Основы программной инженерии

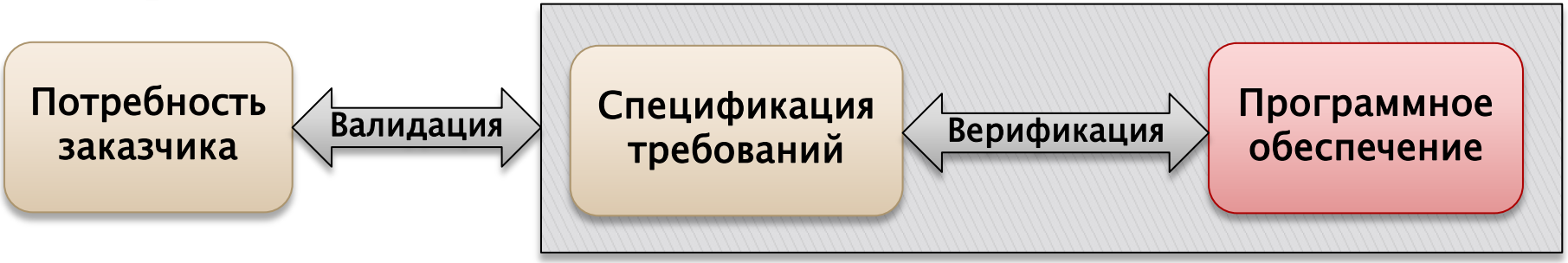
Обеспечение качества программных систем

2017

Обеспечение качества ПО

- Методы, направленные на проектирование качественного ПО
  - Формальные спецификации
  - Синтез ПО на основе спецификаций и моделей (MDD, etc)
  - Контрактное программирование (Design by contracts)
  - И т.п.
- Методы, направленные на обеспечение качества существующего ПО

Обеспечение качества ПО. Терминология



- **Верификация** - подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены
- **Валидация** - подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены, декларируемые свойства и характеристики подтверждаются, а поставленная цель (предназначение системы, комплекса, устройства и т. д.) достигнута.

Методы обеспечения качества ПО

- По используемым формализмам
  - Формальные методы
  - Неформальные методы
- По необходимости запуска анализируемой программы
  - Динамические
  - Статические
  - Гибридные
- По уровню автоматизации
  - Ручные
  - Автоматизированные
  - Автоматические

Методы обеспечения качества

- Динамические методы
  - Тестирование
  - Профилирование
  - Динамический анализ
    - Мониторинг
    - Анализ трасс исполнения
    - Контрактное программирование
  - …
- Статические методы
  - Формальная верификация
    - Дедуктивная верификация
    - Model checking (методы проверки модели)
  - Статический анализ
  - Трансформации программ
    - Рефакторинги
    - Модификации
  - Аудит

Формальная (дедуктивная) верификация

- Верификация - подтверждение соответствия конечного продукта функциональной спецификации
- Формальная верификация – доказательство корректности с помощью формальных методов
- Используемые методы и мат. аппарат
  - Пропозициональные логики
  - Темпоральные логики
  - Формальные семантики
  - Формальные преобразования программ
  - Формальные спецификации
  - Логика Хоара
  - Сепарационная логика (separation logic)
  - И т.п.
- Наиболее известные подходы:
  - Верификация методом Хоара (на основе троек Хоара)
  - Верификация по Флойду

Формальная (дедуктивная) верификация

- Достоинства:
  - В случае успеха – в программе нет ошибок!
- Недостатки:
  - Формальные спецификации на порядок сложнее программ
  - Для большинства программ задача формального доказательства корректности – очень трудоёмка
  - Для некоторых случаев – задача формального доказательства корректности – неразрешима
- В реальных системах при формальной верификации рассматривают часть системы и частичные спецификации
- Редко применяется для обеспечения качества программных систем общего назначения

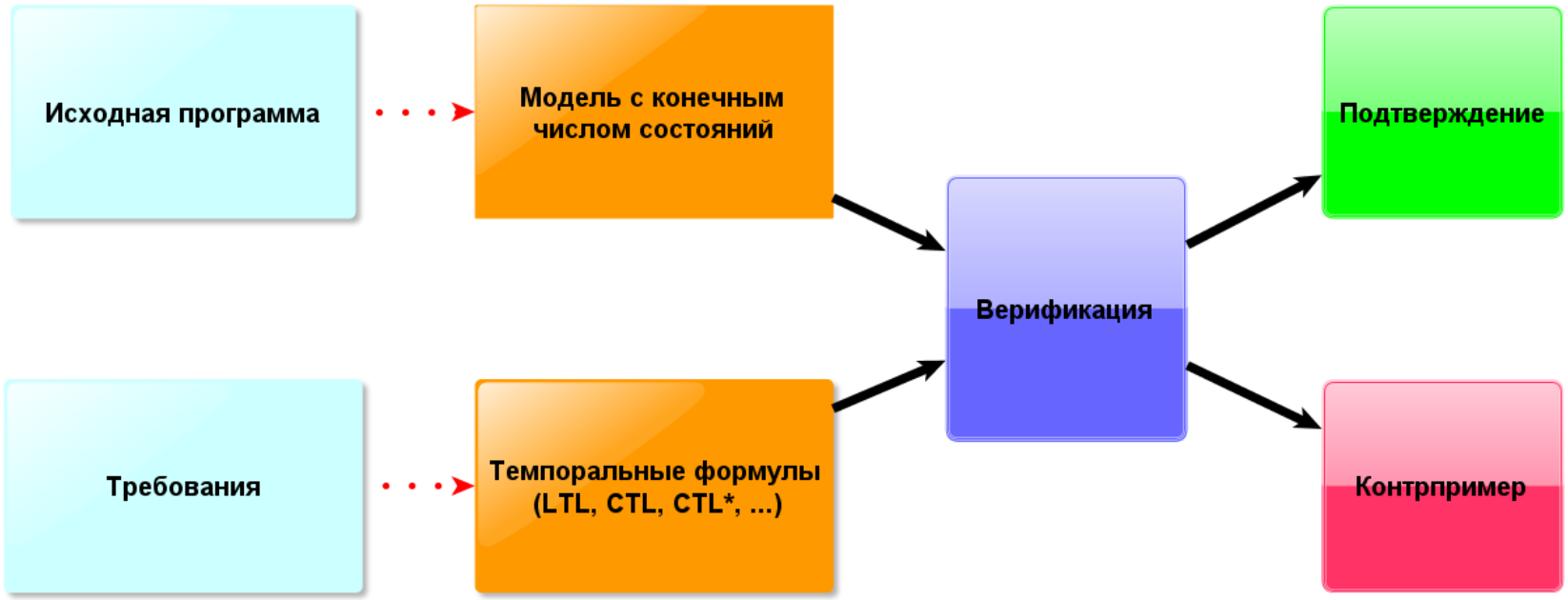
Метод проверки моделей

- Проверка модели, проверка на модели, model checking
- Метод формальной верификации для систем с конечным числом состояний
- Позволяет проверить, удовлетворяет или нет система некоторому свойству (требованию)

Верификация по методу Model Checking

- Исследуемая система приводится к модели с конечным числом состояний (например, модель Крипке)
- Проверяемые свойства представляются формулами темпоральной логики (LTL, ALTL, CTL, CTL* и т.д.)
- Проверка модели – формальная проверка выполнимости формулы на модели
  - Результат проверки:
    - Формула выполняется
    - Формула не выполняется. Контрпример.
  - Существуют методы проверки систем с $10^{100\text{-}200}$ состояний

Верификация по методу Model Checking



Верификация по методу Model Checking

- Ограничения
  - Проверяются свойства, связанные только с корректностью смены состояний
  - Не все свойства представляются в виде темпоральных формул
  - В общем случае задача - NP-полная
  - В общем случае неформализуется переход от реальной системы к модели с конечным числом состояний
- Программные средства:
  - SPIN
  - NuSMV
  - …

Обеспечение качества ПО путем обнаружения ошибок

- Ошибки
  - Функциональные ошибки
  - Нефункциональные ошибки (дефекты)
- Проявление дефектов:
  - Сбои ПО
  - Зависания ПО
  - Аварийное завершение ПО
  - Уязвимости
  - Отсутствие проявлений
  - …

Обнаружение программных дефектов

- Динамические методы:
  - Тестирование
  - Динамический анализ
- Статические методы:
  - Статический анализ
  - Верификация (частично)

Статический анализ

- Использует исходный код ПО для анализа
- Применяется для
  - Форматирования программ
  - Вычисления программных метрик
  - Оптимизации программ
  - Распараллеливания программ
  - Преобразования программ
  - Обфускации программ
  - Деобфускации программ
  - **Обнаружения дефектов**
  - …

Статический анализ

- Цель – обнаружение дефектов в программном коде
- Использует исходный код ПО для анализа
- Позволяет проанализировать все возможные трассы исполнения
- Позволяет проанализировать все наборы входных данных
- Может быть полностью автоматизирован
- Позволяет обнаружить *нефункциональные* дефекты

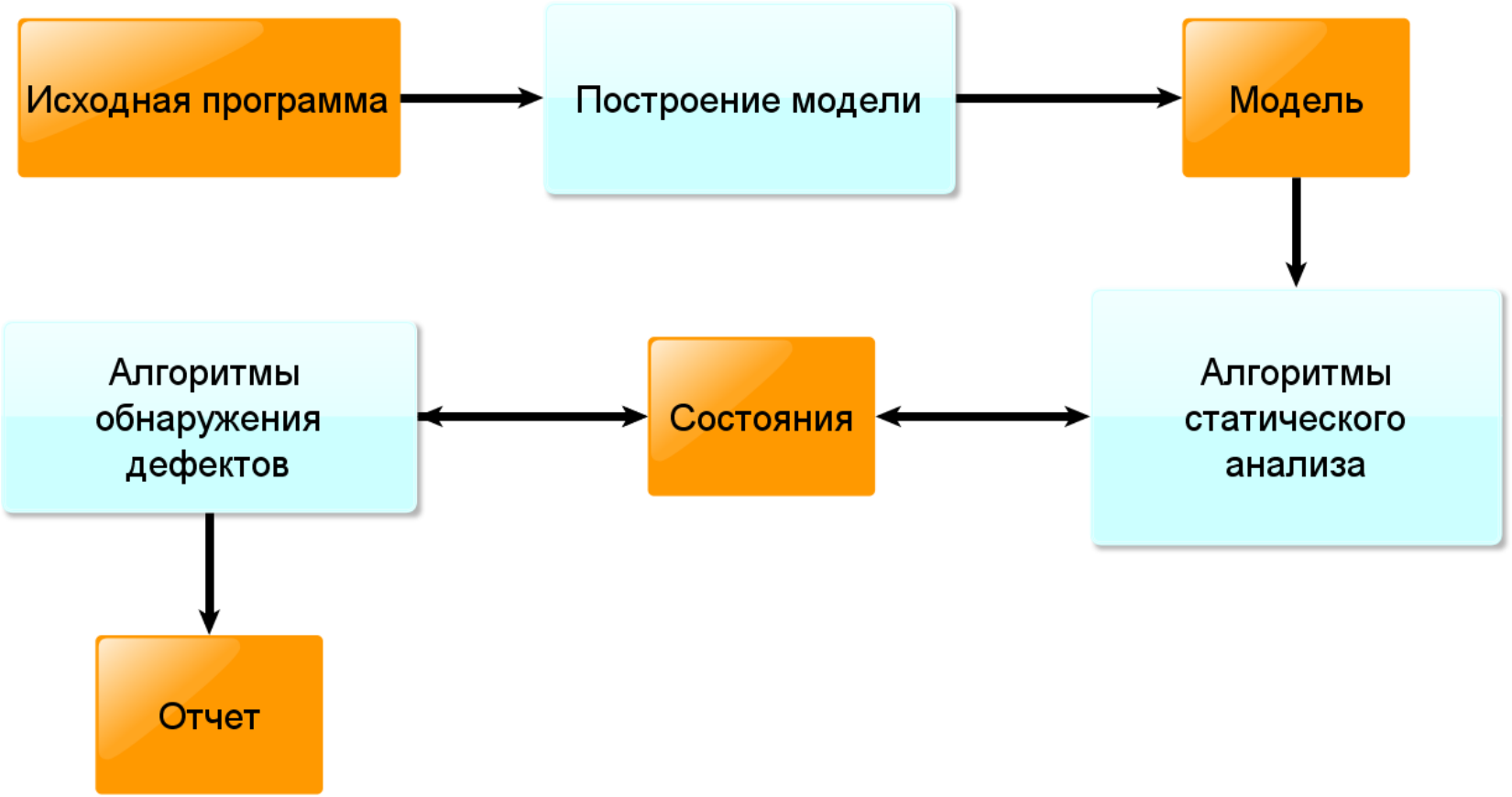
Программные дефекты

- Основные виды дефектов:
  - Неправильная работа с буферами:
    - Переполнение буферов
    - Выход за границу массива
    - …
  - Неправильная работа с динамической памятью:
    - Утечки памяти
    - «Висячие» указатели
    - Разыменование нулевого указателя
    - …
  - Использование неинициализированных переменных
  - Ошибки работы с объектами
  - Ошибки работы с библиотечными функциями
  - Ошибки работы со строками
  - Арифметические ошибки
  - И т.п.

Статический анализ

- Используемые методы
  - Интервальный анализ
  - Поиск достижимости
  - Анализ указателей
  - Ресурсный анализ
  - Сигнатурный анализ
  - …

Схема проведения СА



Статический анализ

- Достоинства СА:
  - Обнаружение дефектов на ранних стадиях
  - Сокращение стоимости разработки, отладки, тестирования, сопровождения
- Недостатки СА:
  - Невозможность обнаруживать функциональные ошибки
  - Недостаточность информации о путях выполнения -> наличие ложных обнаружений
  - Невозможность обнаружить все ошибки статически
  - Высокие требования к вычислительным ресурсам

Статический анализ

- Программные средства анализа кода и поиска дефектов:
  - IBM Rational Code Analyzer
  - Coverity Prevent
  - Fortify 360
  - Klocwork
  - Flexlint/PCLint
  - Splint
  - Microsoft PREFix/PreFast
  - ParaSoft C++Test
  - Frama-C
  - Aegis (http://digiteklabs.ru/aegis)
  - …(более 20)

Методы обеспечения качества ПО

	Х-ка качества	**Проблема**	**Обеспечение качества**
1	Функциональная пригодность	Функциональные ошибки, несоответствие спецификации	Верификация; тестирование
2	Надежность	Низкая надежность	Статический анализ; тестирование
3	Удобство использования	Сложность использования	Тестирование*
4	Уровень произв-ти	Проблемы с произв-тью, ресурсами	Тестирование; профилирование динамический / стат. анализ
5	Совместимость	Несовместимость; несоответствие стандартам	Статический анализ, тестирование
6	Защищенность	Уязвимости	Статический анализ, верификация; тестирование
7	Сопровожд-ть	Сложность сопровождения	Рефакторинг, документирование
8	Переносимость	Сложность адаптации	Аудит, рефакторинг; стат. анализ