Экономика программной инженерии

Барышникова Марина Юрьевна
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Каф. ИУ-7

baryshnikovam@mail.ru

Лекция 8

Оценка размера программного продукта на основе метода функциональных точек

Хорошей считается оценка, которая обеспечивает достаточно ясное представление реального состояния проекта и позволяет руководителю проекта принимать хорошие решения относительно того, как управлять проектом для достижения целей

Стив Макконнелл

Функционально-ориентированные метрики измерения программного продукта

- Функционально-ориентированные метрики косвенно измеряют программный продукт и процесс его разработки
- При этом рассматривается не размер, а функциональность или полезность продукта с точки зрения пользователя
- В качестве количественной характеристики применяется понятие количества функциональных точек FP (function points)

Будущая система описывается с использованием методологии структурного анализа и проектирования как многоуровневая графическая модель, представленная в виде иерархической совокупности взаимосвязанных функциональных диаграмм пользовательских бизнес-процессов (IDEF0-диаграмм). Каждый из бизнес-процессов включает в себя входные и выходные данные, преобразования и внешние интерфейсы. Декомпозиция бизнес-процессов производится до некоторой элементарной функции, реализация которой возможна в виде отдельного программного компонента. При декомпозиции следует учитывать все логические преобразования с данными

Метод функциональных точек

Функциональная точка - это единица измерения, выражающая объем бизнес-функциональности, которую программная система предоставляет пользователю

Функциональность программы связана с обработкой информации по запросу пользователя и не зависит от применяемых технических решений. Пользователи — это отправители и целевые получатели данных, ими могут быть как реальные люди, так и смежные интегрированные программно-технические системы

Определение числа функциональных точек является методом количественной оценки размера и сложности программной системы с точки зрения функций, которые система предоставляет пользователю

Метод функциональных точек позволяет:

- оценивать категории пользовательских бизнес-функций
- определять количество и сложность входных и выходных данных, их структуру, а также внешние интерфейсы, которые связаны с программной системой
- преодолеть трудности получения LOC – оценок на ранних стадиях жизненного цикла

Метод функциональных точек: историческая справка

Функциональные точки (function points) были впервые предложены в качестве метрики измерения размера программного продукта сотрудником компании IBM Аланом Альбрехтом (Allan Albrecht) в 1979 г. Постепенно метод функциональных точек превратился в индустриальный стандарт, и в 1986 г. для его поддержки и развития была создана некоммерческая организация IFPUG (International Function Point User Group)

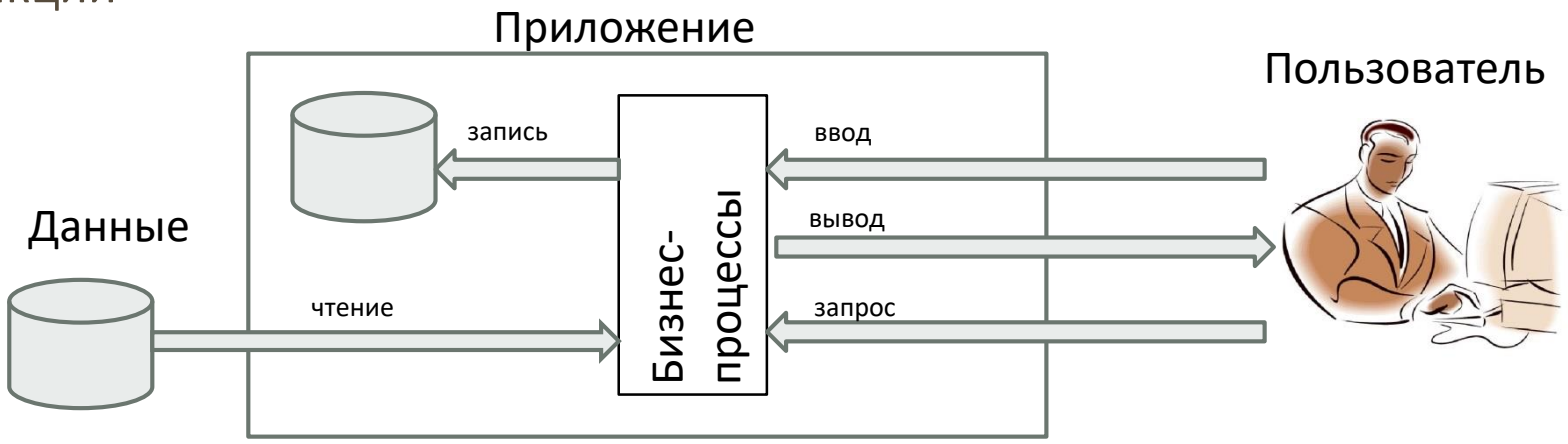
Причины популярности метода

- Применение функциональных точек основано на изучении требований, поэтому оценка необходимых трудозатрат может быть выполнена на самых ранних стадиях работы над проектом и далее будет уточняться по ходу жизненного цикла
- Явная связь между требованиями к создаваемой системе и получаемой оценкой позволяет заказчику понять, за что именно он платит, и во что выльется изменение первоначального задания

Методика оценки трудоемкости разработки ПО на основе функциональных точек

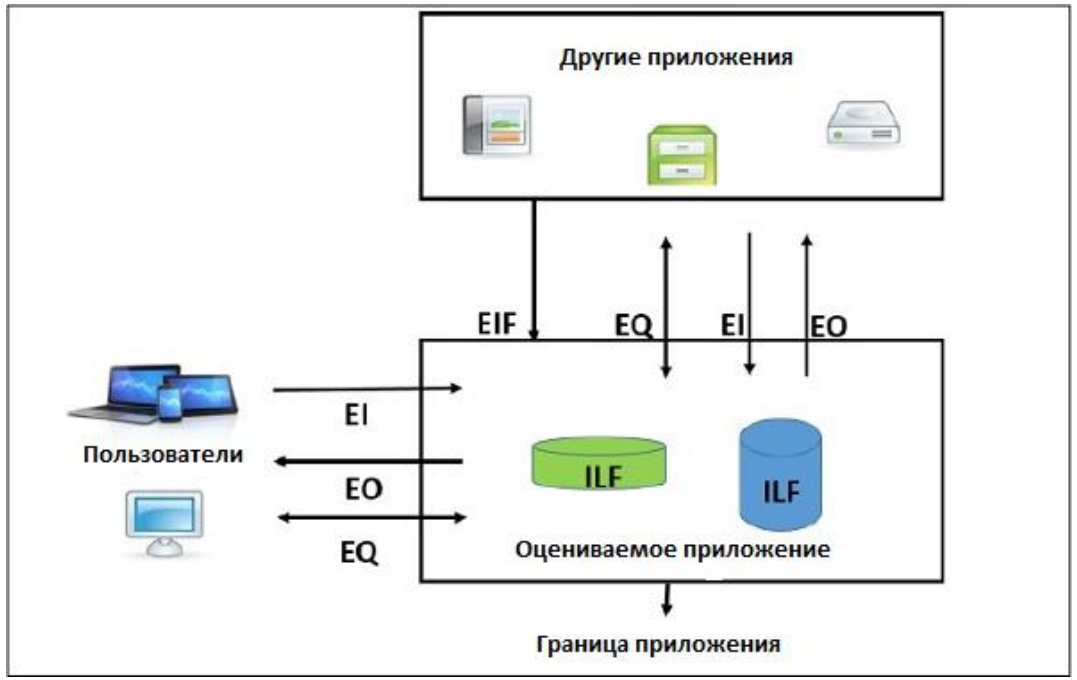
Так как функциональные точки являются мерой оценки функциональности, т.е. полезности программного средства (ПС) с позиции пользователя, то общая функциональность измеряется путем:

- анализа логических групп данных, которые используются и поддерживаются приложением и характеризуют функциональность данных
- анализа вводимой и выводимой пользователем информации, т.е. функциональности совершаемых транзакций



Функциональность программного средства = Функциональность данных + Функциональность транзакций

Модель приложения для измерения функциональных точек



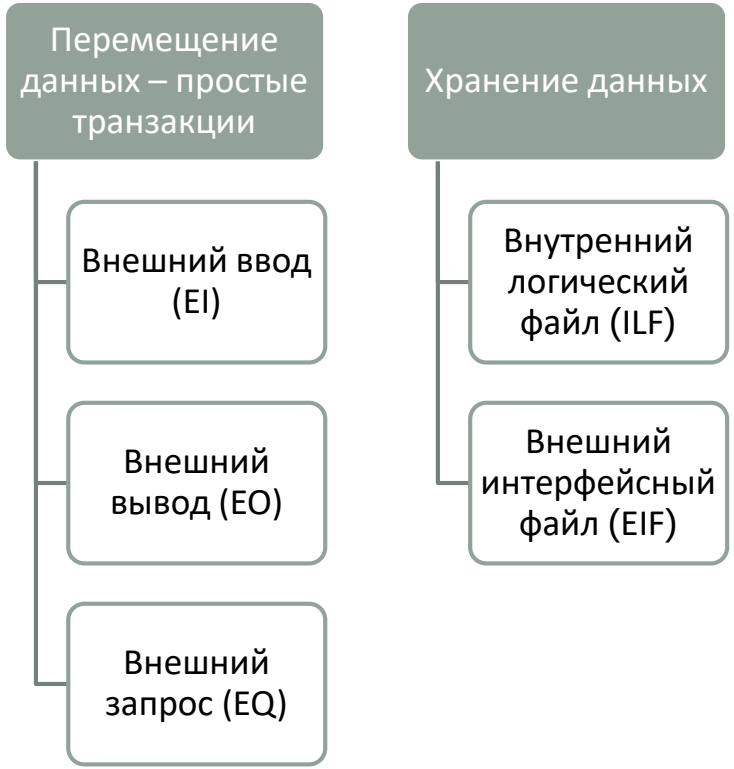
1. Измерение функциональности следует начинать с определения границ ПС, для чего надо ответить на вопросы:
- где располагается «граница системы», через которую проходят транзакции передаваемые или принимаемые продуктом, с точки зрения пользователя
- какие данные поддерживаются системой, а какие являются внешними по отношению к ней

Функции данных состоят из внутренних и внешних ресурсов, которые влияют на систему. Среди них следует выделять **внутренние логические файлы** (ILF) и **внешние интерфейсные файлы** (EIF)

2. На следующем шаге необходимо определить элементарные процессы (наименьшие единицы функциональных требований), которые:
- имеют значение для пользователя
- представляют собой законченную транзакцию, оставляющую оцениваемое приложение в согласованном состоянии

Функции транзакции состоят из процессов, которыми измеряемое приложение обменивается с пользователем и другими внешними приложениями. К ним относятся **внешние вводы** (EI), **внешние выводы** (EO) и **внешние запросы** (EQ)

Функциональные типы данных и типы транзакций, используемые в методе функциональных точек



Транзакция — это элементарный процесс, различаемый пользователем и перемещающий данные между внешней средой и программным приложением.
В своей работе транзакции используют внутренние и внешние файлы

Внешний ввод (EI, транзакция, получающая данные от пользователя) — элементарный процесс, перемещающий данные из внешней среды в приложение. Данные могут поступать с экрана ввода или из другого приложения. Данные могут содержать как управляющую, так и деловую информацию. Обрабатываемые данные могут соответствовать одному или нескольким внутренним логическим файлам

Внешний вывод (EO, транзакция передающая данные пользователю) — элементарный процесс, перемещающий данные, вычисленные в приложении, во внешнюю среду и связанный с созданием и/или обработкой выходной информации приложения — выходного отчета, документа, экранной формы

Внешний запрос (EQ, интерактивный диалог с пользователем, требующий от него каких-либо действий) — элементарный процесс, состоящий из комбинации «запрос/ответ», не связанный с вычислением производных данных или обновлением внутренних логических файлов (базы данных)

Внутренний логический файл (ILF, информация, которая используется во внутренних взаимодействиях системы) — выделяемые пользователем логически связанные группы данных или блоки управляющей информации, которые поддерживаются внутри продукта и обслуживаются через внешние вводы

Внешний интерфейсный файл (EIF, файлы, участвующие во внешних взаимодействиях с другими системами) — выделяемые пользователем логически связанные группы данных или блоки управляющей информации, на которые ссылается продукт, но которые поддерживаются вне продукта

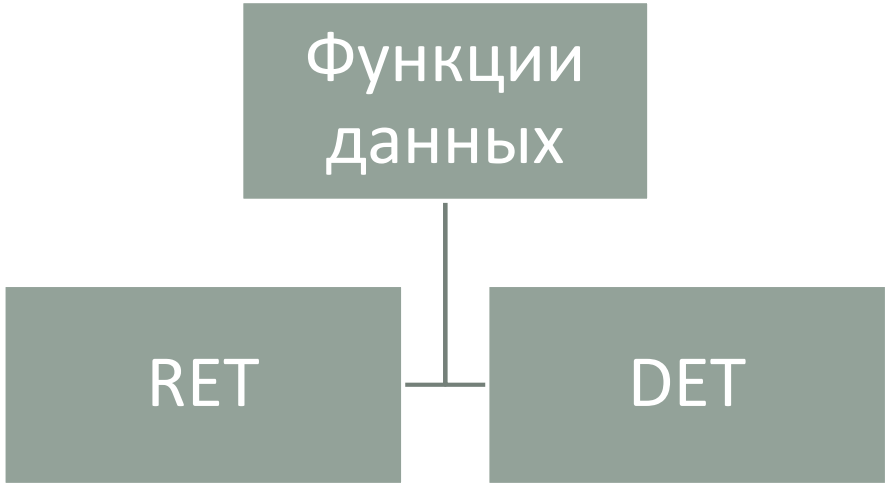
Источники данных

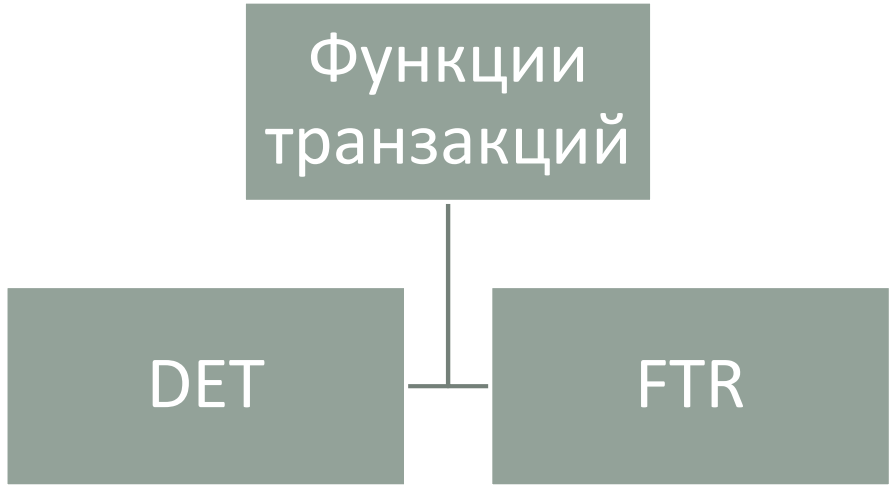
Тип транзакции	Элементы данных
Внешние вводы (элементарные процессы, в которых данные пересекают границу ПС снаружи внутрь)	Необходимо учитывать вводы с различных внешних устройств, органов управления, датчиков и т.п. в системах реального времени, а также дополнительные вводы из других приложений. Такие вводы должны обновлять внутренние логические файлы рассматриваемого ПС
Внешние выводы (элементарные процессы, в которых данные пересекают границу ПС изнутри наружу)	Файлы, продуцируемые в данном бизнес-процессе для передачи другим бизнес-процессам либо за пределы программной системы; единицы деловой информации, предназначенные для конечных пользователей, оформленные в виде экранных форм либо бумажных документов. Например, поля данных в отчетах, вычисляемые значения, сообщения об ошибках
Внешние запросы (элементарные процессы, в которых данные пересекают границу ПС в обе стороны в ходе диалога)	Источниками информации для определения внешних запросов являются форматы экранов и диалогов ввода-вывода, а также любые другие формы ввода-вывода данных в ПС, осуществляемые в диалоговом режиме. Вводимые элементы: поле, используемое для поиска, щелчок мыши. Выводимые элементы — отображаемые на экране поля

Внутренние и внешние файлы

- Внутренние логические файлы (ILF) и внешние интерфейсные файлы (EIF) являются логически связанными группами данных, которые представлены в виде файлов, таблиц баз данных и пр.
- Оба эти типа файлов могут использоваться приложением при генерации внешних выводов (EO), а также при обслуживании внешних запросов (EQ). Разница между ними состоит лишь в том, что ILF поддерживаются самим рассматриваемым ПС путем использования внешних вводов (EI), а EIF поддерживаются каким-либо другим ПС
- Внешние интерфейсные файлы обычно используются в пределах оцениваемой системы только для справочных целей

Детализация показателей оценки





RET (тип элемента записи) – это распознаваемая пользователем подгруппа элементов данных во внутреннем или внешнем файле или количество различных используемых форматов записей

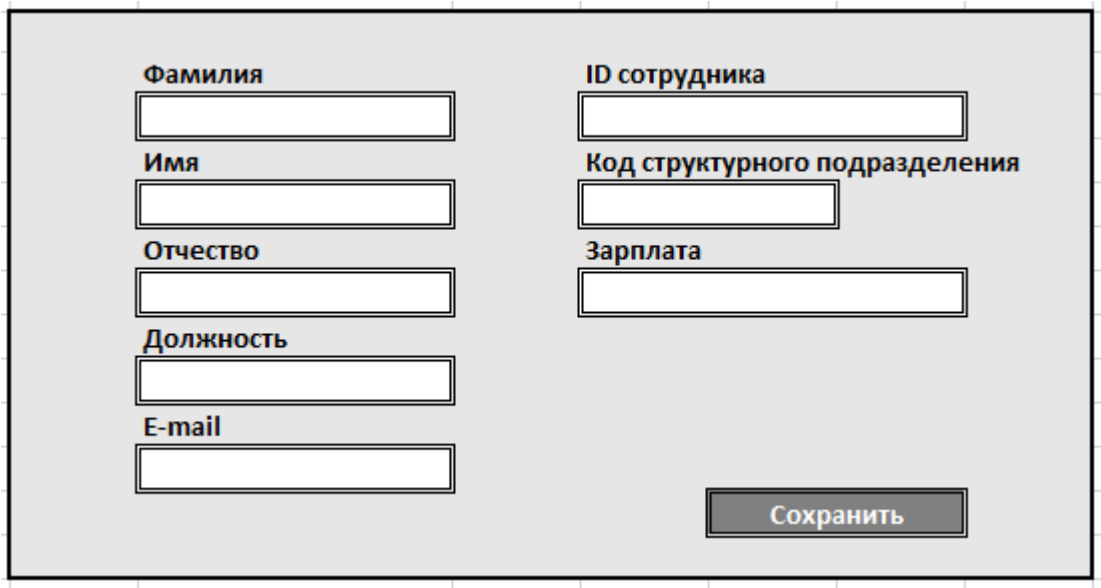
DET (тип элемента данных) – это уникальное распознаваемое пользователем, нерекурсивное (неповторяющееся) поле данных

FTR (файл типа ссылки) – это тип файла, на который ссылается транзакция. FTR позволяет подсчитать количество различных файлов (информационных объектов) типа ILF и/или EIF модифицируемых или считываемых в транзакции

Информационные характеристики, используемые в методе функциональных точек

- *Количество внешних вводов.* Подсчитываются все вводы пользователя, по которым поступают разные прикладные данные, при этом вводы должны быть отделены от запросов, которые подсчитываются отдельно
- *Количество внешних выводов.* Подсчитываются все выводы, по которым к пользователю поступают результаты, вычисленные программным приложением. В этом контексте выводы означают отчеты, экраны, распечатки, сообщения об ошибках. Индивидуальные единицы данных внутри отчета отдельно не подсчитываются
- *Количество внешних запросов.* Под запросом понимается диалоговый ввод, который приводит к немедленному программному ответу в форме диалогового вывода. При этом диалоговый ввод в приложении не сохраняется, а диалоговый вывод не требует выполнения вычислений. Подсчитываются все запросы — каждый учитывается отдельно
- *Количество внутренних логических файлов.* Подсчитываются все логические файлы (то есть логические группы данных, которые могут быть частью базы данных или отдельным файлом)
- *Количество внешних интерфейсных файлов.* Подсчитываются все логические файлы из других приложений, на которые ссылается данное приложение

Кейс 1: Пример подсчета функции данных



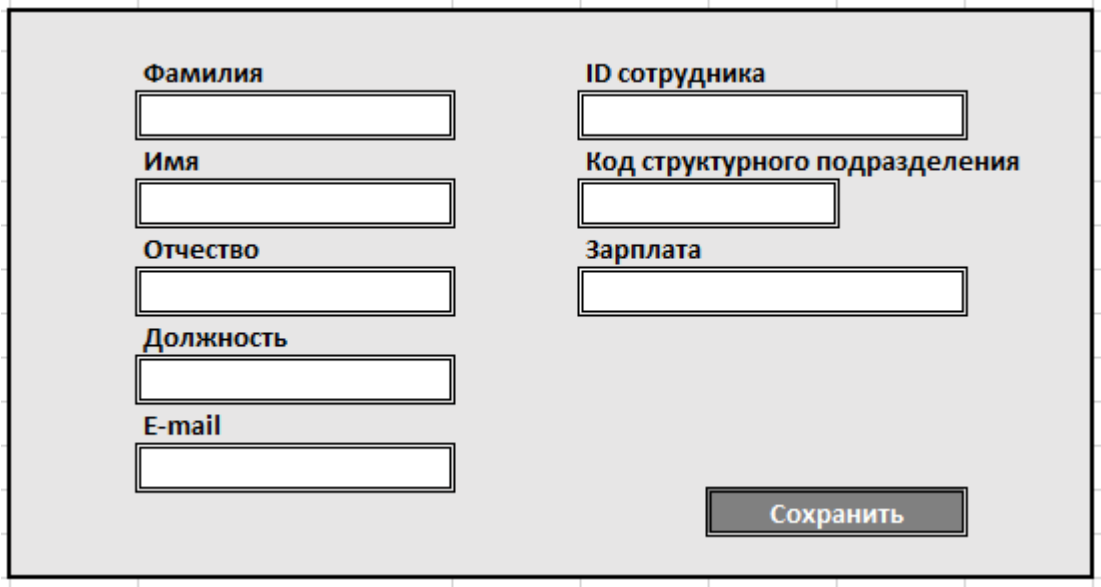
Постановка задачи: Рассмотрим приложение, в котором имеется компонент системы, который отслеживает и хранит информацию о сотрудниках организации.
Информация о каждом сотруднике описывается следующими полями: фамилия, имя, отчество, должность, адрес электронной почты, идентификационный номер сотрудника, код структурного подразделения и размер заработной платы.
Все эти данные хранятся в пределах приложения в одном файле базы данных с именем «Сотрудник».
Учитывая эту информацию, данная транзакция данных будет идентифицироваться как внутренний логический файл.
Определить для него количество DET и RET

Для описания типа «Сотрудник» используется 8 уникальных полей, следовательно **DET** = 8

Так как вся информация хранится в одном файле или таблице в базе данных, то **RET** = 1

Если предположить, что информация о зарплате, соответствующей данной должности согласно штатному расписанию для указанного структурного подразделения, должна храниться во вторичной таблице с кодом структурного подразделения в качестве внешнего ключа, то в этом случае количество **RET** будет равно 2

Кейс 2: Пример подсчета функции транзакции



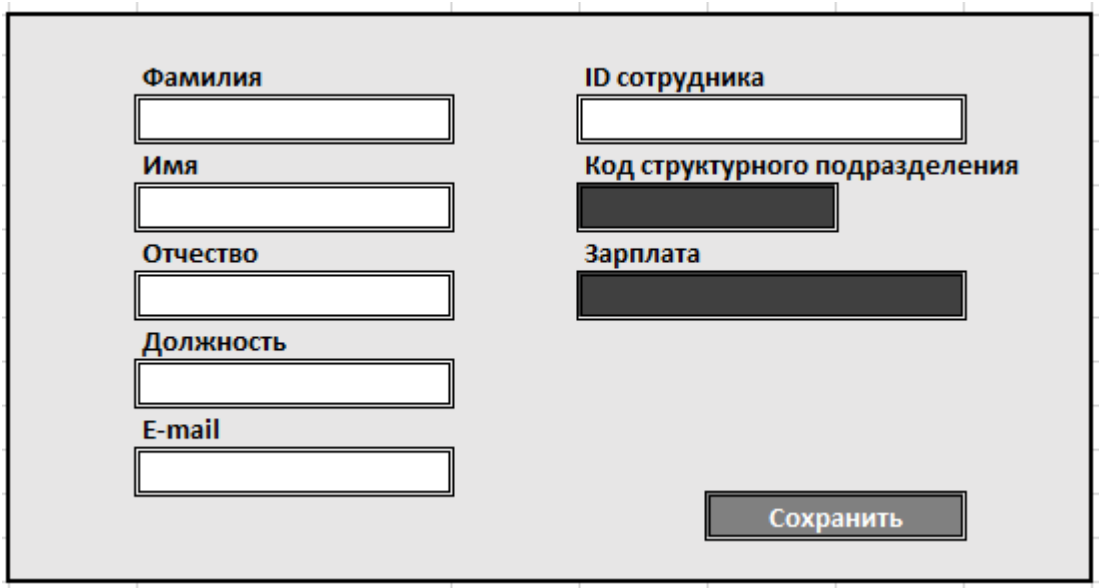
Из приведенной экранной формы следует, что она позволяет пользователю приложения создать нового сотрудника в приложении. Наличие кнопки «Сохранить» позволяет идентифицировать этот экран как входной, для которого нам нужно подсчитать количество DET и FTR

Форма содержит 8 уникальных полей, для оценки которых используется 8 DET.

Есть также еще один элемент, который считается как DET на данном экране. Это кнопка «Сохранить», нажатие на которую фактически инициирует транзакцию, позволяя системе поддерживать внутренний файл (отправляет данные в базу данных для безопасного хранения). Итак, на этом **общее количество DET** на этом экране равно **9**

Все введенные с помощью указанной формы данные относятся к информации об одном сотруднике в базе данных, следовательно при нажатии кнопки «Сохранить» они будут «перенесены» в одну запись во внутреннем файле, следовательно **FTR = 1**

Кейс 3: Взаимодействие с внешними файлами и запросы



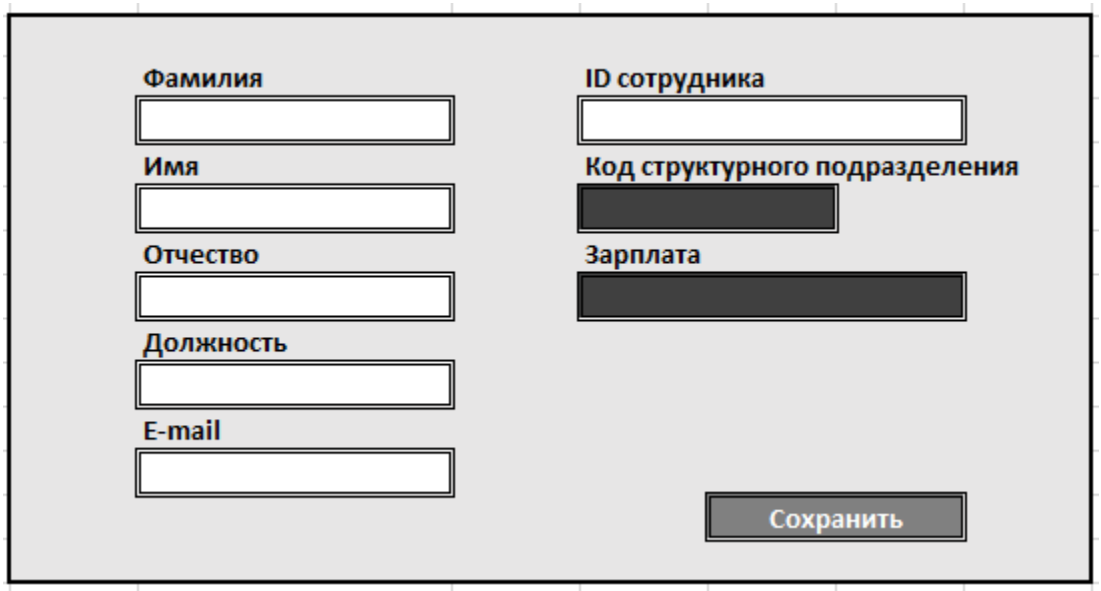
Примечание: поля «Зарплата» и «Код структурного подразделения» доступны только для чтения

Предположим, что данные для полей «Зарплата», «Код структурного подразделения» теперь будут поставляться в нашу систему с помощью существующих данных, которые хранятся в системе бухгалтерского учета компании, вместо того, чтобы требовать от пользователя ввести эти данные. Номер сотрудника (ID), который пользователь вводит в нашу новую систему, заставит транзакцию «получить» необходимые данные из бухгалтерской системы. Мы по-прежнему предполагаем, что все данные будут храниться в пределах оцениваемого приложения, в одном файле базы данных с именем «Сотрудник»

Учитывая эту информацию, эта транзакция данных теперь включает в себя 2 файла – внутренний файл, который поддерживает новое приложение, и внешний файл, в котором 2 поля «выбираются» из системы бухучета, которая отвечает за хранение указанных данных. Таким образом мы определяем, что **внутренний файл** имеет **1 RET и 6 DET,** а **внешний файл – 1 RET и 2 DET**

И для **внутреннего логического** файла**,** и для **внешнего интерфейсного** файла**,** количество **FTR** будет равно **1**

Кейс 4: Подсчет функции транзакции для запроса



Запрос также состоит из **1 FTR**, так мы предполагаем, что **2 DET**, «выбранные» из системы бухгалтерского учета, содержатся в одной таблице этой системы

В случае, если значения полей «Зарплата», «Код структурного подразделения» выбираются из системы бухгалтерского учета компании на основании ID сотрудника, то когда пользователь нажимает кнопку «Сохранить» происходит обращение к этой внешней системе. Такой тип транзакции называется внешним запросом. В этой немного более сложной системе нажатие кнопки сохранения запускает две транзакции: во-первых, система обращается системе бухучета и извлекает из нее некоторые данные, во-вторых, сохраняет данные, введенные конечным пользователем, и данные, полученные извне в одном FTR

Подобно счетчику функций данных (кейс 3), счетчик функций транзакций теперь разделен на две части: внешний ввод и внешний запрос

Порядок расчета трудоемкости разработки ПО

- определение количества функциональных типов данных для приложения
- определение количества связанных с каждым функциональным типом элементарных данных (DET), элементарных записей (RET) и файлов типа ссылок (FTR)
- определение сложности (в зависимости от количества DET, RET и FTR)
- подсчет количества функциональных точек приложения
- подсчет количества функциональных точек с учетом общих характеристик системы
- оценка трудоемкости разработки (с использованием различных статистических данных)

Определение количества и сложности функциональных типов для транзакций

- Количество функциональных типов для транзакций (входных элементов приложения, выходных элементов приложения и внешних запросов) определяется на основе выявления входных и выходных документов, экранных форм, отчетов, а также по диаграммам классов
- Далее для каждого выявленного функционального типа (EI, EO или EQ) определяется его сложность (низкая, средняя или высокая), которая зависит от количества связанных с этим функциональным типом DET, RET и FTR

Еще раз про DET, RET, FTR

- **DET** – это уникальное распознаваемое пользователем, нерекурсивное (неповторяющееся) поле данных
- **RET** – самая большая идентифицируемая пользователем логическая группа данных внутри ILF или EIF
- **FTR** – это тип файла, на который ссылается транзакция. FTR позволяет подсчитать количество различных файлов (информационных объектов) типа ILF и/или EIF модифицируемых или считываемых в транзакции

Ранг и оценка сложности внутренних логических файлов

Типы элементов-записей (RET)	Элементы данных (DET)		
	1-19	20-50	>50
1	Низкий (7)	Низкий (7)	Средний (10)
2-5	Низкий (7)	Средний (10)	Высокий (15)
>5	Средний (10)	Высокий (15)	Высокий (15)

Ранг и оценка сложности внешних интерфейсных файлов

Типы элементов-записей (RET)	Элементы данных (DET)		
	1-19	20-50	>50
1	Низкий (5)	Низкий (5)	Средний (7)
2-5	Низкий (5)	Средний (7)	Высокий (10)
>5	Средний (7)	Высокий (10)	Высокий (10)

Правила расчета DET для внешних вводов

В качестве DET (data element types) для внешних вводов (EI) учитываются:

- каждое нерекурсивное поле, принадлежащее внутреннему логическому файлу (ILF) (или поддерживаемое им) и обрабатываемое во вводе
- каждое поле, которое пользователь хотя и не вызывает, но оно через процесс ввода поддерживается во внутреннем логическом файле (ILF)
- логическое поле, которое физически представляет собой множество полей, но воспринимается пользователем как единый блок информации
- группа полей, которые появляются во внутреннем логическом файле (ILF) более одного раза, но в связи с особенностями алгоритма их использования воспринимаются как один DET
- группа полей, которые фиксируют ошибки в процессе обработки или подтверждают, что обработка закончилась успешно
- действие, которое может быть выполнено во вводе

Ранг и оценка сложности внешних вводов

Ссылки на файлы (FTR)	**Элементы данных (DET)**		
	1-4	**5-15**	**>15**
0-1	Низкий (3)	Низкий (3)	Средний (4)
2	Низкий (3)	Средний (4)	Высокий (6)
>2	Средний (4)	Высокий (6)	Высокий (6)

Правила расчета DET для внешних выводов

В качестве DET для внешних выводов (EO) учитываются:

- каждое распознаваемое пользователем нерекурсивное поле, участвующее в процессе вывода
- поле, которое физически отображается в виде нескольких полей его составляющих, но используется как единый информационный элемент
- каждый тип метки и каждое значение числового эквивалента при графическом выводе
- текстовая информация, которая может содержать одно слово, предложение или фразу

Примечание: переменные, определяющие номера страниц или генерируемые системой логотипы не являются элементами данных

Ранг и оценка сложности внешних выводов

Ссылки на файлы (FTR)	**Элементы данных (DET)**		
	1-4	**5-19**	**>19**
0-1	Низкий (4)	Низкий (4)	Средний (5)
2-3	Низкий (4)	Средний (5)	Высокий (7)
>3	Средний (5)	Высокий (7)	Высокий (7)

Правила расчета DET для внешних запросов

В качестве DET для внешнего запроса (EQ) **по входу** учитываются:

- каждое распознаваемое пользователем нерекурсивное поле, появляющееся во вводной части запроса
- каждое поле, которое определяет критерий выбора данных
- группа полей, в которых выдаются сообщения о возникающих ошибках в процессе ввода информации или подтверждающих успешное завершение процесса ввода
- группа полей, которые позволяют выполнять запросы

В качестве DET для внешнего запроса (EQ) **по выходу** учитываются:

- каждое распознаваемое пользователем нерекурсивное поле, которое появляется в выводной части запроса
- логическое поле, которое физически отображается как группа полей, однако воспринимается пользователем как единое поле
- группа полей, которые в соответствии с методикой обработки могут повторяться во внутреннем логическом файле (ILF)

Примечание: колонтитулы или генерируемые системой иконки не учитываются как DET

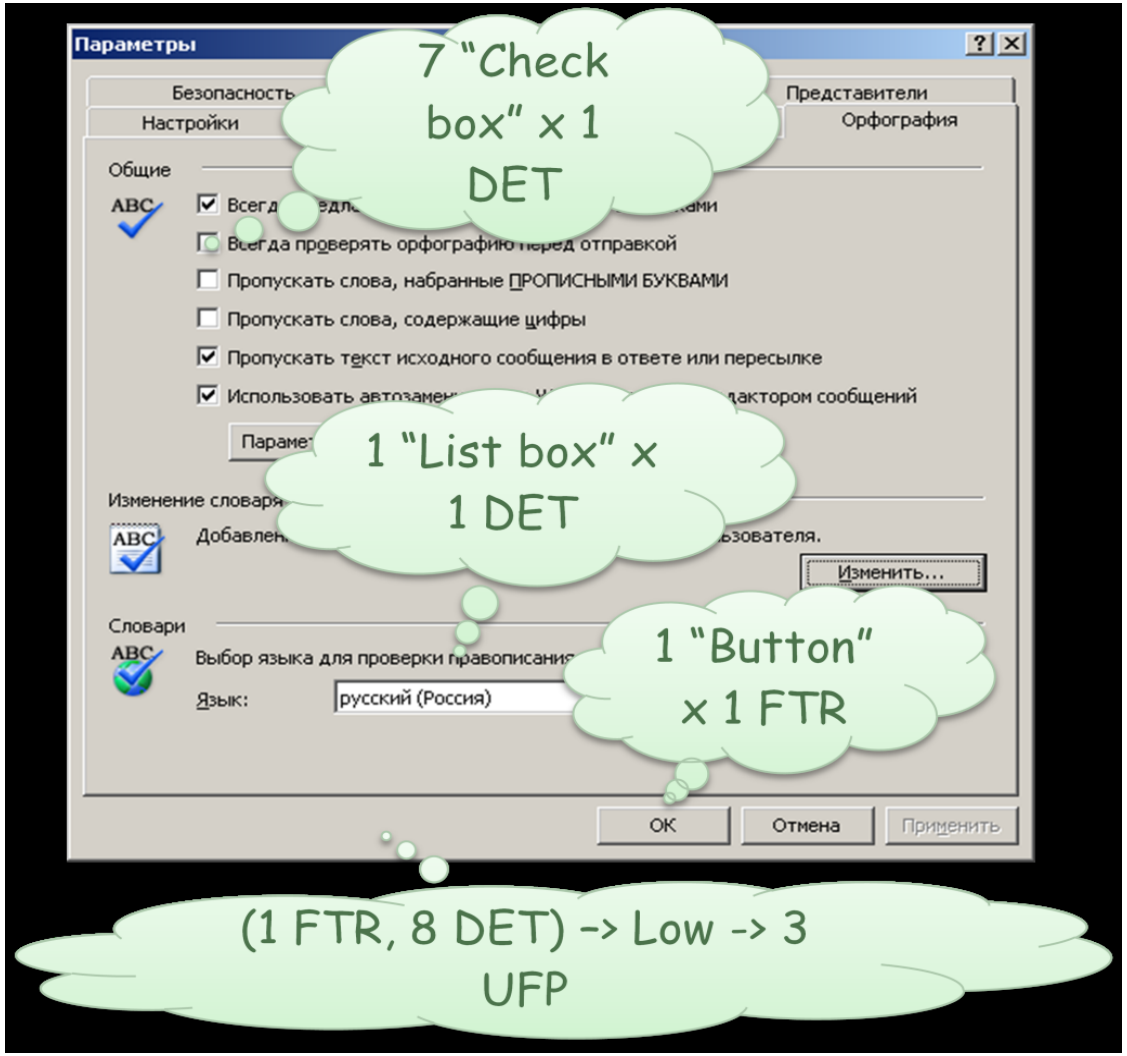
Ранг и оценка сложности внешних запросов

Ссылки на файлы (FTR)	Элементы данных		
	1-4	5-19	>19
0-1	Низкий (3)	Низкий (3)	Средний (4)
2-3	Низкий (3)	Средний (4)	Высокий (6)
>3	Средний (4)	Высокий (6)	Высокий (6)

Учет элементов данных из графического интерфейса пользователя

Элемент данных	Правило учета
Группа радиокнопок	Так как в группе пользователь выбирает только одну радиокнопку, все радиокнопки группы считаются одним элементом данных
Группа флажков (переключателей)	Так как в группе пользователь может выбрать несколько флажков, каждый флажок считают элементом данных
Командные кнопки	Командная кнопка может определять действие добавления, изменения или запроса. Кнопка ОК может вызывать транзакции различных типов. Каждая кнопка считается отдельным элементом данных
Списки	Список может быть внешним запросом, но результат запроса может быть элементом данных внешнего ввода

Диалоговое окно, управляющее проверкой орфографии в MS Office Outlook



Источник: С. Архипенков. Лекции по управлению программными проектами, стр. 102

Алгоритм применения метода функциональных точек

- Подсчитываются функции для каждой категории (вводы, выводы, запросы, структуры данных, интерфейсы)
- Устанавливаются требования для каждой категории
- Определяется сложность каждой функции (высокая, средняя, низкая)
- Каждая функция умножается на соответствующий ей параметр, а затем суммируется с целью получения общего количества функциональных точек

Исходные данные для расчета общего количества функциональных точек

Имя характеристики	**Ранг, сложность, количество**			
	Низкий	**Средний**	**Высокий**	**Итого**
Внешние вводы	__x3 = __	__x4 = __	__x6 = __	= __
Внешние выводы	__x4 = __	__x5 = __	__x7 = __	= __
Внешние запросы	__x3 = __	__x4 = __	__x6 = __	= __
Внутренние логические файлы	__x7 = __	__x 1__= __	__x15 = __	= __
Внешние интерфейсные файлы	__x5 = __	__x7 = __	__x1__ = __	= __
Общее количество				**= __**

Кейс 5: Примеры анализа данных

Проектируется GUI для обслуживания клиентов, который будет иметь поля: *Имя, Адрес, Город, Страна, Почтовый Индекс, Телефон, Email* (таким образом, имеется 7 полей или 7 DET)

Кроме того, предусматриваются 3 командные кнопки: *Добавить, Изменить, Удалить*. Следовательно каждый из внешних вводов Добавить, Изменить, Удалить будет состоять из 8 DET (7 полей плюс командная кнопка)

В данном приложении генерируются 3 типа сообщений: *сообщения об ошибке, сообщения подтверждения и сообщения уведомления.* Сообщения об ошибке (например, *Требуется пароль*) и сообщения подтверждения (например, *Вы действительно хотите удалить клиента?*) указывают, что произошла ошибка или что процесс может быть завершен. Эти сообщения не образуют самостоятельного процесса, они являются частью другого процесса, то есть считаются элементом данных соответствующей транзакции

Уведомление является независимым элементарным процессом. Например, при попытке получить из банкомата сумму денег, превышающую их количество на счете, генерируется сообщение *Не хватает средств для завершения транзакции*. Оно является результатом чтения информации из файла счета и формирования заключения. Сообщение уведомления рассматривается как внешний вывод

Скорректированное количество функциональных точек

FP = Общее количество * (0,65+ 0,01 *Σ *Fi*),

где *Fi* — 14 коэффициентов регулировки сложности

Каждый коэффициент может принимать следующие значения:

0 — нет влияния,
1 — случайное,
2 — небольшое,
3 — среднее,
4 — важное,
5 — основное

Определение системных параметров приложения

№	Системный параметр	Описание
1	Передача данных	Сколько средств связи требуется для передачи или обмена информацией с приложением или системой?
2	Распределенная обработка данных	Как обрабатываются распределенные данные и функции обработки?
3	Производительность	Нуждается ли пользователь в фиксации времени ответа или производительности?
4	Эксплуатационные ограничения	Насколько сильны эксплуатационные ограничения и каков объем специальных усилий на их преодоление?
5	Частота транзакций	Как часто выполняются транзакции (каждый день, каждую неделю, каждый месяц) ?
6	Оперативный ввод данных	Какой процент информации надо вводить в режиме онлайн?
7	Эффективность работы конечных пользователей	Приложение проектировалось для обеспечения эффективной работы конечного пользователя?
8	Оперативное обновление	Как много внутренних файлов обновляется в онлайновой транзакции?
9	Сложность обработки	Выполняет ли приложение интенсивную логическую или математическую обработку?
10	Повторная используемость	Приложение разрабатывалось для удовлетворения требований одного или многих пользователей?
11	Легкость инсталляции	Насколько трудны преобразование и инсталляция приложения?
12	Легкость эксплуатации	Насколько эффективны и/или автоматизированы процедуры запуска, резервирования и восстановления?
13	Количество возможных установок на различных платформах	Была ли спроектирована, разработана и поддержана возможность инсталляции приложения в разных местах для различных организаций?
14	Простота изменений (гибкость)	Была ли спроектирована, разработана и поддержана в приложении простота изменений?

Передачи данных

Значение	Описание
0	Полностью пакетная обработка на локальном ПК
1	Пакетная обработка, удаленный ввод данных или удаленная печать
2	Пакетная обработка, удаленный ввод данных и удаленная печать
3	Сбор данных в режиме «онлайн» или дистанционная обработка, связанная с пакетным процессом
4	Несколько внешних интерфейсов, один тип коммуникационного протокола
5	Несколько внешних интерфейсов, несколько типов коммуникационных протоколов

Распределенная обработка данных

Значение	Описание
0	Передача данных или процессов между компонентами системы отсутствует
1	Приложение готовит данные для обработки на ПК конечного пользователя
2	Данные готовятся для передачи, затем передаются и обрабатываются на другом компоненте системы (не на ПК конечного пользователя)
3	Распределенная обработка и передача данных в режиме «онлайн» только в одном направлении
4	Распределенная обработка и передача данных в режиме «онлайн» в обоих направлениях
5	Динамическое выполнение процессов в любом подходящем компоненте системы

Производительность

Значение	Описание
0	К системе не предъявляется специальных требований, касающихся производительности
1	Требования к производительности определены, но не требуется никаких специальных действий
2	Время реакции или пропускная способность являются критическими в пиковые периоды. Не требуется никаких специальных решений относительно использования ресурсов процессора. Обработка может быть завершена в течение следующего рабочего дня
3	Время реакции или пропускная способность являются критическими в обычное рабочее время. Не требуется никаких специальных решений относительно использования ресурсов процессора. Время обработки ограничено взаимодействующими системами
4	То же, кроме того, пользовательские требования к производительности достаточно серьезны, чтобы ее необходимо было анализировать на стадии проектирования
5	То же, кроме того, на стадиях проектирования, разработки и (или) реализации для удовлетворения пользовательских требований к производительности используются специальные средства анализа

Эксплуатационные ограничения

Значение	Описание
0	Какие-либо явные или неявные ограничения отсутствуют
1	Эксплуатационные ограничения присутствуют, но не требуют никаких специальных усилий
2	Должны учитываться некоторые ограничения, связанные с безопасностью или временем реакции
3	Должны учитываться конкретные требования к процессору со стороны конкретных компонентов приложения
4	Заданные эксплуатационные ограничения требуют специальных ограничений на выполнение приложения в центральном или выделенном процессоре
5	То же, кроме того, специальные ограничения затрагивают распределенные компоненты системы

Частота транзакций

Значение	Описание
0	Пиковых периодов не ожидается
1	Ожидаются пиковые периоды (ежемесячные, ежеквартальные, ежегодные)
2	Ожидаются еженедельные пиковые периоды
3	Ожидаются ежедневные пиковые периоды
4	Высокая частота транзакций требует анализа производительности на стадии проектирования
5	То же, кроме того, на стадиях проектирования, разработки и (или) внедрения необходимо использовать специальные средства анализа производительности

Оперативный ввод данных

Значение	Описание
0	Все транзакции обрабатываются в пакетном режиме
1	От 1% до 7% транзакций требуют интерактивного ввода данных
2	От 8% до 15% транзакций требуют интерактивного ввода данных
3	От 16% до 23% транзакций требуют интерактивного ввода данных
4	От 24% до 30% транзакций требуют интерактивного ввода данных
5	Более 30% транзакций требуют интерактивного ввода данных

Эффективность работы конечных пользователей

Эффективность работы конечных пользователей определяется наличием следующих функциональных возможностей:

- Средства навигации (например, функциональные клавиши, динамически генерируемые меню)
- Меню
- Онлайновые подсказки и документация
- Автоматическое перемещение курсора
- Скроллинг
- Удаленная печать
- Предварительно назначенные функциональные клавиши
- Выбор данных на экране с помощью курсора
- Использование видеоэффектов, цветового выделения, подчеркивания и других индикаторов
- Всплывающие окна
- Минимизация количества экранов, необходимых для выполнения бизнес-функций
- Поддержка двух и более языков

Эффективность работы конечных пользователей

Значение	Описание
0	Ни одной из перечисленных функциональных возможностей
1	От одной до трех функциональных возможностей
2	От четырех до пяти функциональных возможностей
3	Шесть или более функциональных возможностей при отсутствии конкретных пользовательских требований к эффективности
4	То же, кроме того, пользовательские требования к эффективности требуют специальных проектных решений для учета эргономических факторов (например, минимизации нажатий клавиш, максимизации значений по умолчанию, использования шаблонов)
5	То же, кроме того, пользовательские требования к эффективности требуют применения специальных средств и процессов, демонстрирующих их выполнение

Оперативное обновление

Значение	Описание
0	Отсутствует
1	Онлайновое обновление от одного до трех управляющих файлов Объем обновлений незначителен, восстановление несложно
2	Онлайновое обновление четырех или более управляющих файлов Объем обновлений незначителен, восстановление несложно
3	Онлайновое обновление основных внутренних логических файлов
4	То же, плюс необходимость специальной защиты от потери данных
5	То же, кроме того, большой объем данных требует учета затрат на процесс восстановления. Требуются автоматизированные процедуры восстановления с минимальным вмешательством оператора

Сложность обработки

Сложность обработки характеризуется наличием у приложения следующих функциональных возможностей:

- повышенная реакция на внешние воздействия и (или) специальная защита от внешних воздействий
- экстенсивная логическая обработка
- экстенсивная математическая обработка
- обработка большого количества исключительных ситуаций
- поддержка разнородных типов входных/выходных данных

Значение	Описание
0	Ни одной из перечисленных функциональных возможностей
1	Любая одна из возможностей
2	Любые две возможности
3	Любые три возможности
4	Любые три возможности
5	Все пять возможностей

Повторное использование

Значение	Описание
0	Отсутствует
1	Повторное использование кода внутри одного приложения
2	Не более 10% приложений будут использоваться более чем одним пользователем
3	Более 10% приложений будут использоваться более чем одним пользователем
4	Приложение оформляется как продукт и (или) документируется для облегчения повторного использования. Настройка приложения выполняется пользователем на уровне исходного кода
5	То же, с возможностью параметрической настройки приложений

Легкость инсталляции

Значение	Описание
0	К установке не предъявляется никаких специальных требований
1	Для установки требуется специальная процедура
2	Заданы пользовательские требования к конвертированию (переносу существующих данных и приложений в новую систему) и установке, должны быть обеспечены и проверены соответствующие руководства. Конвертированию не придается важное значение
3	То же, однако конвертированию придается важное значение
4	То же, что и в случае 2, плюс наличие автоматизированных средств конвертирования и установки
5	То же, что и в случае 3, плюс наличие автоматизированных средств конвертирования и установки

Легкость эксплуатации

Значение	Описание
0	К эксплуатации не предъявляется никаких специальных требований, за исключением обычных процедур резервного копирования
1-4	Приложение обладает одной, несколькими или всеми из перечисленных далее возможностей. Каждая возможность, за исключением второй, обладает единичным весом: 1) наличие процедур запуска, копирования и восстановления с участием оператора; 2) то же, без участия оператора; 3) минимизируется необходимость в монтировании носителей для резервного копирования; 4) минимизируется необходимость в средствах подачи и укладки бумаги при печати
5	Вмешательство оператора требуется только при запуске и завершении работы системы. Обеспечивается автоматическое восстановление работоспособности приложения после сбоев и ошибок

Количество возможных установок на различных платформах

Значение	Описание
0	Приложение рассчитано на установку у одного пользователя
1	Приложение рассчитано на много установок для строго стандартной платформы (технические средства + программное обеспечение)
2	Приложение рассчитано на много установок для платформ с близкими характеристиками
3	Приложение рассчитано на много установок для различных платформ
4	То же, что в случаях 1 или 2, плюс наличие документации и планов поддержки всех установленных копий приложения
5	То же, что в случае 3, плюс наличие документации и планов поддержки всех установленных копий приложения

Простота изменений (гибкость)

Гибкость характеризуется наличием у приложения следующих возможностей:

- поддержка простых запросов, например, логики и (или) в применении только к одному внутреннему логическому файлу (ILF) (вес — 1)
- поддержка запросов средней сложности, например, логики и (или) в применении более чем к одному ILF (вес - 2)
- поддержка сложных запросов, например, комбинации логических связок и (или) в применении к одному или более ILF (вес — 3)
- управляющая информация хранится в таблицах, поддерживаемых пользователем в интерактивном режиме, однако эффект от ее изменений проявляется на следующий рабочий день
- то же, но эффект проявляется немедленно (вес — 2)

Значение	Описание
0	Ни одной из перечисленных функциональных возможностей
1	Любая одна из возможностей
2	Любые две возможности
3	Любые три возможности
4	Любые три возможности
5	Все пять возможностей

Пересчет FP-оценок в LOC-оценки

Язык программирования	Количество операторов на один FP
Ассемблер	320
C	128
Кобол	106
Фортран	105
Паскаль	91
C++	64
C#	53
Java	53

Язык программирования	Количество операторов на один FP
Ada 95	49
Visual Basic	32
Visual C++	34
Delphi 5	18
Perl	21
Prolog	64
ANSI SQL	13
Lisp	64

Размер программного обеспечения в FP и LOC

Тип ПО	Размер, FP	Размер, LOC	Количество LOC на одну FP
Текстовые процессоры	3500	437500	125
Электронные таблицы	3500	437500	125
Клиент-серверные приложения	7500	675000	90
ПО баз данных	7500	937500	125
Производственные приложения	7500	937500	125
Крупные бизнес-приложения	10000	1050000	105
Операционные системы	75000	11250000	150
Системы масштаба предприятий	150000	18750000	125
Крупные оборонные системы	250000	25000000	100

Распределение временных затрат по стадиям для маленьких и больших проектов

Масштаб проекта	Начальная стадия, %	Проектирование, %	Разработка, %	Ввод в действие, %
Маленький коммерческий проект	10	20	50	20
Большой, сложный проект	15	30	40	15

Статистические данные по времени разработки

Размер проекта	< 100 FP	100 - 1000 FP	1000 - 10000 FP	> 10000 FP
Планируемый срок (мес.)	6	12	18	24
Реальный срок (мес.)	8	16	24	36
Отставание	2	4	6	12

Примечание: причины отставания частично объясняются неточной оценкой, частично — ростом количества требований к системе после того, как выполнена начальная оценка

Производительность разработчиков для стандартных типов проектов

Тип программы	Строк кода на человеко-месяц (номинал)		
	проект на 1000 LOC	проект на 10000 LOC	проект на 25000 LOC
Авиационное оборудование	100 - 1000 (200)	20 -300 (50)	20 -200 (40)
Бизнес-система	800 - 18000 (3000)	200 - 7000 (600)	100 - 5000 (500)
Системы управления	200 - 3000 (500)	50 - 600 (100)	40 - 500 (80)
Встроенные системы	100 - 2000 (300)	30 - 500 (70)	20 - 400 (60)
Открытые Интернет-системы	600 - 10000 (1500)	100 - 2000 (300)	100 - 1500 (200)
Микрокод	100 - 800 (200)	20 - 200 (40)	20 - 100 (30)
Управление процессами	500 - 5000 (1000)	100 - 1000 (300)	80 - 900 (200)
Системы реального времени	100 - 1500 (200)	20 -300 (50)	20 -300 (40)
Системы научных и инженерных исследований	500 - 7500 (1000)	100 - 1500 (300)	80 - 1000 (200)
Коммерческие пакеты	400 - 5000 (1000)	100 - 1000 (200)	70 - 800 (200)
Системные программы/драйверы	200 - 5000 (600)	50 - 1000 (100)	40 - 800 (90)
Телекоммуникации	200 - 3000 (600)	50 - 600 (100)	40 - 500 (90)

Основные выводы

- Оценка трудоемкости должна быть вероятностным утверждением. Это означает, что для нее существует некоторое распределение вероятности, которое может быть очень широким, если неопределенность высокая, или достаточно узким, если неопределенность низкая
- Использование собственного опыта или опыта коллег, полученного в похожих проектах, это наиболее прагматичный подход, который позволяет получить достаточно реалистичные оценки трудоемкости и срока реализации программного проекта, быстро и без больших затрат
- Если собственный опыт аналогичных проектов отсутствует, а экспертное мнение недоступно, то необходимо использовать формальные методики, основанные на обобщенном отраслевом опыте, а именно метод функциональных точек или модель COCOMO II
- Недооценка приводит к ошибкам планирования и неэффективному взаимодействию. Агрессивные сроки, постоянное давление, сверхурочные, авралы служат причиной того, что затраты на проект растут экспоненциально и неограниченно

Спасибо за внимание!