)

Исходят **не из размера программного продукта, а из его функциональности**.
Оценивают:

- характер пользовательского интерфейса
- сложность выполняемой обработки
- распространенность используемой конфигурации
- степень сложности инсталляции
- условия эксплуатации
- степень модифицируемости

FP-оценки

Вместо количества строк в текстах используется количество функциональных указателей (Function Points)

следующая формула **FP=UI*(0.65+0.01*E[F(i)])**

где =

- **UI** - оценка сложности пользовательского интерфейса,
- **F(i)** ("эф итое") – коэффициенты регулировки сложности, основанные на эмпирической оценке ряда системных параметров и принимающие целые значения в диапазоне от 0 до 5.
- **E[F(i)** - сумма всех коэффициентов по i параметру.

FP-оценки

К числу параметров, учитываемых коэффициентами регулирования сложности относятся:

- объем используемых средств передачи данных
- степень распределенности обработки
- степень распространенности используемой аппаратной платформы
- степень жесткости требований к производительности
- частота выполнения транзакций

FP-оценки

Кроме того учитываются:

- процент информации, вводимой в режиме on-line
- сложность обработки данных, наличие значительной логической и математической обработки
- легкость инсталляции
- степень переносимости
- степень модифицируемости

Область применения метода функциональных указателей ((Function Points) – **коммерческие информационные системы**

- **Для продуктов с высокой алгоритмической сложностью** *(системного и встроенного ПО, ПО реального времени)* используется **метод указателей свойств *(Features Points)***.
  При расчете **указателя свойств** учитывается **количество используемых в ПО алгоритмов**

  Функционально-ориентированные метрики

- Функционально-ориентированные метрики **аналогичны соответствующим размерно-ориентированным метрикам *с точностью до замены =***
- параметра длины на количество функциональных указателей
- или указатель свойств в зависимости от выбранного метода FP-оценки

Достоинства и недостатки Функционально-ориентированных метрик

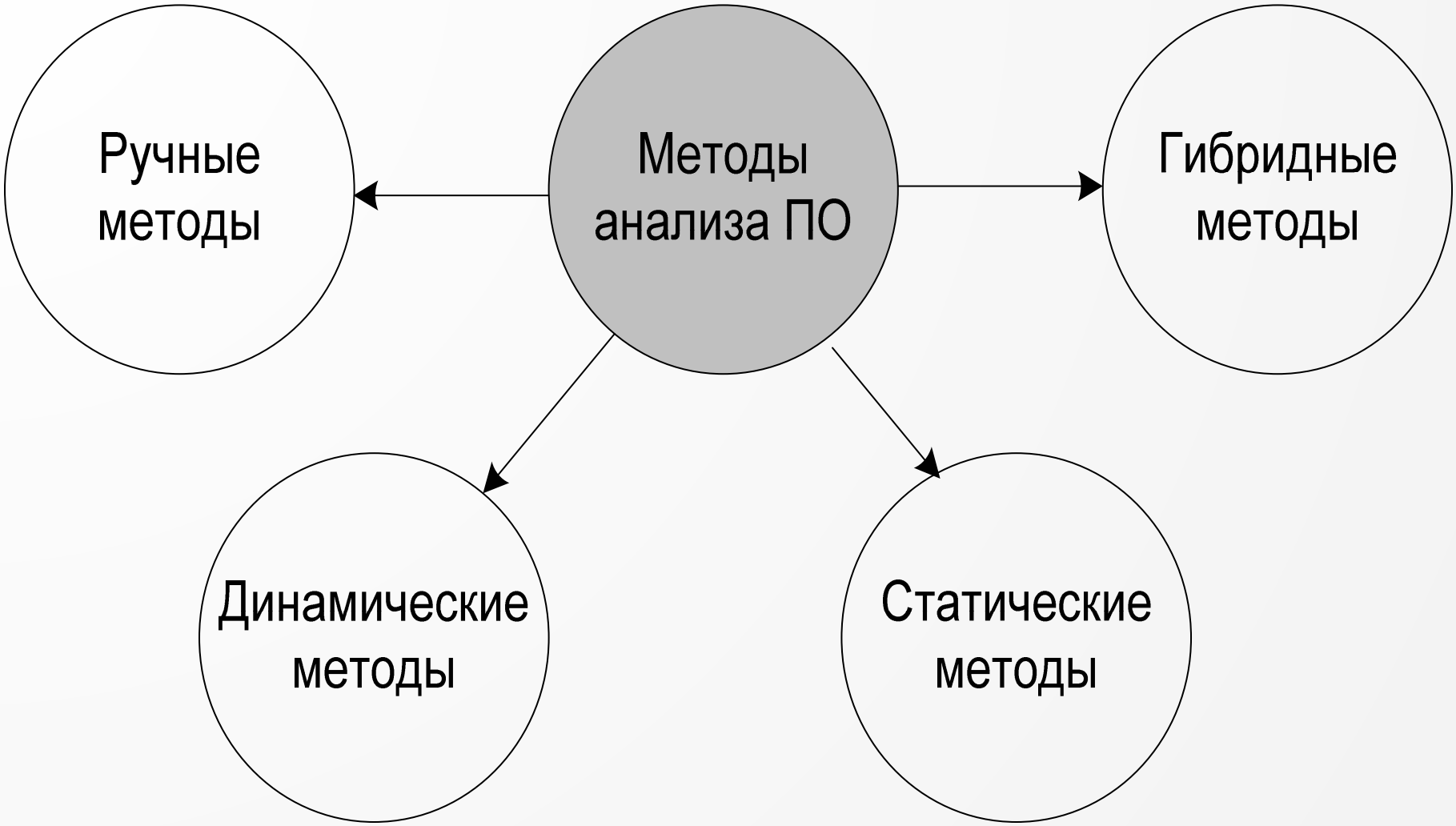
Достоинства:

- не зависят от выбора языка программирования
- вычисляются на любой стадии проекта

Недостатки:

- используют не прямые, а косвенные измерения
- основаны на субъективных оценках

Методы анализа ПО



Ручные методы

- Персональные проверки
- Аудит кода
- Парное программирование
- Ручная верификация

НЕ НАШИ МЕТОДЫ!!!

Динамические методы

- **Динамическиеметоды** используют результаты выполнения программы Тестирование
- Модульное
- Системное
- Нагрузочное
- Мониторинг
- Профилирование
- Анализ трасс выполнения

Статические методы

- **Статическиеметоды** используют различные артефакты получаемые в процессе проектирования ПО (требования, спецификации, исходные код программы)
- Методы формальной верификации
- Дедуктивная верификация
- Верификация на основе проверки моделей
- Статический анализ исходного кода

Гибридные методы

- **Гибридныеметоды** используют несколько разных методов
- Создание тестов на основе статического анализа
- Статический анализ для автоматического формирования моделей, для которых применяются формальные методы проверки моделей
- Уточнение результатов статического анализа с помощью методов проверки моделей
- Комбинирование результатов статического анализа и тестирования для повышения точности результатов

Методы повышения качества

- Методы повышения надежности
- Динамические, на основе тестирования, анализа трасс выполнения и др.
- Статические, на основе статического анализа и верификации
- Методы улучшения функциональности
- Динамические, на основе тестирования, анализа трасс выполнения и др.
- Статические, на основе методов формальной верификации

Методы оценки качества

- Методы оценки надежности
- Динамические, на основе прогнозных моделей
- Статические, на основе метрик сложности и обнаружения дефектов
- Архитектурные, на основе анализа архитектуры ПО и надежности отдельных компонентов
- Методы оценки функциональности
- Динамические, на основе тестирования программы
- Статические, на основе методов формальной верификации
- Методы оценки эффективности
- Динамические, на основе профилирования
- Статические, на основе анализа возможных путей выполнения

Надежность ПО

- Надежность ПО является одной из важнейшей характеристик качества
- **Надежность ПО** – вероятность его работы без отказов в течении периода времени, рассчитанная с учетом стоимости каждого отказа (Майерс)
- Надежность ПО должна учитывать не только частоту проявления ошибок, но и серьезность их последствий для пользователя системы.
- Оценивать и повышать надежность можно на любой стадии проектирования, на основе одного или нескольких представлений программы, при этом можно говорить только о надежности исполняемой программы

Требования к надежности ПО

Для каждой программы можно определить необходимый уровень надежности

Назначение	Область применения	Требования к надежности
Программа, демонстрирующая возможности транзакций	Курс лабораторных работ по предмету «Базы данных»	Время работы – единицы минут, корректно работает при заранее определенных действиях пользователя
Программа расчета заработной платы	Финансовый отдел предприятия	Время работы – десятки часов, устойчива к любым действиям пользователя, обеспечивает восстановление данных после сбоя.
Программа управления срабатыванием подушки безопасности	Автомобиль	Время работы – десятки тысяч часов, устойчива к любым внешним воздействиям, определяет случаи перехода в нерабочее состояние.
Программа управления опасным объектом	Промышленность, авиация и космос, ВС	???

Причины ненадежности

- Основными источниками ненадежности аппаратных систем являются внешние факторы, обычно неподвластные человеку:
- скачки напряжения питания; электромагнитное излучение; радиация;
- …
- **Источником ненадежности программ являются ошибки, сделанные разработчиками программ, на разных стадиях проектирования**
- Будем считать программу правильной, если она не содержит ошибок разработчиков, такая программа не дает неверных результатов
- **Абсолютно надежна**

Источники ошибок в ПО

- Что такое ошибка в программе ?
- Если программа не соответствует
- **Спецификации** – в ней то же могут быть ошибки
- Неформальным требованиям пользователя – пользователь может не учесть всех возможных ситуаций или неправильно сформулировать свои требования, у программы может быть много пользователей с различными требованиями
- Непредусмотренные входные данные и воздействия
- Ошибки окружения программы – некорректная работа другого ПО и аппаратуры
- Является ли луна вражеским объектом ? Одна из первых компьютерных систем противовоздушной обороны США (60-е годы) в первое же дежурство подняла тревогу, приняв восходящую из-за горизонта Луну за вражескую ракету, поскольку этот «объект» приближался к территории США и не подавал сигналов что он «свой»

Определение надежной программы

- В программе имеется ошибка, если она не выполняет действия, которые ожидает от нее некий абстрактный пользователь(эксперт), в том числе и при недопустимых внешних воздействиях и входных данных, а также при отказах другого ПО и сбоях и отказах аппаратуры.
- Наличие ошибки – функция самой программы и нереализованных ожиданий ее пользователей (Майерс)
- Из этого определения следует:
- Программа не имеющая ошибок может давать неверные результаты, однако стремится минимизировать возможный ущерб
- Такой программы не существует

Ошибки в программах

- **Ошибкиимеются практически во всех программах** Для программ на языке C в среднем
- **0,25 ошибокна 1 KLOC**
- Примерно 45% ошибок являются критическими
- В ядре ОС Android (765 KLOC) найдено 359 ошибок*

- * Coverity Scan: 2010 Open Source Integrity Report

Последствия ошибок в программах

- Переоблучение больных из за ошибки в программе управления радиотерапевтической установкой
- Печально известная ошибка в линейном ускорителе Therac-25 стала причиной гибели нескольких больных, получивших смертельные дозы радиации во время лечения, проводимого с июня 1985-го по январь 1987 года в нескольких онкологических клиниках в США и Канаде. Эти дозы, как было оценено позже, более чем в 100 раз превышали те, что обычно применяются при лечении. Частично причиной этих несчастий стала ошибка типа race condition.

Последствия ошибок в программах

Авария при запуске французской ракеты «Ариан-5» (1996)
на 37-й секунде полёта компьютер, находившийся на борту ракеты, получил от датчиков системы управления неверную информацию о пространственной ориентации ракеты. Исходя из этой информации, компьютер начал корректировать траекторию полёта для того, чтобы компенсировать несуществующую на самом деле погрешность. Ракета стала отклоняться от курса, что привело к возрастанию нагрузок на её корпус. В результате чрезмерных нагрузок верхняя часть ракеты отвалилась, и по команде земли

Последствия ошибок в программах

- Неудача при запуске первого американского спутника к Венере

Единственная ошибка в программе на Фортране – вместо требуемой в операторе запятой программист поставил точку. В результате

Потеря связи с космической станцией «Фобос-1»

Произошла из-за ошибочной команды, переданной с Земли на бортовой компьютер

Ошибка не учета отрицательной высоты

- При полетах над Мертвым морем американских самолетов произошла ошибка деления на ноль что привело к перезагрузке системы
- Падение спутников системы ГЛОНАСС
- Три спутника навигационной системы ГЛОНАСС упали в Тихий океан недалеко от Гавайских островов вскоре после их запуска. Причина аварии была признана ошибка в программировании, которая привела к тому, что в ракету залили неправильное количество топлива.

Фобос-Грунт

«… никаких фатальных ошибок и дефектов при создании станции обнаружено не было". Причиной возникновения "нештатной ситуации", установили специалисты, стал "перезапуск двух полукомплектов устройства ЦВМ22 БВК, выполнявших на этом участке полета управление КА "Фобос-Грунт"…

Рекомендуемая литература

- Paul Ammann, Jeff Offutt. Introduction to Software Testing. -- Cambridge University
- Press, 2008
- Cem Kaner, Jack Falk, Hung Q. Nguyen. Testing Computer Software. -- Wiley, 1999 Ю.Г. Карпов. Model Checking. Верификация параллельных и распределенных программных систем -- БХВ-Петербург, 2010
- Doron A. Peled. Software Reliability Methods. -- Springer, 2001
- Nielson F., Nielson H.R., Hankin C. Principles of Program Analysis. Springer, 2005
- M.R. Lyu Handbook of Software Reliability Engeneering. McGraw-Hill publishing, 1995
- Г.Майерс. Надежность программного обеспечения, 1980
- В. Кулямин. Методы верификации программного обеспечения – http://www.sciinnov.ru/icatalog_new/entry_62322.htm