

# Экономика программной инженерии

Барышникова Марина Юрьевна  
МГТУ им. Н.Э. Баумана

[baryshnikovam@mail.ru](mailto:baryshnikovam@mail.ru)

# Лекция 3

---

Жизненный цикл программного обеспечения и его модели. Модели качества программного обеспечения. Модель Фазы – Функции: Модель Гантера

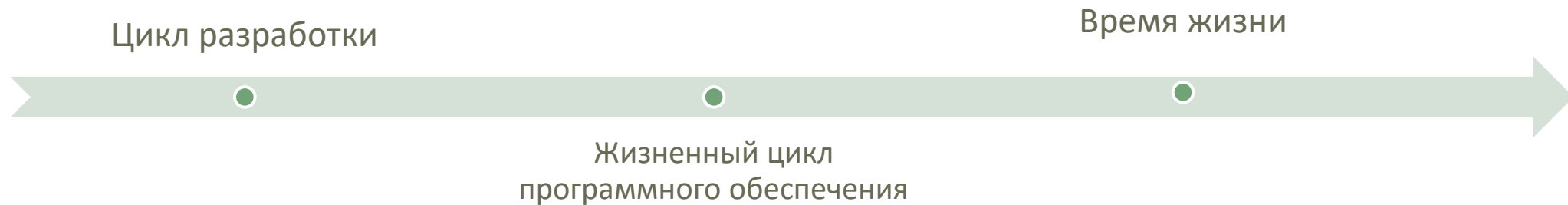
**Успех проекта по разработке ПО зависит не только от получения удачного программного продукта, но также от получения удачных процессов его создания**



# Основные виды деятельности, выполняемые при создании ПО

---

- ▶ проектирование — выделение отдельных модулей и определение связей между ними с целью минимизации зависимостей между частями проекта
- ▶ кодирование — разработка кода отдельных модулей
- ▶ тестирование — проверка работоспособности программной системы



Жизненный цикл программного обеспечения — это период времени, который начинается с момента принятия решения о необходимости создания программного обеспечения и заканчивается в момент его полного изъятия из эксплуатации

(IEEE Std. 610.12 – 1990 Standard Glossary of Software Engineering Terminology)

---



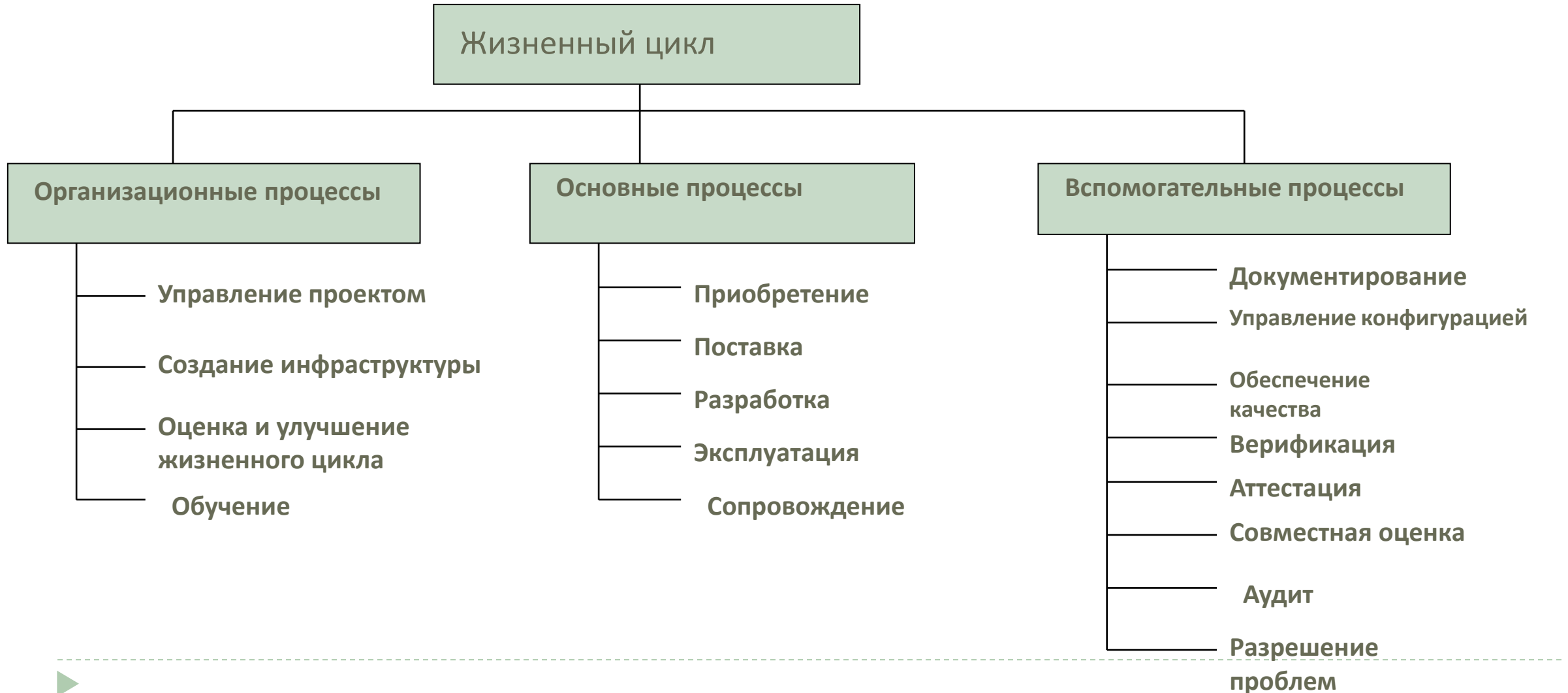
# Основные понятия, участвующие в определении жизненного цикла

---

- ▶ **Артефакты** — создаваемые человеком информационные сущности — документы, в достаточно общем смысле участвующие в качестве входных данных и получающиеся в качестве результатов различных деятельности.
- ▶ **Роль** - абстрактная группа заинтересованных лиц, участвующих в деятельности по созданию и эксплуатации системы, решающих одни и те же задачи или имеющих одни и те же интересы по отношению к ней
- ▶ **Программный продукт** — набор компьютерных программ, процедур и, возможно связанных с ними документации и данных
- ▶ **Процесс** — совокупность взаимосвязанных действий, преобразующих некоторые входные данные в выходные



Жизненный цикл ПО согласно стандарту ISO/IEC 12207: 1995 «International Technology – Software Life Cycle Processes» (ГОСТ ИСО МЭК 12207-99 Информационные технологии. Жизненный цикл программного обеспечения)



# Содержание основных процессов ЖЦ ПО (ISO/IEC 12207) на примере информационной системы (ИС)

Процесс (исполнитель процесса)	Действия	Вход	Результат
Приобретение (Заказчик)	Инициирование	Решение о начале работ по внедрению ИС	Технико-экономическое обоснование внедрения ИС
	Подготовка заявочных предложений	Результаты обследования деятельности заказчика	Техническое задание на ИС
	Подготовка договора	Результаты анализа рынка / тендера	Договор на поставку / разработку
	Контроль деятельности поставщика	План поставки / разработки	Акты приемки этапов работы
	Приемка ИС	Комплексные испытания ИС	Акт приемно-сдаточных испытаний



# Содержание основных процессов ЖЦ ПО (ISO/IEC 12207)

Процесс (исполнитель процесса)	Действия	Вход	Результат
Поставка (Разработчик)	Инициирование	Техническое задание на ИС	Решение об участии в разработке
	Ответ на заявочные предложения	Решение руководства об участии в разработке	Коммерческие предложения / конкурсная заявка
	Подготовка договора	Результаты тендера	Договор на поставку / разработку
	Планирование исполнения	План управления проектом	Реализация / корректировка
	Поставка ИС	Разработанная ИС и документация к ней	Акт приемно-сдаточных испытаний



# Содержание основных процессов ЖЦ ПО ИС (ISO/IEC 12207)

Процесс (исполнитель процесса)	Действия	Вход	Результат
Разработка (Разработчик)	Подготовка	Техническое задание на ИС	Используемая модель ЖЦ, стандарты разработки
	Анализ требований к ИС	Техническое задание на ИС, модель ЖЦ	План работ
	Проектирование архитектуры ИС	Техническое задание на ИС	Состав подсистем, компоненты оборудования
	Разработка требований к ПО	Подсистемы ИС	Спецификации требований к компонентам ПО
	Проектирование архитектуры ПО	Спецификации требований к компонентам ПО	Состав компонентов ПО, интерфейсы с БД, план интеграции ПО





# Содержание основных процессов ЖЦ ПО ИС (ISO/IEC 12207)

Процесс (исполнитель процесса)	Действия	Вход	Результат
Разработка (Разработчик)	Детальное проектирование ПО	Архитектура ПО	Проект БД, спецификации интерфейсов между компонентами ПО, требования к тестам
	Кодирование и тестирование ПО	Материалы детального проектирования	Тексты модулей ПО, акты автономного тестирования
	Интеграция ПО и квалификационно е тестирование ПО	План интеграции ПО, тесты	Оценка соответствия ПО требованиям ТЗ
	Интеграция ИС и квалификационное тестирование ИС	Архитектура ИС, ПО, документация на ИС, тесты	Оценка соответствия ПО, БД, технического комплекса и комплекта документации требованиям ТЗ



# Назначение моделей жизненного цикла ПО

---

- ▶ Модель жизненного цикла дает рекомендации по организации процесса разработки ПО в целом, конкретизируя его до видов деятельности, артефактов, ролей и их взаимосвязей
- ▶ Модель жизненного цикла служит основой для планирования программного проекта, позволяет экономнее расходовать ресурсы и добиваться более высокого качества управления
- ▶ Знание технологических функций, которые на разных этапах должны выполнять разработчики, занимающие те или иные роли, способствует правильному распределению обязанностей сотрудников

Знание моделей жизненного цикла помогает понять даже непрофессионалу, на что можно рассчитывать при заказе или приобретении программного обеспечения, а что нереально требовать от него



# Модель жизненного цикла ПО

Модель жизненного цикла программного обеспечения представляет собой совокупность упорядоченных во времени, взаимосвязанных и объединенных в стадии работ, выполнение которых необходимо и достаточно для создания ПО, соответствующего заданным требованиям

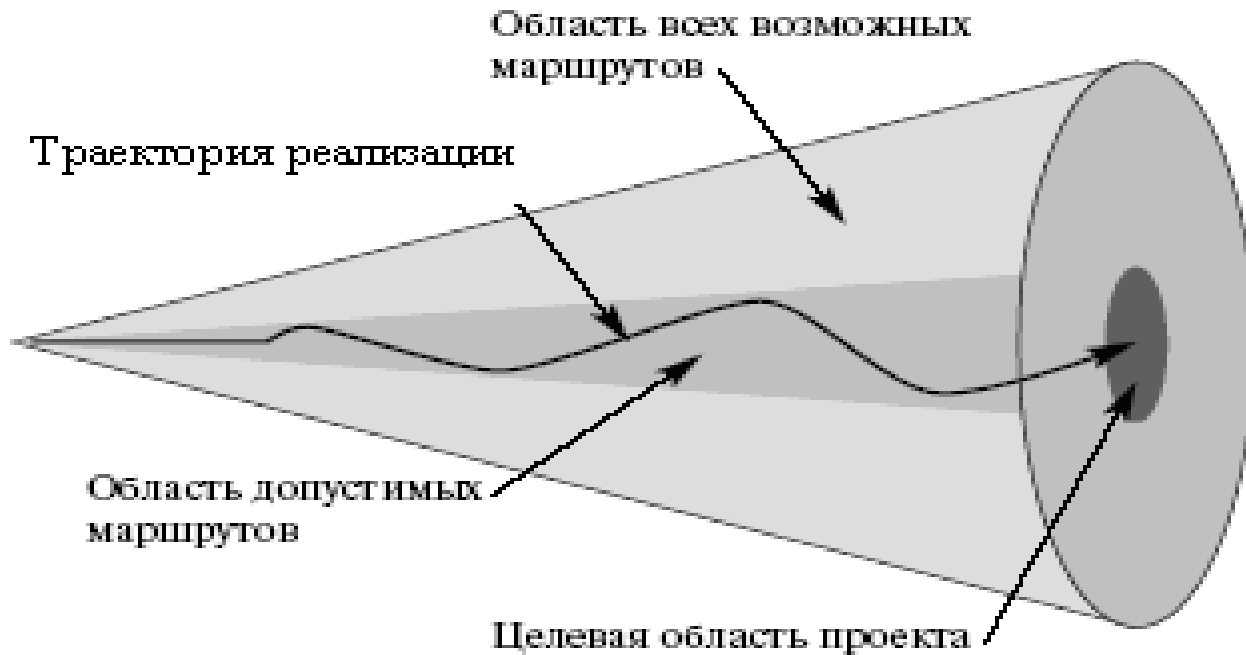
Модель жизненного цикла зависит от специфики, масштаба и сложности проекта, а также от условий, в которых система создается и функционирует. Каждая модель ЖЦ увязывается с конкретными методиками разработки программных систем и соответствующими стандартами в области программной инженерии

**Организационные аспекты,** подлежащие рассмотрению при формировании ЖЦ ПО:

- ▶ планирование последовательности работ и сроков их исполнения
- ▶ подбор и подготовка ресурсов (людских, программных и технических) для выполнения работ
- ▶ оценка возможностей реализации проекта в заданные сроки, в пределах указанной стоимости и др.



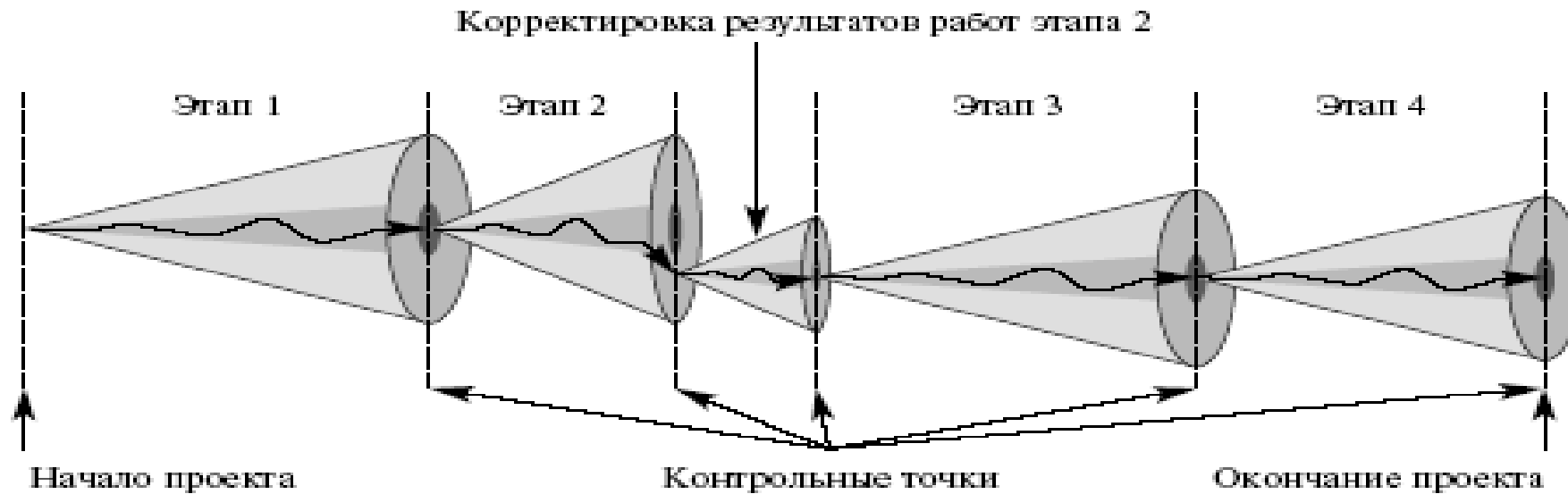
# Конус операционных маршрутов проекта по разработке ПО



Одна из основных задач менеджмента программного проекта заключается в том, чтобы не допустить отклонения траекторий деятельности исполнителей от целевой области проекта. Для этого должны быть предусмотрены средства, позволяющие выявлять отклонения, и инструменты воздействия, предназначенные для их корректировки



# Последовательное развитие проекта



Процесс разработки программного обеспечения разбивается на этапы. Каждый этап характеризуется:

- субъектом-исполнителем;
- сроками, когда должны быть решены задачи;
- выделенными ресурсами;
- средствами, инструментами и методами решения задач;
- контрольными мероприятиями, позволяющими удостовериться, что задачи этапа решены



# Последовательные модели жизненного цикла

---

- ▶ Каскадная
- ▶ V-образная
- ▶ Упрощенный процесс системного проектирования

Краткое описание подхода к разработке ПО: Вначале собираются и анализируются требования. После их документирования и утверждения последовательно выполняются проектирование, кодирование и тестирование компонентов программной системы, после чего происходит их интеграция

После разработки документации система передается на сопровождение в условиях эксплуатации

Каждый этап выполняется однократно, возвратов на предыдущие этапы не предусматривается. Иногда отдельные этапы (например, связанные с верификацией) выполняются параллельно (V-образная модель)



# Достоинства последовательных моделей ЖЦ

---

- ▶ Последовательные модели просты и удобны в использовании, так как процесс разработки выполняется поэтапно
- ▶ Они хорошо известны потребителям
- ▶ Модели хорошо срабатывают тогда, когда требования к качеству доминируют над требованиями к затратам и графику выполнения проекта
- ▶ Они способствуют осуществлению четкого менеджмента проекта, так как допускают использование инструментов временного планирования и контроля, поскольку момент завершения каждой фазы может рассматриваться в качестве контрольной точки, позволяющей проанализировать достигнутые результаты



# Недостатки последовательных моделей ЖЦ

---

- ▶ В основе разработки программной системы лежат спецификации, вследствие чего высок риск создания системы, не удовлетворяющей потребностям пользователей, так как пользователи не в состоянии сразу изложить все свои требования и/или за время разработки могут произойти изменения во внешней среде, которые повлияют на требования к системе
- ▶ В последовательных моделях не учтены итерации между фазами и не предусмотрено внесение динамических изменений на разных этапах жизненного цикла
- ▶ Интеграция является конечной, а не пошаговой операцией
- ▶ Согласование получаемых результатов с пользователями производится только в точках, планируемых после завершения каждой стадии
- ▶ В последовательные модели не входят действия, направленные на анализ рисков





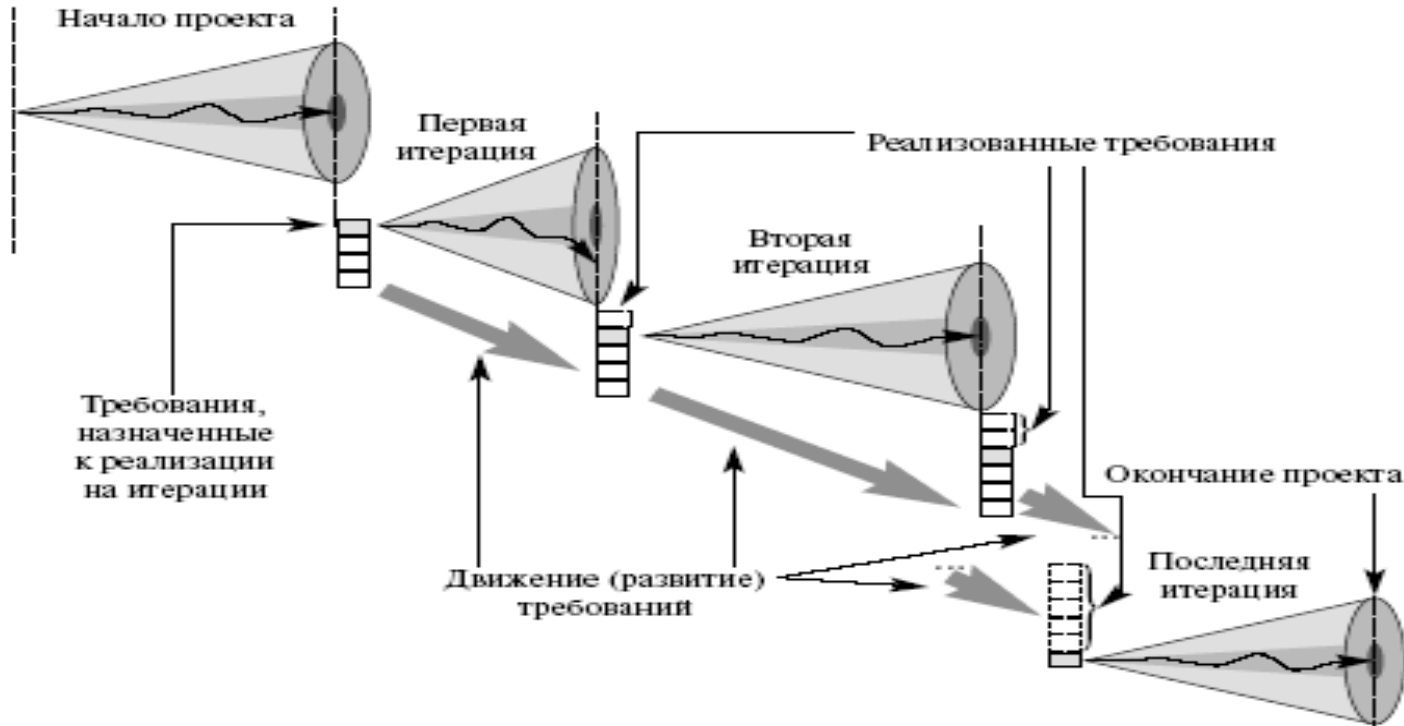
# Сферы применения последовательных моделей ЖЦ

---

- ▶ в случаях, когда информация о требованиях известна заранее и они стабильны в течение всего периода разработки
- ▶ в проектах с участием больших команд разработчиков
- ▶ в критически важных системах реального времени с высокими требованиями по надежности
- ▶ при разработке новой версии уже существующего продукта или переносе его на новую платформу
- ▶ в организациях, имеющих опыт создания программных систем определенного типа (например, бухгалтерский учет, начисление зарплаты и пр.)



# Итеративное наращивание возможностей системы



На каждой итерации строится программное изделие, которое в принципе может применяться на практике, пусть даже не до конца реализуя функциональность в целом.

Рост количества прямоугольников при переходе от итерации к итерации отражает поступление новых требований в ходе развития проекта

Примечание: пунктиром выделены отработанные требования



# Причины использования эволюционных и инкрементных моделей жизненного цикла ПО

---

«Самой тяжелой составляющей процесса построения программной системы является принятие однозначного решения о том, что именно необходимо построить. Ни одна из остальных составляющих работы над концепцией не представляет собой такую трудность, как определение детальных технических требований, включая все аспекты соприкосновения продукта с людьми, машинами и другими программными системами. Ни одна другая составляющая работы в такой степени не наносит ущерб полученной в результате системе, если она выполнена неправильно. Именно эту составляющую процесса разработки тяжелее всего исправить на более поздних этапах.

Следовательно, самая важная функция, которую выполняет разработчик клиентских программ, заключается в итеративном извлечении и уточнении требований к продукту. Ведь на самом деле клиент не имеет представления о том, что именно он хочет получить»

Ф. Брукс

## Основные задачи, решаемые за счет создания прототипов:

- ▶ итеративное извлечение и уточнение требований к продукту
- ▶ возможность изменить эксплуатационное окружение программной системы
- ▶ снижение неопределенности (а следовательно, и рисков) по мере завершения каждой итерации



# Эволюционные и инкрементные модели жизненного цикла

---

- ▶ Эволюционная модель быстрого прототипирования
- ▶ Модель быстрой разработки приложений RAD (Rapid Application Development)
- ▶ Инкрементная модель

Краткое описание подхода к разработке ПО: модели основываются на создании последовательности релизов и/или прототипов, критический анализ которых производится заказчиком. В процессе такого анализа уточняются требования к программному продукту

Данные модели чаще всего применяются в системах с ярко выраженным пользовательским интерфейсом



# Достоинства эволюционных и инкрементных моделей ЖЦ

---

- ▶ Взаимодействие пользователя и/или заказчика с системой начинается на раннем этапе разработки, что минимизирует возможность их неудовлетворенности конечным продуктом и гарантирует соответствие программной системы коммерческим потребностям
- ▶ Благодаря раннему знакомству пользователя с системой сводится к минимуму количество неточностей в требованиях
- ▶ Модели позволяют выполнить несколько итераций на всех фазах жизненного цикла
- ▶ При использовании моделей заказчик демонстрируются постоянные, видимые признаки прогресса в реализации проекта, что дает им возможность чувствовать себя более уверенно
- ▶ Благодаря меньшему объему доработок уменьшаются совокупные затраты на разработку и обеспечивается управление рисками
- ▶ Документация сконцентрирована на конечном продукте, а не на процессе его разработки



# Недостатки итерационных моделей ЖЦ

---

- ▶ При использовании эволюционных прототипных моделей решение трудных проблем может отодвигаться на будущее. В результате конечный продукт может не оправдать тех надежд, которые возлагались на прототип
- ▶ На очередном итерационном этапе прототип представляет собой частичную реализацию системы, поэтому если выполнение проекта завершается досрочно, у конечного пользователя останется только лишь незавершенный продукт
- ▶ С учетом создания рабочих прототипов, качеству всего ПО или долгосрочной эксплуатационной надежности может быть уделено недостаточно внимания
- ▶ Разработанные прототипы часто страдают от неадекватной или недостающей документации
- ▶ Сложность завершения работы над проектом



# Сочетание последовательного и эволюционного подхода: спиральная модель

Краткое описание	Достоинства	Недостатки	Примеры применения
Цикл разработки разбит на небольшие участки. Каждый участок представляет собой каскадный процесс, в котором выполняются обзор требований, обновление документации и некоторая разработка кода. Результат текущей итерации является входным значением для следующей. При этом программная система создается по частям с использованием метода прототипирования. После каждого витка спирали осуществляется анализ рисков	<div>1. Модель позволяет пользователям «увидеть» систему на ранних этапах разработки за счет использования ускоренного прототипирования</div> <div>2. Модель обеспечивает возможность разработки сложной программной системы «по частям», с выделением на первых этапах наиболее значимых требований</div> <div>3. В модели предусмотрена возможность гибкого проектирования, поскольку в ней воплощены преимущества каскадной модели, и в тоже время, разрешены итерации по всем фазам этой же модели</div> <div>4. Модель предусматривает активное участие пользователей в работах по планированию, анализу рисков, разработке и оценке полученных результатов</div> <div>5. Модель позволяет контролировать риски</div>	<div>1. Модель имеет усложненную структуру, что затрудняет ее применение</div> <div>2. При использовании модели часто возникает сложность анализа и оценки рисков при выборе вариантов</div> <div>3. Сложность оценки точки перехода на следующий цикл спирали</div> <div>4. Спираль может продолжаться до бесконечности, поскольку каждая ответная реакция заказчика на созданную версию может порождать новый цикл, что отдалает окончание работы над проектом</div>	<div>1. При разработке систем, требующих большого объема вычислений (например, системы, обеспечивающие принятие решений)</div> <div>2. При выполнении проектов в области аэрокосмической промышленности, обороны и инжиниринга, где уже имеется позитивный опыт ее использования</div> <div>3. При реализации крупных бизнес-проектов</div>



# Факторы, влияющие на выбор модели жизненного цикла

---

## ▶ **характеристики требований:**

- ▶ являются ли требования легко определяемыми и стабильными в процессе разработки
- ▶ требуется ли проверка концепции для демонстрации возможностей ПП

## ▶ **характеристики участников команды разработчиков:**

- ▶ являются ли проблемы предметной области, а также инструменты, используемые в проекте новыми для большинства разработчиков
- ▶ изменяются ли роли участников проекта во время жизненного цикла

## ▶ **характеристики коллектива пользователей:**

- ▶ будет ли присутствие пользователей ограничено в жизненном цикле
- ▶ будет ли заказчик отслеживать ход выполнения проекта

## ▶ **характеристики типа проектов и рисков:**

- ▶ будет ли проект идентифицировать новое направление продукта для организации
  - ▶ являются ли "прозрачными" интерфейсные модули
  - ▶ должна ли обеспечиваться высокая степень надежности
- 



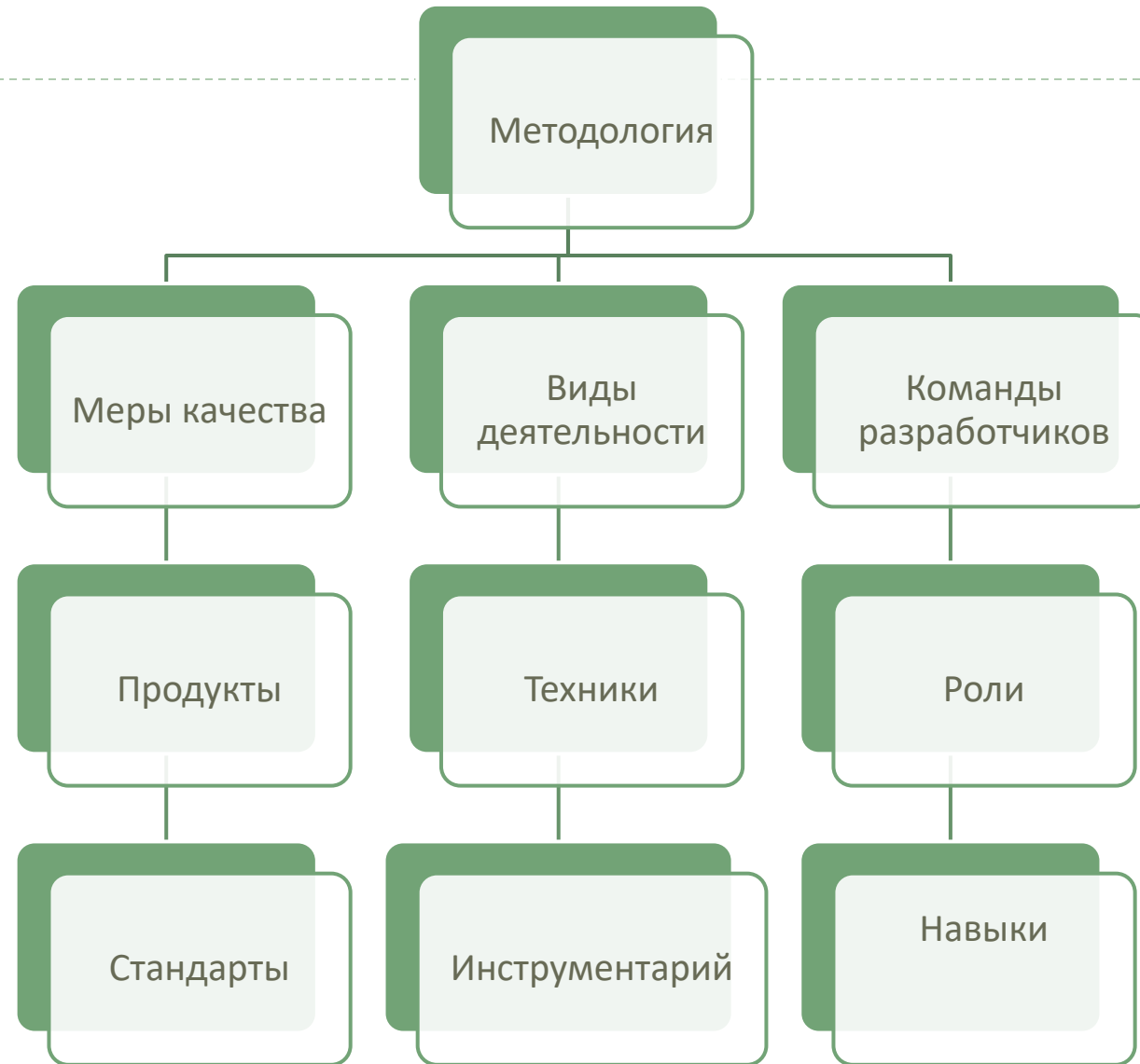


# Методологии программирования

Методология – ряд связанных между собой методов или техник

Толковый словарь Webster

Примечание: все составляющие методологии должны рассматриваться в контексте системы ценностей команды разработчиков



# Методологии программирования

Жесткие методологии	Гибкие методологии
Ориентация на предсказуемые процессы разработки программного обеспечения с четко обозначенными целями	Осознание того, что процессы разработки программного обеспечения в принципе непредсказуемы
Распознавание ситуаций и применение готовых методов	Распознавание ситуаций и конструирование методов для работы в них
Планирование, в котором определяются этапы с объемом работ, ресурсами, сроками и уровнем качества работ	Соблюдение баланса между параметрами проекта: объем работ, ресурсы, сроки и уровень качества работ
Заказчик — внешний по отношению к проекту субъект, влияющий на разработку только через предоставление ресурсов и контроль результатов, в том числе по поэтапным срокам выполнения проекта	Заказчик (его представитель) — член команды разработчиков, наделенный правом влиять на разработку; его главной целью является отслеживание актуальности решаемых задач
Ролевое разделение труда работников проекта	Совместная деятельность сотрудников и деперсонифицированная ответственность
Дисциплина и подчинение	Самодисциплина и сотрудничество
Обезличенный процесс, исполнители которого определяются только по квалификационным требованиям	Процесс, максимально учитывающий личностные качества исполнителей



# Качество программного обеспечения

---

- ▶ Определение ISO: Качество - это полнота свойств и характеристик продукта, процесса или услуги, которые обеспечивают способность удовлетворять заявленным или подразумеваемым потребностям
- ▶ Определение IEEE: Качество программного обеспечения - это степень, в которой оно обладает требуемой комбинацией свойств

## Стандарты качества ПО:

- ▶ ISO/IEC 9126:1-4:2002 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93)
- ▶ ISO/IEC 14598 – набор стандартов, регламентирующий способы оценки характеристик качества

В совокупности они образуют модель качества - SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation)



# Качество программного обеспечения

---

- ▶ внешнее качество, заданное требованиями заказчика в спецификациях и отражающееся характеристиками конечного продукта;
- ▶ внутреннее качество, проявляющееся в процессе разработки и других промежуточных этапах жизненного цикла ПС;
- ▶ качество при использовании в процессе нормальной эксплуатации и результативность достижения потребностей пользователей с учетом затрат ресурсов (эксплуатационное качество)

Качество объекта зависит от того, для какой **цели**, для какого **потребителя** и для каких **условий** делается его оценка



# Стандарт ISO/IEC 9126:1-4: Информационная технология - Качество программных средств

- ▶ Часть 1: Модель качества
- ▶ Часть 2: Внешние метрики качества
- ▶ Часть 3: Внутренние метрики качества
- ▶ Часть 4: Метрики качества в использовании

## 6 базовых характеристик качества, используемых в модели стандарта ISO/IEC 9126-1

функциональная пригодность	практичность
надежность	сопровождаемость
эффективность	мобильность



# Набор стандартов ISO 9000

- ▶ ISO 9000:2000 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary.

Системы управления качеством – Основы и словарь.

- ▶ ISO 9001:2000 Quality management systems – Requirements. Models for quality assurance in design, development, production, installation and servicing.

Системы управления качеством – Требования. Модели для обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, установке и обслуживании. Определяет общие правила обеспечения качества результатов во всех процессах жизненного цикла

Набор стандартов ISO 9000 регулирует общие принципы обеспечения качества процессов производства во всех отраслях экономики



# Модель СММ (5 уровней зрелости организации, занимающейся разработкой ПО)

## 5. Оптимизированный

- Постоянное улучшение процессов
- Управление изменениями
- Предотвращение дефектов

## 4. Управляемый

- Управление процессом разработки ПО на основе количественных критериев качества
- Ориентация на инновации (методы, технологии, инструментарий)

## 3. Определенный

- Экспертная оценка программ
- Межгрупповая координация
- Повышение квалификации сотрудников
- Формализованное определение процесса

## 2. Повторяемый

- Управление требованиями
- Управление конфигурацией
- Планирование и отслеживание проекта
- Обеспечение качества ПО

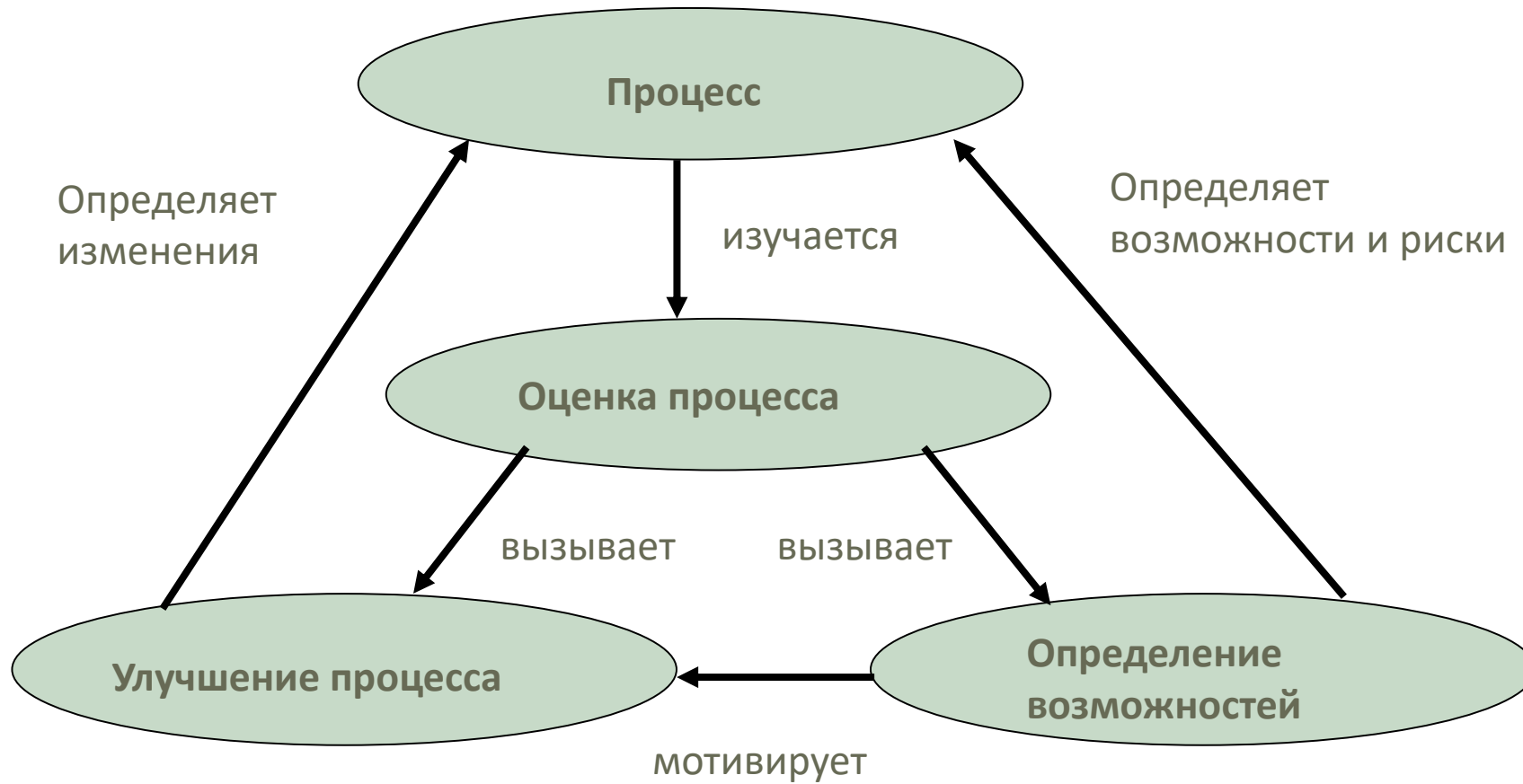
## 1. Начальный

- Непредсказуемое качество процесса
- Индивидуальные решения для каждого проекта

Ограничения на применение модели СММ:

- ▶ стандарт СММ является собственностью Software Engineering Institute (SEI) и не является общедоступным (в частности, дальнейшая разработка стандарта ведется самим институтом, без заметного влияния программистского сообщества)
- ▶ оценка качества процессов организаций может проводиться только специалистами, прошедшими специальное обучение и SEI;
- ▶ стандарт ориентирован на применение в относительно крупных компаниях

# Основные элементы стандарта ISO/IEC 15504 (SPICE)



- **Оценка процесса** происходит путем сравнения процесса разработки ПО, существующего в данной организации, с описанной в стандарте моделью.
- **Определение возможностей** процесса происходит на основе выбора одного из альтернативных путей перехода к более совершенному процессу
- **Улучшение** того или иного **процесса** происходит на основе сформулированных на предыдущих этапах целей и направлено на реализацию выбранной стратегии перехода





# Модель Гантера: модель фазы-функции

---

Модель жизненного цикла программного обеспечения может использоваться для комплексного управления программным проектом, если наложить на нее контрольные точки, задающие организационно-временные рамки проекта, и организационно-технические, так называемые производственные функции, которые выполняются при его развитии

Этот подход реализован в модели Гантера в виде матрицы «фазы — функции»

Модель Гантера имеет два измерения:

- ▶ фазовое, отражающее этапы выполнения проекта и сопутствующие им события
- ▶ функциональное, показывающее, какие производственные функции выполняются в ходе развития проекта, и какова их интенсивность на каждом из этапов



# Модель фазы-функции (фазовое измерение)



# Основные этапы и контрольные точки

---

- ▶ *Этап исследования* — для проекта обосновываются необходимые ресурсы (контрольная точка 1) и формулируются требования к разрабатываемому изделию (контрольная точка 2)
- ▶ *Анализ осуществимости* — определяется возможность конструирования программного средства с технической точки зрения (достаточно ли ресурсов, квалификации персонала и т.п.), решаются вопросы экономической и коммерческой эффективности
- ▶ *Конструирование* — начинается обычно на этапе анализа осуществимости, как только документально зафиксированы предварительные цели проекта (контрольная точка 2), и заканчивается утверждением проектных решений в виде официальной спецификации на разработку (контрольная точка 5)
- ▶ *Программирование* — программирование компонентов с последующей сборкой системы. Этап завершается, когда разработчики заканчивают документирование, отладку и компоновку и передают ПС службе, выполняющей независимую оценку результатов работы (независимые испытания начались — контрольная точка 7)
- ▶ *Оценка* — является буферной зоной между началом испытаний и практическим использованием изделия. Этап начинается, как только проведены внутренние (силами разработчиков) испытания изделия (контрольная точка 6) и заканчивается, когда подтверждается готовность изделия к эксплуатации (контрольная точка 9)
- ▶ *Использование* — начинается в момент передачи изделия на распространение (контрольная точка 8). Этап продолжается, пока изделие интенсивно эксплуатируется. Он связан с внедрением, обучением, настройкой и сопровождением, возможно, с модернизацией изделия. Этап заканчивается, когда разработчики прекращают систематическую деятельность по сопровождению и поддержке данного программного изделия (контрольная точка 10)



# Модель фазы – функции (функциональное измерение)



# Основные функции

---

- ▶ *Планирование* — содержание того, что должно планироваться на каждом из этапов определяется по характеру контрольных точек. Конкретные методы планирования определяются концепциями, принимаемыми для данного проекта
- ▶ *Разработка* — эта функция пронизывает весь проект и каждый раз направлена на получение рабочего продукта этапа
- ▶ *Обслуживание* — функция, обеспечивающая максимально комфортную обстановку для выполнения некоторой деятельности. По интенсивности обслуживания можно косвенно судить о качестве организации работ проекта
- ▶ *Выпуск документации*. Документация в проекте рассматривается как полноправный вид рабочих продуктов, сопровождающий другие рабочие продукты: программы, диаграммы моделей системы и прочее
- ▶ *Испытания*. Испытывать приходится все рабочие продукты проекта
- ▶ *Поддержка* использования рабочих продуктов — это функция, выполнение которой необходимо в связи с передачей продукта в эксплуатацию. Содержание ее связано с обучением и созданием необходимой для использования продуктов инфраструктуры
- ▶ *Сопровождение* (по Гантеру) отличается от поддержки тем, что оно организуется для внешнего использования продуктов





Спасибо за внимание!

