

Экономика программной инженерии

Барышникова Марина Юрьевна
МГТУ им. Н.Э. Баумана

baryshnikovam@mail.ru

Лекция 1

Основные понятия и особенности
промышленного рынка программных
продуктов. Классификация программных
продуктов. Экономика создания сложных
программных продуктов



Экономика программной инженерии

Лектор – Барышникова Марина Юрьевна

Преподаватели, ведущие лабораторные работы – Барышникова Марина Юрьевна, Силантьева Александра Васильевна (ауд. 513-л)

Структура курса:

Продолжительность курса – 10 недель

Лекции – вторник, 15-40, ауд. 224-л

Практические занятия: вторник

Контрольные мероприятия:

5 нед. – рубежный контроль – 35 б.

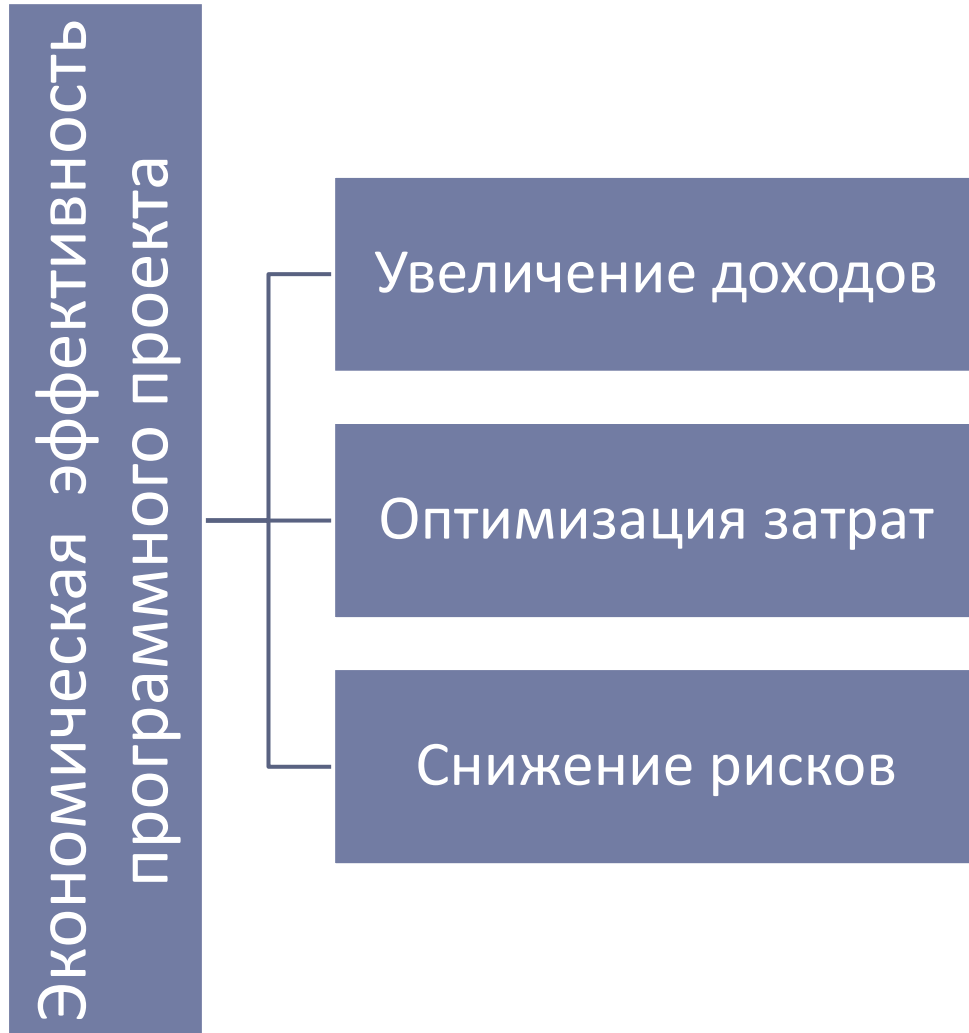
10 нед. – рубежный контроль – 35 б.

12-13 нед. – экзамен по курсу (максимум – 30 баллов)

Информационный ресурс для поддержки курса:
http://e-learning.bmstu.ru/portal_iu7/course/view.php?id=9



Экономика программной инженерии: зачем и о чем?



В ходе реализации своей профессиональной деятельности разработчики информационных технологий (к числу которых относится и программное обеспечение) сталкиваются с рядом проблем:

- ▶ как грамотно, с учетом зарубежных и отечественных стандартов, организовать процесс разработки;
- ▶ как определить и обосновать трудозатраты на создание программной системы (ПС);
- ▶ как аргументировать для заказчика стоимость разработки;
- ▶ как, учитывая условия сложившегося рынка программных продуктов (ПП), обеспечить требуемый уровень рентабельности своего проекта

Экономика программной инженерии: зачем и о чем?

Рыночные
отношения,
возникающие в
ходе производства
и реализации ПО
как товара

- Производство ПО – динамично развивающаяся отрасль. Несмотря на то, что доля IT-отрасли в российском ВВП составляет примерно **2-3%**, это довольно перспективный сектор рынка, а также источник высокооплачиваемых рабочих мест
- Несмотря на пандемию, в 2020 году российский IT-рынок вырос на **14%** до уровня **1,83** трлн. руб., из которых **11%** составляет разработка ПО
- Самыми популярными направлениями в 2020 г. стали искусственный интеллект, облачные сервисы, приложения для удаленной учебы, работы и развлечений, решения для обеспечения информационной безопасности в распределенных корпоративных сетях

Экономика
создания ПО
промышленными
методами

- Проекты по созданию ПО промышленными методами должны начинаться с прогнозирования, анализа и технико-экономического обоснования (ТЭО)
- Экономическое прогнозирование проектов в программной инженерии должно опираться на использование достаточно точных методов для оценивания экономических характеристик производства сложных программных продуктов

Рынок – это...

Рынок – это система экономических отношений, складывающихся в процессе производства, обращения и распределения товаров. Это определенный способ согласования деятельности участников общественного производства; механизм, соединяющий производителя и потребителя на основе спроса и предложения; это саморегулирующаяся и самонастраивающаяся на спрос система



Субъектами рынка являются продавцы и покупатели. Субъекты взаимодействуют на рынке, образуя взаимосвязанный «поток» купли-продажи

Объектами рынка являются товары (услуги) и деньги

Товар – любой продукт производственно-экономической деятельности в материально-вещественной форме

Услуги – итог непосредственного взаимодействия поставщика и потребителя и внутренней деятельности поставщика по удовлетворению потребности потребителя



Российский IT-рынок: некоторые цифры

Крупнейшие IT-компании России 2021

№ 2020	Название компании	Совокупная выручка компании в 2020 г., с НДС, ₽тыс.	Рост выручки 2020/2019, в %	Штатная численность сотрудников в компании на 31.12.2020
1	Ланит	216 810 014	24,8%	14 100
2	OCS Distribution	214 991 706	н/д	2 300
3	EPAM Systems	191 322 847	28,9%	36 737
4	Марвел-Дистрибуция	156 139 390	60,1%	1 232
5	Softline	131 953 000	21,2%	н/д

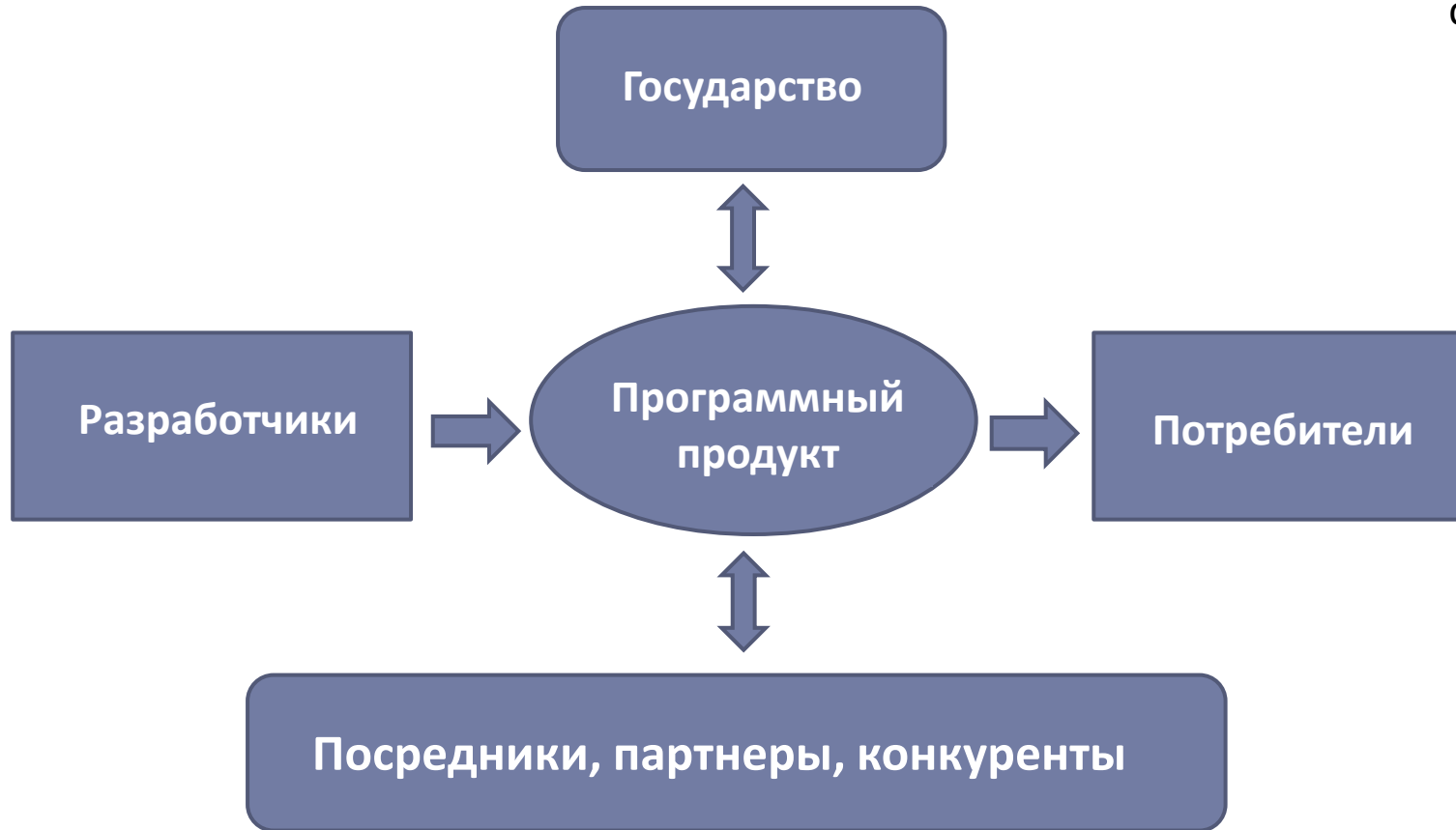
Источник: CNews Analytics, 2021

Российская ассоциация электронных коммуникаций (РАЭК) подсчитала, что в 2020 г. выручка российских интернет-компаний увеличилась на **22%** по сравнению с 2019 г. и достигла **₽6,7 трлн**. Из них **₽349,8** млрд приходится на маркетинг и рекламу, **₽6,07** трлн — на электронную коммерцию, **₽152,3** млрд — на инфраструктуру, а **₽123,4** млрд — на цифровой контент

По данным РАЭК в 2020 году кадровый дефицит в IT-секторе составил **150 тыс.** чел., к 2024 г. эта цифра должна увеличиться до **300 тыс.** чел.

Всего в апреле 2021 г. на портале hh.ru было представлено более **105 тыс.** вакансий в IT-сфере (в Москве — **35,8 тыс.**), из них более **41 тыс.** вакансий предлагалось для программистов и разработчиков ПО. На апрель 2021 г. средняя заработная плата разработчика ПО в Москве составляла **165 449** руб.

Рынок программных продуктов и его участники



Рынок ПО существует при соблюдении следующих условий:

- ▶ наличие реальной потребности у конкретных потребителей (спрос)
- ▶ наличие конечных продуктов у производителей, ориентированных на удовлетворение потребностей в ПО (предложение)
- ▶ развитая сеть посредников между производителями и потребителями
- ▶ наличие экономических и организационно-правовых механизмов, регламентирующих цивилизованное взаимодействие участников



Разработчики (правообладатели)

Факторы, определяющие конкурентоспособность разработчиков и их положение на рынке:

- ▶ отличительные особенности продукции, побуждающие пользователя приобретать именно данный программный продукт
- ▶ цена на программную продукцию или услугу
- ▶ качество продукции с точки зрения удовлетворения существующих потребностей пользователей
- ▶ гибкость производителя, связанная со способностью реагировать на просьбы покупателя по адаптации либо доработке программного продукта
- ▶ время (сроки) реагирования производителя на потребности покупателя (время адаптации и внедрения ПП, продолжительность обучения пользователей, период гарантийного сопровождения, временные условия по модернизации и поставке новых версий и пр.)



Причины, препятствующие развитию рынка со стороны разработчиков

- ▶ Отсутствие начального капитала на развитие фирмы, наработку требуемых заделов, приобретение лицензионного ПО
- ▶ Слабое представление о существующем рынке конкурирующих программных продуктов
- ▶ Ориентация производителей на мелкосерийное производство программных продуктов, разрабатываемых обычно под конкретный заказ
- ▶ Высокая доля фиксированных затрат в структуре издержек и, как следствие, высокие цены на создаваемые программные продукты
- ▶ Использование при разработке пиратских инструментальных программных средств, не позволяющее производителю открыто рекламировать свои продукты, участвовать в выставках и пр.
- ▶ Отсутствие эффективных программных средств защиты от копирования, а также экономических и юридических механизмов, препятствующих этим процессам
- ▶ Отсутствие опыта по представлению ПП в виде законченного продукта и организации маркетинга по его распространению
- ▶ Отсутствие профессиональных менеджеров по продвижению ПП на рынок
- ▶ Незнание или несоблюдение отечественных и международных стандартов по управлению жизненным циклом, качеством и документированием ПП



Потребители

Экономические интересы потребителей, в качестве которых могут выступать государственные (муниципальные) структуры, а также юридические и физические лица, заключаются в приобретении рыночных преимуществ и доходов от использования программных продуктов, либо в удовлетворении в той или иной мере личных потребностей

Проблемы, с которыми сталкиваются потребители при приобретении ПП:

- ▶ отсутствие сформированного спроса на программное обеспечение и четкого представления о технологии использования программных продуктов в практической деятельности
- ▶ низкая информированность потребителей о рынке предлагаемого ПО
- ▶ неспособность четко сформулировать требования к приобретаемым программным продуктам, превышение значимости ценового критерия по сравнению с критерием качества при выборе приобретаемых ПП
- ▶ несоответствие между высокими ценами на программное обеспечение и сиюминутными «выгодами» от его использования
- ▶ незнание, а чаще игнорирование экономических и нормативно-правовых механизмов цивилизованной работы на рынке (ментальность отечественного потребителя не расценивает факт использования нелегальных копий как хищение собственности производителя)



Государство

- ▶ Осуществляет регулирование отношений, возникающих по поводу использования программного обеспечения, посредством создания экономических, организационных и нормативно-правовых механизмов, обеспечивающих цивилизованное взаимодействие участников рынка ПП
- ▶ Интересы государства заключаются, в первую очередь, в получении выгод от надлежащей охраны прав интеллектуальной собственности и повышении эффективности ее использования в интересах развития отраслей экономики

Недостатки государственной политики в сфере регулирования рынка ПП:

- ▶ имеющиеся законы об охране авторских прав, защите интеллектуальной собственности, информации, информатизации и защите информации практически не работают, так как нет эффективных механизмов их конкретного применения
- ▶ существующая система нормативных документов (ГОСТов), регламентирующих жизненный цикл проектирования и документирования программных средств морально устарела и носит рекомендательный характер
- ▶ сертификация как институт, обязывающий создавать программные продукты с определенными параметрами качества, существует преимущественно в добровольной форме и не носит масштабного характера



Посредники

В качестве посредников выступают фирмы, берущие на себя функции маркетинга и распространения программного продукта

Их роль заключается в принятии продукта от разработчика, оценке его готовности к выводу на рынок, осуществлении мероприятий по продвижению ПП и доведению его до конечного пользователя

В рамках этой деятельности разделение функций между разработчиками и посредниками является наиболее эффективным механизмом оптимизации усилий по доставке ПП пользователю, так как в этом случае с разработчика снимается нагрузка по исследованию рынка, рекламе, доставке и пр.

Партнеры

В качестве партнеров могут выступать фирмы, производящие аналогичную продукцию и ориентированные на один и тот же сегмент рынка

Направления сотрудничества:

- ▶ интеграция в сфере приобретения и совместного использования средств производства программного продукта
- ▶ освоение каналов распространения и активизация маркетинговой деятельности



Перспективные направления развития рынка ПО

- ▶ усиление роли государства в части нормативно-правового регулирования рынка, финансовой поддержки небольших коллективов в виде получения грантов, льготных кредитов, налоговых льгот на начальных этапах развития фирм
- ▶ развитие системы сертификации программных систем на соответствие отечественным и международным стандартам, в том числе, введение сертификации ПС в качестве обязательного условия при финансировании работ из бюджетов всех уровней
- ▶ повышение качества и эффективности рекламной деятельности, публикация материалов в популярных компьютерных журналах, участие в специализированных выставках-ярмарках, создание электронных каталогов и их рекламу в Internet
- ▶ развитие сети оптовой торговли программным обеспечением через сеть филиалов, работающих с фирмой-производителем на контрактной основе
- ▶ формирование потребности у пользователей в приобретении качественной, сертифицированной продукции



Программный продукт как товар



Программный продукт вступает в хозяйственный оборот как товар только в случае фиксации его на материальном носителе, однако обладание материальным носителем информации не делает его приобретателя уникальным собственником информации

Программный продукт - это самостоятельное отчуждаемое произведение, представляющее собой публикацию текста программы на языке программирования или в виде исполняемого кода

- ▶ является предметом интеллектуального труда
- ▶ охраняется авторским правом
- ▶ вовлекается в хозяйственный оборот либо посредством коммерциализации (купли-продажи, переуступки прав собственности), либо посредством капитализации (постановки на баланс, инвестирования в основной капитал)



Компьютерные программы как товар

- ▶ Программный продукт – совокупность записанных на носителях данных программных компонентов, являющихся результатом промышленного производства, предназначенных для поставки, передачи или продажи пользователю, снабженных технической документацией, инструкциями по обучению пользователей, а также гарантийными обязательствами по сопровождению и обслуживанию
- ▶ Программный модуль – отдельно компилируемая часть программного кода
- ▶ Программный компонент – это автономный элемент программного обеспечения, предназначенный для многократного использования, который может распространяться для использования в других программах в виде скомпилированного кода
- ▶ Программный комплекс (программная система) – набор взаимодействующих программ, согласованных по функциям и форматам, имеющих единообразные, точно определенные интерфейсы и составляющих полное средство для решения больших задач
- ▶ Коробочный программный продукт – программное обеспечение, предназначенное для неопределенного круга покупателей и поставляемое на условиях «как есть» со стандартными для всех покупателей функциями

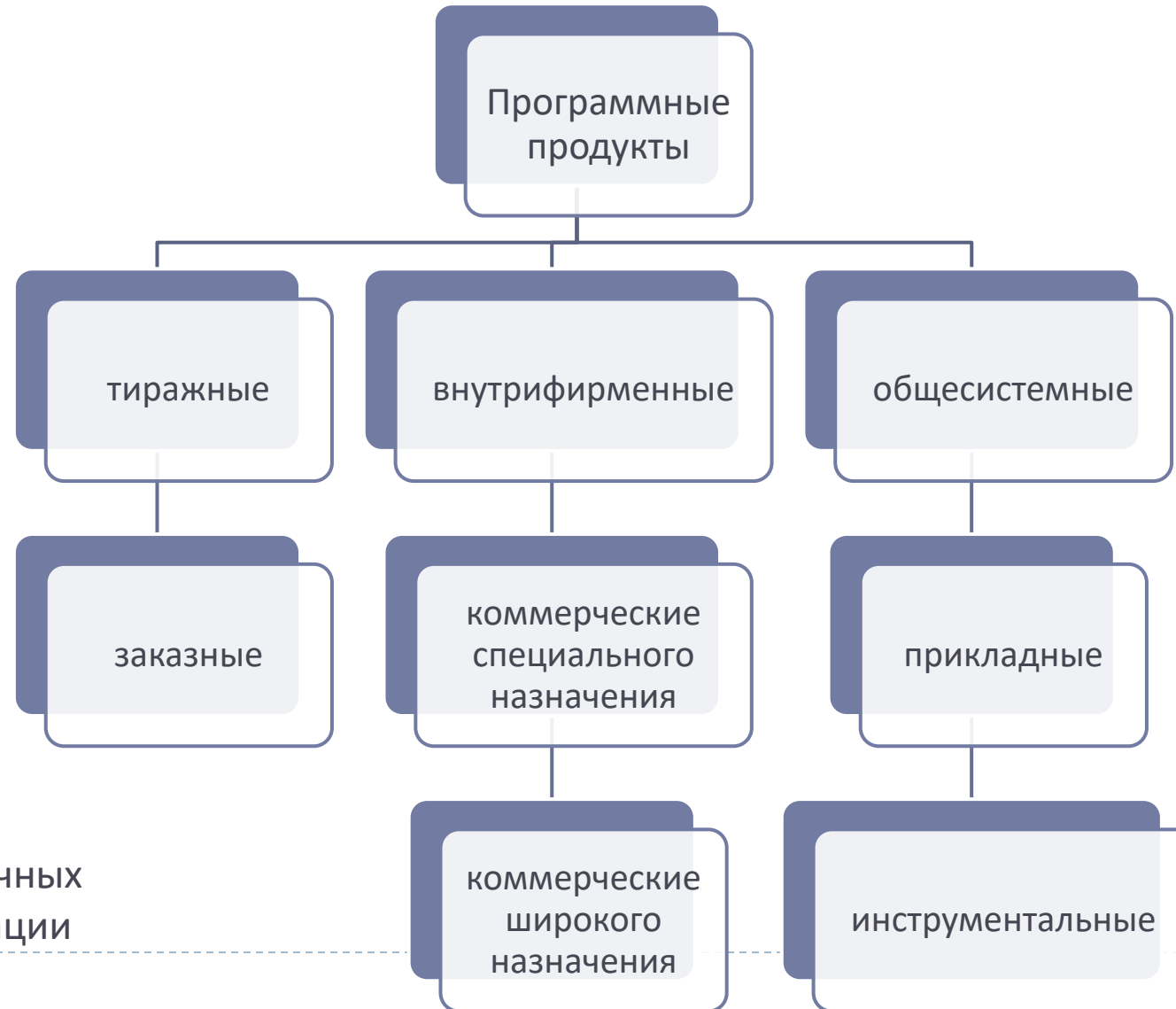


Особенности программного продукта как товара

- ▶ Нематериальная природа существования (ПП нельзя увидеть в процессе конструирования и, следовательно, оперативно повлиять на его реализацию)
- ▶ Возможность неоднократной продажи и участия одновременно в нескольких сделках
- ▶ Сохранение свойств продукта в процессе использования (не исчезает и не изнашивается)
- ▶ Создание продукта в условиях повышенного риска, невозможность точного оценивания временных и финансовых параметров разработки, обусловленная творческим характером труда в процессе интеллектуальной деятельности
- ▶ Относительно низкие затраты на тиражирование по сравнению с высокими затратами на разработку, обусловленные ничтожно малой стоимостью производственных операций на создание копий ПП



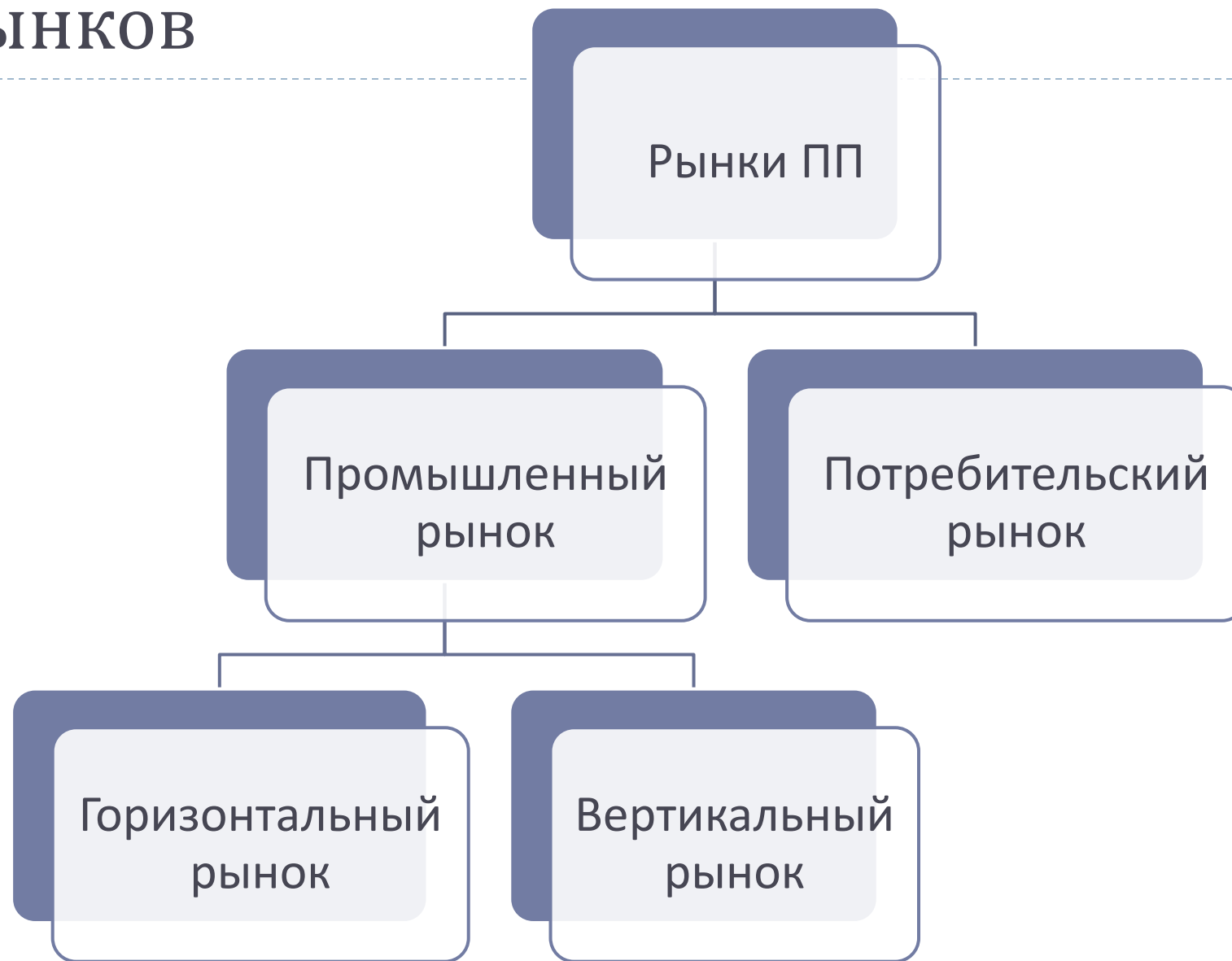
Классификация программных продуктов



Примечание: схема объединяет три различных основания классификации



Виды рынков



Потребительский рынок

Характеризуется наличием товаров и услуг для личного потребления, покупаемых или приобретаемых другим способом отдельными физическими лицами

Количество покупателей в данном сегменте рынка достаточно велико и все они рассматриваются как единая генеральная совокупность

Чаще всего покупатель не осведомлен об истинных характеристиках товара, а больше доверяет рекламе или продавцу-консультанту

Анализ поведения пользователей проводится на представительной выборке. По результатам анализа выявляется среднестатистический потребитель



Промышленный рынок (рынок корпоративных продаж)

Характеризуется наличием множества товаров промышленного назначения, которые могут использоваться как самостоятельно, так и в составе других товаров или услуг, продаваемых, сдаваемых в аренду или поставляемых другим потребителям

Количество участников рынка невелико. Производители и покупатели обладают высокими профессиональными навыками в области ПП, представленных на рынке, а также навыками коммерческой работы

Объектами переговоров и подписания контрактов с каждым конкретным заказчиком являются такие условия сделки как цена, качество, условия поставки и оплаты



Сегменты рынка корпоративных продаж

Горизонтальный рынок представляет собой совокупность различных изделий и/или услуг общего назначения и состоит из широкого спектра отраслей. Субъекты (пользователи) горизонтального рынка имеют потребности в решении проблем общего характера. ПП для горизонтального рынка создаются с высокой степенью универсальности для охвата самого широкого спектра потребителей. Разработка ПО под заказ не предусматривается, а производится выбор оптимального варианта среди конкурирующих между собой продуктов

Вертикальный/отраслевой рынок представлен продукцией конкретного сегмента рынка, охватывающего организации и предприятия определенного профиля деятельности. Рынок структурируется, как правило, на основе принятых в статистической отчетности групп отраслей экономики согласно Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД). ПП для вертикальных рынков являются достаточно специализированными, чтобы максимально соответствовать требованиям компаний выбранной отрасли или подотрасли, и разрабатываются, как правило, под заказ



Бизнес-модели разработки ПО



При реализации программных проектов компании выбирают одну из двух бизнес-моделей деятельности: разработку и продвижение собственных программных продуктов (продуктовая модель) или разработку уникального ПО «под заказ» (заказная модель)

Продуктовая бизнес-модель и ее особенности

- ▶ Использование продуктовой модели основано на способности компании поставить на рынок востребованный продукт и обеспечить его тиражирование и поддержку
- ▶ Малыми ресурсами могут быть созданы инновационные продукты, имеющие большой экономический и коммерческий потенциал
- ▶ Модель более перспективна с точки зрения оценки бизнеса компании-разработчика так как сама компания является непосредственным производителем новых проектов и технологий
- ▶ Модель обеспечивает лучшие условия для получения инвестиций в случае капитализации компании
- ▶ Модель мотивирует компанию-разработчика к пересмотру организационных процессов своей деятельности, а именно к переходу от управления программным проектом к управлению программным продуктом как объектом экономических отношений на рынке



Сравнительный анализ вариантов организации «заказного» программирования

Вариант	Характеристика варианта	
	Достоинства	Недостатки
1. Реализация проекта полностью собственными силами	<ul style="list-style-type: none">1. Знание бизнес-процессов организации2. Меньшие финансовые затраты3. Независимость на этапе эксплуатации	<ul style="list-style-type: none">1. Необходимость наличия достаточно большого количества разработчиков с довольно высоким уровнем квалификации и знанием программного продукта2. Потребность в разработке методологии управления проектом и строгое ее выполнении3. Необходимость решения вопроса дальнейшей занятости сотрудников, выделенных (или нанятых) для реализации проекта
2. Реализация проекта (или его этапов) «под ключ» силами внешней компании	<ul style="list-style-type: none">1. Разработанная и обкатанная методология внедрения2. Опыт внедрения системы на нескольких предприятиях3. «Новый взгляд» на задачи предприятия.4. Способность оказания услуг в области оптимизации системы управления, владение современными методами построения систем управления5. Знание программного продукта6. Штат опытных программистов	<ul style="list-style-type: none">1. Большие финансовые затраты2. Сторонние специалисты не знают особенностей конкретного предприятия, и им требуется время на их изучение3. Проблема поддержки системы на этапе эксплуатации



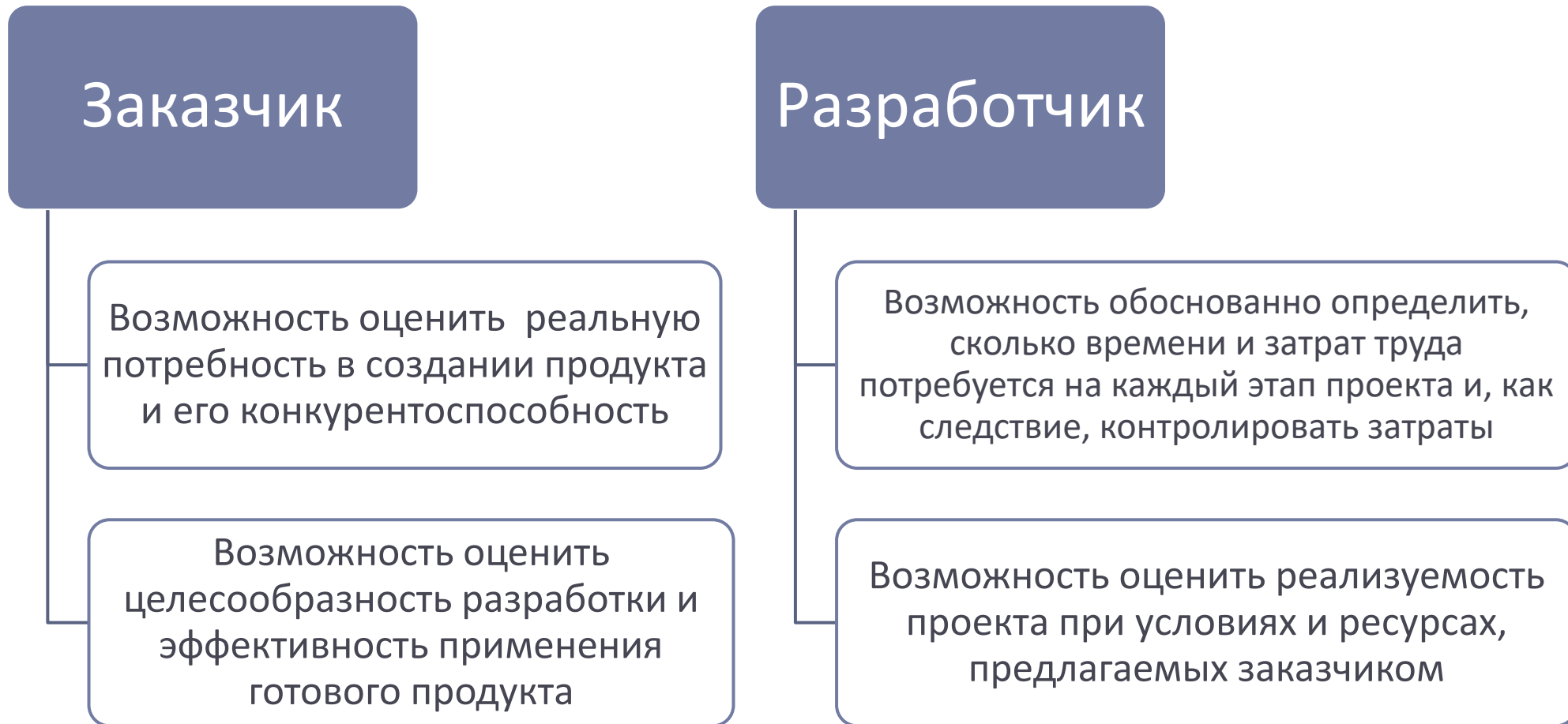
Экономика создания сложных программных продуктов

- ▶ Массовое создание сложных и дорогих программных продуктов промышленными методами и большими коллективами специалистов вызвало необходимость их достоверного экономического прогнозирования и анализа, четкой организации производства, планирования работ по затратам, этапам и срокам реализации
- ▶ Существует потребность в оценивании конкретных факторов, влияющих на экономические характеристики программных проектов, вследствие реально существующих и потенциально возможных ограничений ресурсов и необходимости экономного использования быстро возрастающих капиталовложений в производство сложных комплексов программ различного назначения, характеризующихся высокими требованиями к их качеству

Существующие противоречия при организации процесса производства ПО:



Важность понимания экономических вопросов при реализации сложных технических проектов



Экономический анализ жизненного цикла сложных программных продуктов

Анализ факторов, влияющих на экономику производства конкретных программных продуктов

- целесообразно ли проводить работы над конкретным проектом или следует его прекратить вследствие недостаточности ресурсов специалистов, времени или возможной трудоемкости производства
- при наличии достаточных ресурсов следует ли провести маркетинговые исследования для определения рентабельности проекта с целью поставки программного продукта заказчику или на рынок

Прогнозирование экономических характеристик программных продуктов

- достаточно ли полно и корректно формализованы требования к проекту, на основе которых проводились оценки экономических характеристик, или их следует откорректировать и выполнить повторный анализ с уточненными исходными данными
- есть ли возможность применить готовые повторно используемые компоненты, рентабельно ли их применять в конкретном проекте или весь проект целесообразно разрабатывать как полностью новый



Способы сокращения погрешности оценивания экономических характеристик на начальных этапах разработки

При использовании различных методик оценивания и прогнозирования экономических характеристик, а также при применении формальных методов управления проектами необходимо учитывать следующие факторы:

- ▶ исходные тексты программных компонентов различны по размерам и сложности, и по отдельности не определяют сложность и размер конечного программного продукта
- ▶ разработка сложных продуктов требует творчества и сотрудничества разных специалистов, индивидуальное и групповое поведение которых, как правило, трудно предсказать
- ▶ в области экономики жизненного цикла сложных ПП накоплен относительно небольшой опыт анализа и количественных оценок, и его трудно увеличивать, не обобщая опыт реализованных проектов



Особенности современного производства программного обеспечения

- ▶ Принятие решений на основе анализа альтернатив с учетом максимального соответствия решаемой задаче на основе сопоставления затрат и ожидаемой прибыли
- ▶ Применение управляемого процесса разработки ПО, основанного на использовании измеримых количественных характеристик и эффективной организации командной работы
- ▶ Выполнение широкого спектра задач, начиная с исследований, разработки, проектирования, производства, тестирования, внедрения, эксплуатации и управления, и заканчивая продажами, консультированием и обучением
- ▶ Широкое использование инструментальных средств
- ▶ Ориентация на повторное использование (reuse) результатов проектирования и проектных артефактов



Технологизация производства программного обеспечения

Технологизация производства позволяет:

- ▶ автоматизировать нетворческие, технические и рутинные операции и этапы
- ▶ облегчать творческие процессы за счет отбора, обработки и отображения информации, необходимой для принятия творческих решений

Вывод: Даже при сокращении суммарных затрат на разработку программных компонентов за счет автоматизации нетворческого труда, все более определяющей для экономических характеристик создания программных продуктов становится доля затрат на творческий труд и возрастают требования к творческим способностям при отборе и обучении специалистов

На каждом этапе должен проводиться поиск эффективных технических и экономических решений реализации проекта, исследование и сопоставление альтернативных решений, которые должны приводить к достижению поставленных целей производства программного продукта



Структура трудозатрат при производстве сложных программных продуктов

- ▶ поиск альтернативных решений, новых методов и способов реализации заданных требований
- ▶ формирование и декомпозиция этих требований

Вывод: основную долю трудозатрат составляет творчество специалистов – разработчиков ПО, причем в перспективе, несмотря на автоматизацию и повышение инструментальной оснащенности производства, доля творческого труда при создании полностью новых сложных программных продуктов будет возрастать

По мере повышения квалификации коллективов и автоматизации творческой части труда следует ожидать асимптотического приближения проектов к предельным значениям относительных экономических характеристик новых разработок. Эти значения определяются интеллектуальными возможностями человека по интенсивности принятия творческих решений. Им соответствуют наличие предельных значений производительности труда и длительности разработки сложных комплексов программ



Список литературы

- ▶ Липаев В.В. Экономика производства программных продуктов. – М.: из-во «СИНТЕГ», 2011
- ▶ Ехлаков Ю.П. Управление программными проектами. – Томск.: Из-во «ТУСУР», 2015
- ▶ Ехлаков Ю.П. , Бараксанов Д.Н. , Янченко Е.А. Модели управления жизненным циклом программного продукта. – Томск.: Из-во «ТУСУР», 2013
- ▶ Орлов С.А. Технологии разработки программного обеспечения. – СПб.: из-во «Питер», 2002
- ▶ Архипенков С. Лекции по управлению программными проектами. – М., 2009
- ▶ Фредерик Брукс. Мифический человеко-месяц или как создаются программные системы. Пер. с англ. – СПб.: из-во «Символ», 2001
- ▶ Уокер Ройс. Управление проектами по созданию программного обеспечения. Пер. с англ. – М.: из-во «Лори», 2002
- ▶ Роберт Т. Фатрелл, Дональд Ф. Шафер, Линда И. Шафер. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат. Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2003



Список литературы

- ▶ Кент Бек. Экстремальное программирование. Пер. с англ. – СПб.: из-во «Питер», 2002
- ▶ Якобсон А., Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. Пер. с англ. – СПб.: из-во «Питер», 2002
- ▶ Стив Макконнелл. Остаться в живых! Руководство для менеджера программных проектов. Пер. с англ. – СПб.: из-во «Питер», 2006
- ▶ Фергус О'Коннэл. Как успешно руководить проектами. Серебряная пуля. Пер. с англ. – М.: из-во «Кудиц-образ», 2003
- ▶ Дж. Филипс. Менеджмент IT- проектов: на пути от старта до финиша. Пер. с англ. – М.: из-во «Лори», 2008
- ▶ Стив Макконнелл. Сколько стоит программный проект. Пер. с англ. – СПб.: из-во «Питер», 2007
- ▶ Эдвард Йордон. Путь камикадзе: как разработчику программного обеспечения выжить в безнадежном проекте. Пер. с англ. - М.: из-во «Лори», 2001
- ▶ Оценка и аттестация зрелости процессов создания и сопровождения программных средств и систем (ISO/IEC TR 15504 – CMM). Пер. с англ. – М.: Книга и бизнес, 2001
- ▶ Рейнвотер Дж. Как пасти котов. Наставления для программистов, руководящих другими программистами. – СПб.: Питер, 2006

