

# **ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Лекция №12

**Качество программного обеспечения**

## Понятие качества

### **Определение качества**

Сейчас существует несколько определений качества, которые в целом совместимы друг с другом. Приведем наиболее распространенные:

**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 .

Современные стандарты уточняют понятие качества, вводя совокупность черт и характеристик, которые влияют на его способность удовлетворять заданные потребности пользователей. Перечислим ряд таких характеристик.

## Характеристики качества программного обеспечения

- **Функциональность** (пригодность, точность, интероперабельность, согласованность, безопасность). Функциональность – это способность программного продукта выполнять набор функций, удовлетворяющих заданным или подразумеваемым потребностям пользователей. Набор таких функций определяется во внешнем описании программного продукта.
- **Надежность** (завершенность, устойчивость, восстанавливаемость). Надежность – это способность программы безотказно выполнять функции при заданных условиях в течение заданного периода времени с достаточно большой вероятностью. Надежный программный продукт не исключает наличия в нем ошибок. Здесь важно, чтобы ошибки при практическом применении в заданных условиях проявлялись достаточно редко. Степень надежности характеризуется вероятностью работы программного продукта без отказа в течение определенного периода времени.

## Характеристики качества программного обеспечения

- **Удобство** (понимаемость, эффективность освоения, эргономичность). Удобство – это характеристики программного продукта, которые позволяют минимизировать усилия пользователя по подготовке исходных данных, применению программного продукта и оценке полученных результатов, а также вызывать положительные эмоции определенного или подразумеваемого пользователя. Эффективность (по времени и по ресурсам). Эффективность - это отношение уровня услуг, предоставляемых программным продуктом пользователю при заданных условиях, к объему используемых ресурсов.
- **Сопровождаемость** (простота анализа, изменяемость, стабильность, проверяемость). Сопровождаемость – это характеристики программного продукта, которые позволяют минимизировать усилия по внесению изменений для устранения в нем ошибок и по его модификации в соответствии с изменяющимися потребностями пользователей.

## Характеристики качества программного обеспечения

- **Переносимость** (адаптируемость, гибкость инсталляции, согласованность со стандартами и правилами, заменяемость). Переносимость – это способность программного продукта быть перенесенным из одной среды в другую, в частности, с одной аппаратной архитектуры на другую.
- **Добротность** (рациональная организация, продуманность, непереусложненность).

Функциональность и надежность являются обязательными критериями качества программного продукта, причем обеспечение надежности будет красной нитью проходить по всем этапам и процессам разработки программного продукта. Остальные критерии используются в зависимости от потребностей пользователей в соответствии с требованиями к программному продукту.

## Обеспечение надежности

***Обеспечение надежности*** - основной мотив разработки программных средств.

Рассмотрим теперь общие принципы обеспечения надежности ПП, что, как мы уже подчеркивали, является основным мотивом разработки ПП, задающим специфическую окраску всем технологическим процессам разработки ПП. В технике известны четыре подхода обеспечению надежности:

- предупреждение ошибок;
- самообнаружение ошибок;
- самоисправление ошибок;
- обеспечение устойчивости к ошибкам.

## Обеспечение надежности

Целью подхода предупреждения ошибок - не допустить ошибок в готовых продуктах, в нашем случае - в ПП. Проведенное рассмотрение природы ошибок при разработке ПП позволяет для достижения этой цели сконцентрировать внимание на следующих вопросах:

- борьбе со сложностью,
- обеспечении точности перевода,
- преодоления барьера между пользователем и разработчиком,
- обеспечения контроля принимаемых решений.

Этот подход связан с организацией процессов разработки ПП, т.е. с технологией программирования. И хотя, как мы уже отмечали, гарантировать отсутствие ошибок в ПП невозможно, но в рамках этого подхода можно достигнуть приемлемого уровня надежности ПП.

## Обеспечение надежности

Остальные три подхода связаны с организацией самих продуктов технологии, в нашем случае - программ. Они учитывают возможность ошибки в программах. Самообнаружение ошибки в программе означает, что программа содержит средства обнаружения отказа в процессе ее выполнения. Самоисправление ошибки в программе означает не только обнаружение отказа в процессе ее выполнения, но и исправление последствий этого отказа, для чего в программе должны иметься соответствующие средства. Обеспечение устойчивости программы к ошибкам означает, что в программе содержатся средства, позволяющие локализовать область влияния отказа программы, либо уменьшить его неприятные последствия, а иногда предотвратить катастрофические последствия отказа. Однако, эти подходы используются весьма редко (может быть, относительно чаще используется обеспечение устойчивости к ошибкам). Связано это, во-первых, с тем, что многие простые методы, используемые в технике в рамках этих подходов, неприменимы в программировании, например, дублирование отдельных блоков и устройств (выполнение двух копий одной и той же программы всегда будет приводить к одинаковому эффекту - правильному или неправильному). А, во-вторых, добавление в программу дополнительных средств приводит к ее усложнению (иногда - значительному), что в какой-то мере мешает методам предупреждения ошибок.

## Цена качества

Понятие цены качества первоначально была введена Джураном (J.M. Juran) и Грином (F.M. Gryna) как стоимость в составе продукта, которая может быть сэкономлена, если все исполнители работают безупречно. Цена качества – важная категория, поскольку фактически она отражает стоимость работ на доработку, увеличенную стоимость сопровождения. Существует два подхода, которые могут применяться для оценки качества программного продукта:

- Оценить качество конечного продукта
- Оценить качество процесса разработки

Оценить качество конечного продукта можно тестированием и эксплуатацией. На это должно быть отведено время после завершения основной работы над программой. А вот второй подход должен стать частью долговременной стратегии компании. Измерение качества процесса разработки подрядчиков является важной составной частью общего управления качеством, более важным, чем измерение качества результирующего продукта, производимого в ходе приемо-сдаточных испытаний.

## **Измерение качества процесса разработки**

Идея качества процесса разработки программного обеспечения пришла в область информационных технологий из промышленности в ответ на программный кризис 60 – годов. Внедрение процессов обеспечения качества в программировании связано с работами таких экспертов по качеству как: Kaoru Ishikawa, Joseph M. Juran, Lennart Sandholm, W. Edwards Deming, Philip Crosby, - и реализует подход тотального управления качеством (TQM – Total Quality Management). Наиболее широко известным и используемым стандартом для организации процессов контроля качества является серия стандартов ISO 9000. Для процесса разработки программ используется стандарт ISO 9001, предусматривающий проектирование в процессе производства. Следует отметить, что данный стандарт затруднительно использовать непосредственно в управлении качеством разработки программного обеспечения, поскольку изначально он ориентирован на разработку промышленных изделий. Специально для обеспечения процессов разработки программных систем организацией ISO, разработано руководство ISO 9000-3, которое формулирует требования модели качества ISO 9001 к организации процесса разработки программного обеспечения.

## Измерение качества процесса разработки

Таким образом, для оценки качества процесса разработки в собственной организации или в организации подрядчиков могут использоваться требования руководства ISO 9000-3. В настоящее время повсеместно вводится в использование версия стандарта 2000 года, в котором во главу угла ставится управление процессом, однако в данной версии стандарта специфика, связанная с разработкой ПО отсутствует. Недостатком стандарта ISO 9000 является трудность измерения уровня качества процесса разработки программного обеспечения в соответствии с предложенной моделью качества. Среди разработчиков программного обеспечения в особенности за рубежом (в первую очередь в США) большим рейтингом пользуется альтернативная модель качества: CMM (Capability Maturity Model) - SEI. Указанная модель качества разработана в институте инженерии программного обеспечения (Software Engineering Institute) при спонсорстве министерства обороны США. Первоначально данная модель качества использовалась государственными, в частности военными, организациями при размещении заказов на разработку программного обеспечения. В настоящее время стандарт широко используется для анализа и сертификации процессов разработки программного обеспечения фирм, производящих сложное программное обеспечение в критичных областях применения.

## **Измерение качества процесса разработки**

Важными преимуществами модели CMM является иерархическая вложенность моделей качества, которая позволяет измерять и сравнивать уровни качества процессов в различных организациях и обеспечивать эффективное совершенствование качества процессов. В настоящее время организацией ISO также разработана модель качества, обеспечивающая измерение и совершенствование качества. В определенном отношении модели качества CMM и ISO являются взаимозаменяемыми, однако, по сути, они не противоречат друг другу, поскольку основаны на одной парадигме качества – TQM – Total Quality Management. Важно отметить, что само по себе наличие процесса разработки программного обеспечения, удовлетворяющего высокому уровню качества, не гарантирует выпуска продукта высокого качества. Наличие качественного процесса означает, что качество результирующего продукта будет раз за разом неуклонно повышаться. Поэтому при принятии решений необходимо принимать во внимание время, в течение которого установлен и функционирует процесс требуемого уровня качества в заданной технологической области. При этом отсутствие информации о качестве процесса означает, что качество разрабатываемого продукта является непредсказуемым.

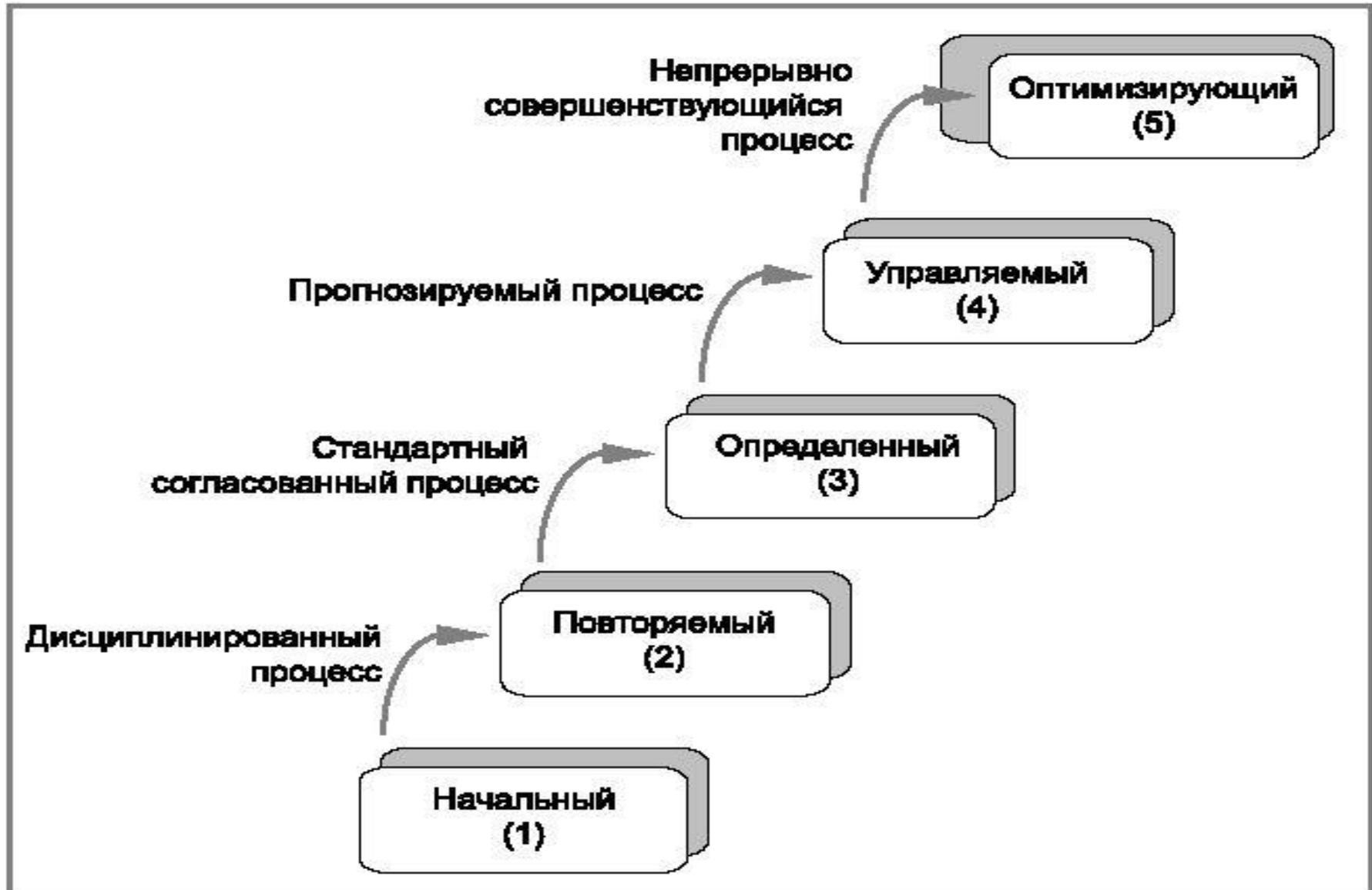
## **Пять уровней зрелости производственного процесса**

Постоянное совершенствование производственного процесса основано на многих небольших эволюционных шагах, а не на революционных нововведениях. СММ предоставляет концептуальную структуру, организующую эти эволюционные шаги в пять уровней зрелости, формирующих последовательные основания для постоянного совершенствования процесса. Эти пять уровней зрелости определяют порядковую шкалу для измерения зрелости и оценки продуктивности производственного процесса. Эти уровни также помогают организации расставить приоритеты среди своих мероприятий по улучшению процесса разработки. Уровень зрелости представляет собой точно определенное эволюционное плато на пути к достижению полной зрелости производственного процесса.

## **Пять уровней зрелости производственного процесса**

Каждый уровень зрелости формирует отдельный слой фундамента для постоянного совершенствования производственного процесса, включает в себя набор целей процесса, которые, по мере их достижения, приводят к стабилизации значимых компонентов производственного процесса. Достижение каждого уровня структуры зрелости характеризуется внедрением различных составляющих производственного процесса, повышающих его продуктивность. Показанная на рисунке организация СММ по пяти уровням зрелости определяет приоритеты работ по развитию производственного процесса. Помеченные стрелки на рисунке указывают на тип продуктивности процесса, устанавливаемый организацией на каждом шаге его структуры.

## Пять уровней зрелости производственного процесса



## Пять уровней зрелости производственного процесса

Последующие характеристики пяти уровней зрелости раскрывают основные изменения процессов, проводимые на каждом из них.

1) **Начальный.** Производственный процесс характеризуется как создаваемый каждый раз под конкретный проект, а иногда даже как хаотический. Определены лишь некоторые процессы и успех проекта зависит от усилий индивидуумов.

2) **Повторяемый.** Установлены основные процессы управления проектом, позволяющие отслеживать затраты, следить за графиком работ и функциональностью создаваемого программного решения. Установлена дисциплина процесса, необходимая для повторения достигнутых ранее успехов в проектах разработки подобных приложений.

## Пять уровней зрелости производственного процесса

3) **Определенный.** Производственный процесс документирован и стандартизован как для управленческих работ, так и для проектирования. Этот процесс интегрирован в стандартный производственный процесс организации. Во всех проектах используется утвержденная адаптированная версия стандартного производственного процесса организации.

4) **Управляемый.** Собираются подробные количественные показатели производственного процесса и качества создаваемого продукта. Как производственный процесс, так и продукты оцениваются и контролируются с количественной точки зрения.

5) **Оптимизирующий.** Постоянное совершенствование процесса достигается благодаря количественной обратной связи с процессом и реализации передовых идей и технологий.

## **Поведенческие характеристики уровней зрелости**

Уровни зрелости от 2 до 5 могут характеризоваться работами, выполняемыми организацией в целях установления или совершенствования производственного процесса, работами по каждому проекту, а также итоговой продуктивности процессов во всех выполняющихся проектах. Поведенческая характеристика уровня 1 включена в целях создания основы для сравнения усовершенствований процессов на более высоких уровнях зрелости.

### ***Уровень 1 – начальный уровень***

Обычно с этого уровня начинает свою деятельность большинство организаций. Находясь на начальном уровне, организация обычно не может обеспечить устойчивый процесс разработки и сопровождения ПО. Когда в организации отсутствует культура управления, преимущества применения хороших решений в процессе проектирования исчезают из-за неэффективного планирования и плохой работы систем согласования. Во время кризисных ситуаций в проектах зачастую отбрасываются запланированные процедуры и все усилия фокусируются на написании кода и тестировании.

## Поведенческие характеристики уровней зрелости

Успех целиком зависит от наличия исключительно эффективного менеджера и наличия опытного и квалифицированного коллектива разработчиков. Иногда талантливые и влиятельные менеджеры могут противостоять соблазну игнорировать стандартные плановые процедуры производственного процесса; но если такие менеджеры покидают проект, то они уносят вместе с собой и свое стабилизирующее влияние. Даже самый устойчивый процесс проектирования не сможет противостоять нестабильности, вызванной отсутствием надёжных практик управления. Продуктивность производственного процесса организаций уровня 1 непредсказуема, что вызывается постоянными изменениями или модификациями производственного процесса по мере выполнения работ (т. е. процесс специально создается для каждого проекта). Графики работ, бюджеты, функциональность и качество продукта, как правило, непредсказуемы. Производительность зависит от возможностей отдельных сотрудников и изменяется в зависимости от присущих им навыков, знаний и мотивации. Существует лишь несколько стабильных производственных процессов, а производительность можно прогнозировать только на уровне отдельных сотрудников, но не для организации в целом. По оценкам SEI, в настоящее время около 75% софтверных фирм пребывают на начальном уровне.

## Поведенческие характеристики уровней зрелости

### *Уровень 2 – повторяемый уровень*

На повторяемом уровне установлены политики управления проектом разработки и процедуры их применения. Планирование и управление новым проектом базируется на опыте работы с подобными проектами. Целью достижения уровня 2 является институционализация таких процессов эффективного управления проектами разработки, которые позволяют организациям воспроизводить успешные практики прежних проектов, хотя конкретные процессы различных проектов могут различаться. Эффективный процесс может быть охарактеризован как проверенный на практике, документированный, обязательный к выполнению, обучаемый, измеряемый и открытый для дальнейшего усовершенствования. В проектах организаций второго уровня устанавливаются основные средства управления программным проектом. Реалистичные обязательства по проекту базируются на результатах прежних проектов и на требованиях текущего. Менеджеры проекта отслеживают производственные затраты, выполнение графиков и функциональность продукта; проблемы выполнения обязательств выявляются сразу после их возникновения.

## **Поведенческие характеристики уровней зрелости**

Требования к ПО и созданные на их основе рабочие продукты отслеживаются в системе управления конфигурацией, а их целостность контролируется. Определены стандарты проекта разработки и обеспечено их строгое соблюдение в рамках организации. В ходе проекта разработки проводится работа с субподрядчиками (при их наличии) по налаживанию надежных связей между заказчиком и субподрядчиком. Продуктивность производственного процесса организаций уровня 2 может быть охарактеризована как дисциплинированная, так как планирование и отслеживание проекта разработки стабильно и возможно воспроизведение прежних достижений. Производственный процесс проекта находится под эффективным управлением системы управления проектами и следует реалистичным планам, основанным на результатах прежних проектов. Данный уровень могут обеспечить около 15% организаций. Как показывает практика, переход с первого уровня на второй наиболее сложен, поскольку требует комплексного внедрения основных технологических процедур.

## **Поведенческие характеристики уровней зрелости**

### ***Уровень 3 – определенный уровень***

На определенном уровне, стандартный процесс разработки и сопровождения ПО в рамках организации надежно документирован, включая как процессы программной инженерии, так и управления, и эти процессы интегрированы в единое целое. Этот стандартный процесс в материалах СММ называется стандартным производственным процессом организации. Процессы, установленные на уровне 3, используются (и, по мере необходимости, изменяются) для помощи менеджерам и техническому персоналу в более эффективном выполнении своих задач. При стандартизации своих производственных процессов организация использует эффективные практики программной инженерии. Существует группа, которая ответственна за работы по координации производственного процесса организации, т. е. группа инженерии производственного процесса (SEPG). Реализована общая для организации программа обучения, гарантирующая, что персонал и руководящее звено обладают знаниями и навыками, требующимися для выполнения назначенных им ролей.

## **Поведенческие характеристики уровней зрелости**

Во время работы над проектами выполняется адаптация стандартного производственного процесса организации с целью разработки производственного процесса, учитывающего уникальные характеристики проекта. Этот адаптированный процесс в материалах СММ называется производственным процессом, определенным для проекта. Определенный производственный процесс содержит взаимосвязанный, интегрированный набор четко определенных процессов управления и программной инженерии. В четко определенный процесс должны входить критерии готовности, входные данные, стандарты и процедуры выполнения работы, механизмы контроля (например, экспертные оценки), выходные данные и критерии завершения. Вследствие того, что производственный процесс ясно определен, руководство получает точную картину технического прогресса по всем проектам. Продуктивность производственного процесса организаций третьего уровня может быть охарактеризована как стандартная и согласованная, поскольку и работы по управлению и программной инженерии стабильны и воспроизводимы. В пределах установленных линий продуктов затраты, график работ и реализуемые функциональные возможности находятся под строгим контролем, а качество создаваемого ПО непрерывно отслеживается.

## **Поведенческие характеристики уровней зрелости**

Продуктивность определенного производственного процесса основана на общем для всей организации понимании работ, ролей и сфер ответственности. Этот уровень в состоянии поддерживать 8% софтверных компаний.

### ***Уровень 4 – управляемый уровень***

На управляемом уровне организация устанавливает количественные показатели качества как для программных продуктов, так и для процессов их разработки. Для важных работ производственных процессов всех проектов выполняются измерения продуктивности и качества, как часть организационной программы измерений. Для сбора и анализа данных, получаемых от производственных процессов отдельных проектов, используется корпоративная база данных по производственным процессам. Производственные процессы уровня 4 оснащены инструментальными средствами для проведения точно определенных и согласованных измерений. Эти измерения формируют количественную основу для оценки продуктов и производственных процессов проектов. В ходе проектов контроль над процессами и создаваемыми продуктами достигается путем сужения разброса производительности процессов до приемлемых количественных пределов.

## **Поведенческие характеристики уровней зрелости**

Значимые расхождения в производительности процессов можно отличить от случайных расхождений (шумов), особенно внутри установленных линий продуктов. Риски, связанные с обучением персонала работе в новой прикладной области, известны и управляемы. Продуктивность производственного процесса организаций уровня 4 может быть охарактеризована как предсказуемая, так как процесс функционирует в заданных и измеряемых пределах. Этот уровень продуктивности процесса позволяет организации прогнозировать тенденции развития процесса и качества продукта в пределах заданных количественных ограничений. При превышении этих пределов предпринимаются меры по коррекции ситуации. Создаваемые программные продукты имеют предсказуемо высокий уровень качества. Данного уровня достигло около 1,5% организаций.

## **Поведенческие характеристики уровней зрелости**

### ***Уровень 5 – оптимизирующий уровень***

Находясь на оптимизирующем уровне, вся организация полностью сосредоточена на непрерывном усовершенствовании производственного процесса. Организация обладает средствами профилактического выявления слабых мест процесса и его улучшения с целью предотвращения появления дефектов. Данные по эффективности производственного процесса используются для выполнения стоимостного анализа новых технологий и предлагаемых изменений производственного процесса организации. Выявляются новшества, использующие наилучшие методы программной инженерии, которые затем распространяются на всю организацию в целом. В организациях пятого уровня группы проекта разработки анализируют обнаруженные дефекты и определяют причины их возникновения. Производственные процессы анализируются в целях предотвращения повторения известных типов дефектов, а полученный опыт распространяется на другие проекты.

## **Поведенческие характеристики уровней зрелости**

Продуктивность процесса разработки ПО организаций 5-го уровня может быть охарактеризована как постоянно улучшающаяся, так как организации 5-го уровня зрелости постоянно стремятся улучшить диапазон продуктивности своего производственного процесса, повышая, таким образом, производительность процессов своих проектов. Улучшения происходят как за счет последовательного усовершенствования существующего процесса, так и за счет использования новых технологий и методов. Только 0,5% компаний могут поддерживать столь высокий уровень технологической зрелости.