

RISK.1027

Точность оценок: встреча с реальностью

Джок К. Холлманн, PE CCE CEP

РЕФЕРАТ—работа описывает более полувека эмпирических исследований в области точности оценок затрат и сравнивает их результаты с широко распространенными, но нереальными ожиданиями менеджмента. Обобщаются итоги эмпирических исследований точности, выполненных Дж. Хакни, Эдв. Мерроу, Б. Фливбьергом и другими авторами для крупных проектов в перерабатывающих отраслях. В работе также рассматриваются методы анализа рисков, формирующие сопоставимый с реальностью результат на базе эмпирического опыта, описанные в практических рекомендациях ААСЕ. К сожалению, ряд стоимостных инженеров облегчают коллективное и зачастую сознательное создание руководством искаженной картины точности оценок за счет применения ненадежных и некачественных методов анализа рисков, те же, кто применяет проверенные опытом приемы, оказываются в положении Кассандры. Работа создавалась как базовый источник ссылок по вопросам точности оценок и как призыв к профессиональному сообществу применять надежные приемы и сообщать правду руководству. Цель работы состоит в том, чтобы читатель познакомился с понятием реальной точности оценки затрат, влияющими на нее рисками, ошибками восприятия точности оценок со стороны руководства, а также с методами анализа рисков и борьбы с искажениями, обеспечивающими получение более реальных прогнозов точности и оценок потребности в резервах, а также увеличение доходности инвестиций.

Содержание

Введение	3
Исследования общей точности оценок	3
Исследования возрастания точности оценок по мере определения содержания	7
Оценки совпадают с тем, что хочет слышать заказчик (т.е. выдача желаемого за действительное)	9
Обсуждение данных: негде спрятаться	13
Порочные практики и потеря доверия	14
Дихотомия масштаба проекта	16
Дилемма измерений	18
Практические рекомендации AACE	19
Заключение	20
Список источников	21

Введение

Точность оценки определяет величину отклонения между оценкой затрат и окончательным фактическим результатом. Она также служит мерой неопределенности или риска, сопряженного с затратами (в комплексном управлении стоимостью (TCM) данные термины фактически являются синонимами). Эмпирические сведения о точности оценок изучаются свыше пятидесяти лет [30], а для количественной оценки связанной с затратами неопределенности AACE и другими организациями был разработан ряд достаточно надежных приемов. Несмотря на это, уровень понимания понятия точности оценок и качества ее прогнозирования методами анализа рисков в целом по отрасли остается неудовлетворительным. Лица, принимающие инвестиционные решения, кажутся особенно оторванными от результатов исследований и практических рекомендаций, либо знакомы с ними, но предпочитают игнорировать. Хуже того, ряд стоимостных инженеров способствуют невежеству руководства путем возведения в ранг стандартов испытываемых руководством заблуждений (туннельного зрения, игнорирования источников неопределенности и так далее), что прекрасно иллюстрируется стремлением закладывать нормы резервов в 10% и диапазоны отклонений в $\pm 10\%$ [42]. Применение методов анализа, приводящих к «катастрофе» при наличии системных рисков, может приводить к принятию неверных инвестиционных решений [27].

По мнению одного из исследователей, подобное поведение «граничит с преступлением» [19]. Катастрофы и преступления в сфере затрат имеют экономическую природу, и смертельно опасны для заказчиков, инвесторов и налогоплательщиков, потому принимающие решения должны нести ответственность за роль, которую они играют в экономическом благосостоянии заинтересованных сторон. Чтобы помочь в улучшении ситуации, работа приводит обзор исследованных фактов (реальности), выявляет дефектные приемы и подчеркивает лучшие практики.

В работе обобщаются сведения, полученные в ходе широко цитируемых исследований сторонних авторов, к которым добавлены собственные сведения и выводы автора, равно как и выводы третьих лиц. Несмотря на то, что работа содержит сочетание фактов и мнений, автор надеется, что читатель придет к выводам, аналогичным сделанным в работе, и будет работать над улучшением ситуации.

Исследования общей точности оценок

Насколько точны оценки затрат, получаемые заказчиками? Для ответа на этот вопрос был проведен поиск исследовательских работ, содержащих эмпирические сведения о точности оценок и неопределенности, связанной с затратами. Работа фокусировалась на проектах в области проектирования и строительства в перерабатывающих отраслях (нефтегазовая отрасль, химическая промышленность, горнодобывающая промышленность, металлургия, сектор коммунального хозяйства и так далее), а также в области инфраструктуры (часто связанной с проектами предприятий обрабатывающей промышленности). Подобные проекты обычно характеризуются сложностью, уникальным содержанием, изменениями в проектах и

зачастую – применением новых технологий. Отобранные источники представляют мнение специалистов в области науки, прикладных исследований и консалтинга, а также отраслевых специалистов-практиков. Были также обнаружены сведения, относящиеся к эмпирическим исследованиям в области оборонных проектов, авиакосмических разработок и информационных технологий, но они были исключены из рассмотрения как содержащие аналогичный, хотя и более радикальный опыт [13, 16, 20].

Итоги анализа точности оценок и неопределенности, связанной с затратами, проведенного в ходе двенадцати эмпирических исследований, приведены в таблице 1. Совокупно было рассмотрено свыше тысячи проектов, размер выборки для каждого исследования составлял примерно от двадцати до двухсот пятидесяти проектов. Масштаб проектов обычно был достаточным для того, чтобы доказать существенное влияние на успех деятельности предприятия (от одного миллиона долларов США до мегапроектов). Исследовались затраты, понесенные заказчиками. Цели исследований варьировались, хотя часто распространенными вопросами были: «какова точность оценок затрат и почему она такова?», возникающие вследствие наблюдаемого засилия случаев перерасхода бюджетов.

Таблица 1—Результаты эмпирических исследований точности оценок (обычно на примере оценок, подготовленных для целей финансирования проекта)

Параметры исследования				Точность оценки для выборки		
Ссылка	Число проектов и отрасль	Источник данных	Была ли коррекция?	P10 или аналог	P50 или средняя (μ)	P90 или аналог
[14] рисунок 1	63 горнодобывающая промышленность и металлургия	Банковское ТЭО	Нет	$\sim <3>\%$	+16%	$\sim +70\%$
[15] стр. 8	100 горнодобывающая	Утвержденное ТЭО	Содержание и сроки	$<15>\%$	0%	+43%
[19] рисунок 1	258 - транспорт	Оценки на этапе принятия инвестиционного решения	Сроки	$\sim <15>\%$	$\sim +15\%$	$\sim +100\%$
[22] рисунок 18.1	22 - перерабатывающие предприятия	Рейтинг <500 (предполагаемое финансирование)	Содержание и сроки	+2%	+10%	+39%
[31] таблица 2	167 Дороги/железные дороги	Различные источники	Нет	$\sim <32>\%$	$\mu = +15\%$	$\sim +62\%$

2012 AACE INTERNATIONAL TRANSACTIONS

[36] таблица 4.1	47 Мегапроекты перерабатывающих предприятий	Данные на начало технического проектирования	Сроки	<14>%	$\mu = +88\%$	+190%
[35] таблица 4.3	30 Перерабатывающие предприятия, новые технологии	RAND класс 2	Содержание и сроки	+7%	$\mu = +28\%$	+59%
[34] страница I.3.4	56 Гидроэнергетика	По результатам этапа оценки	Сроки	<15>%	$\mu = +24\%$	+65%
[39] база данных	188 Трубопроводы на территории США, 2000-2008	Из отчетов FERC ¹	Нет	<21>%	0%	+34%
[40] рисунок 3	Проекты водоснабжения в пяти австралийских штатах	Бюджет	Нет	μ для лучшего из штатов = +8%		μ для худшего из штатов = +80%
[43] рисунок 2	36 проектов капремонта НПЗ	Бюджет	Неизвестно	+8%	$\mu = +23\%$	+38%
[46] таблица 1	21 - горнодобывающая промышленность и металлургия	ТЭО	Сроки	3 из 21 – с экономией	$\mu = +17\%$	2 худших $\mu = +55\%$

Если обобщить данные, то примерные границы диапазонов при оценке точности или неопределенности для рассмотренных исследований составили:

- P10: от -32% до +8% (среднее значение порядка -9%)
- P50 или среднее: от 0% до +88% (среднее значение порядка 21%)
- P90: от 0+34% до 190% (среднее значение порядка 70%)

Отображенная в таблице «точность» представляет собой отклонение окончательных фактических затрат от опорной оценки, выраженное в процентах. Опорная оценка обычно использовалась в качестве базы для фактического или принятого заказчиком «де-факто» инвестиционного решения. Наименования оценок приведены так, как принято в конкретных отраслях, например, для проектов добычи полезных ископаемых в качестве оценки принимаются данные из ТЭО², что не так для проектов из других отраслей. Опорные оценки обычно включают резервы на непредвиденные ситуации (contingency), и как следствие, точность оценки при исключении резервов занижается. Исходя из опыта автора, при принятии

¹ FERC - Федеральная комиссия по регулированию энергетики (Federal Energy Regulatory Commission)

² Здесь термином ТЭО переведен термин Feasibility - прим. перев.

инвестиционного решения учитываемая величина резервов на непредвиденные обстоятельства составляет от пяти до пятнадцати процентов.

Полученная статистическая информация варьировалась от простых сведений о средних значениях и величине стандартного отклонения до графиков распределения и таблиц при различных уровнях достоверности. Для целей сравнения значения точности в таблице 1 суммировались с *примерными* уровнями доверия, равными $p_{10}/p_{50}/p_{90}$, где величина «р» показывала процентную долю проектов, затраты по которым были меньше оценки. Если в исследовании приводились средние значения (μ), то они приводились без изменений. Если в работах отсутствовали сведения о значениях p , то они оценивались приблизительно на базе сведений о среднем значении и СКО в предположении нормальной формы распределения (когда, например, p_{90} равно среднему значению, умноженному на 1,28 СКО (символ $\sim$ в таблице показывает приближенную оценку). Данный подход приводит к недооценке значений из верхнего диапазона в случае, если фактические значения распределены неравномерно (то есть существует смещение распределения фактических значений /точности распределения вверх).

Выборки проектов не были статистически случайными, но и не отбирались специально по критерию неточности оценок, авторы в общем считали рассматриваемые выборки проектов достаточно репрезентативными. Исследования, которые проводились в качестве реакции на перерасход средств, могут быть смещены в сторону перерасхода, но количество исследований, а также разнообразие рассмотренных отраслей, регионов и типов проектов демонстрируют преобладание ситуации с перерасходом средств в крупных проектах в обрабатывающей промышленности.

Качество информации отличалось, но авторы в целом высказывали сожаление относительно плохого состояния архивов проектов. Для ряда исследований единственным надежным источником сведений были величина затрат на момент утверждения финансирования проекта (т.е. санкционирования проекта или принятия инвестиционного решения) и на момент его завершения. При этом следует отметить, что в ряде исследований приводились корректировки для исключения воздействия существенных изменений содержания и эскалации, которые по мнению существенной части специалистов не должны покрываться оценками затрат.

Основным выводом можно считать то, что не было ни одного случая, когда номинальное значение p_{90} было бы меньше +34% оценки, на основании которой выделялось финансирование (т.е. порядка +40 - +50% базовой оценки). Кроме того, среднее или медианное значение перерасхода составляло порядка 21%. Такова наилучшая доступная картина реальности оценок для крупных проектов из перерабатывающих отраслей со всеми их недостатками и рисками (к несчастью, при отсутствии данных о причинно-следственных связях).

Считается, что наиболее известные исследования в данной области принадлежат Дж. Хакни и Эд. Мерроу, заложившим основания для построенных на контрольных точках систем управления проектами в перерабатывающих отраслях [22, 35]. При этом в публичном поле лучше известны исследования доктора Бента Фливбьерга [19], заявлявшего следующее относительно отраслевых приемов оценки: *«можно заключить, что оценки затрат, применяемые в ходе общественных слушаний, при публичном освещении и принятии решений о проектах развития транспортной инфраструктуры, в высокой степени, а также системно и существенно обманчивы», а «(те), кто ценит честные цифры не должен доверять оценкам затрат, представленных лицами, продвигающими инфраструктурные проекты и готовящими для них прогнозы»*. Фливбьерг также заявляет, что *«необходимо разрабатывать институциональные сдержки и противовесы, включая финансовые, профессиональные и даже уголовные наказания за систематические или прогнозируемые ошибки при оценках, чтобы обеспечить подготовку менее обманчивых оценок затрат»* [19].

Мерроу выражал свое несогласие с Фливбьергом следующим образом: *“существует широко распространенное поверье, что крупные государственные проекты демонстрируют тенденцию к перерасходу вследствие умышленно занижаемых оценок. Наш (IPA) анализ крупных проектов из частного сектора предполагает отсутствие потребности в макиавеллевских объяснениях – крупные проекты имеют печальную историю вследствие того, что мы не подстроили применяемые приемы под уровень сложности, который представляют данные проекты»* [33].

Вне зависимости от причин и мотивов, крупные проекты перерабатывающих мощностей и инфраструктуры (а также в области обороны, авиации, космоса и ИТ) зачастую превышают оценки, использованные при выделении финансирования, и притом весьма существенно. Поиск не выявил исследований, которые бы демонстрировали иные выводы. Более того, как «прогнозисты» (по терминологии Фливбьерга), мы терпим неудачу в попытках надежно предсказать не только точечное значение финансирования с учетом резервов, но и *диапазон* неопределенности для затрат проекта.

Исследования возрастания точности оценок по мере определения содержания

Общепринято, что чем хуже определено содержание проекта, тем шире диапазон оценки. Данное положение лежит в основе системы управления проектами, построенных на контрольных точках (шлюзах, гейтах – прим. перев.). В таблице 2 сведены результаты исследований точности оценок, описанных в источниках к настоящей работе, в которых также рассматривались вопросы точности и неопределенности для различных уровней определения содержания проекта, *аппроксимированных* в соответствии с классификацией AACE (классы с 5 по 1).

Таблица 2 – Эмпирические исследования точности оценок (изменения в зависимости от уровня определения содержания)

	Уровень доверия	Класс 5	Класс 4	Класс 3	Класс 2	Класс 1
		Фактическое (или заявленное) отклонения от оценочного значения, %				
Хакни [22] -Стандартное перерабатывающее предприятие -Отклонения от Базовой оценки (base estimate) – Скорректировано с точки зрения содержания и сроков	P10	+36	+34	+9	+2	-1
	P50	+60	+41	+15	+6	+4
	P90	+80	+45	+21	+12	+11
RAND [35] - Перерабатывающее предприятие, новая технология -Отклонения от объема финансирования (funded amount) – Скорректировано с точки зрения содержания и сроков	P10	+39	+18	+9	+5	-1
	P50	+100	+60	+28	+20	+7
	P90	+260	+150	+58	+41	+18
Харбак [23] -Среднее значение по трем исследованиям транспортных проектов - Диапазон значений вокруг сметы строительства Construction Estimate (не окончательные фактические затраты) - Не скорректировано с точки зрения содержания и сроков	Среднее	+49	+37	+18	Базис исследования	Нет данных

Сравнение существенно осложнялось тем, что в каждом исследовании использовались различные атрибуты данных и схемы оценки полноты определения содержания (т.е. классификационные критерии AACE не применялись). Несмотря на это, опыт автора состоит в том, что решения о финансировании в перерабатывающих отраслях принимаются при уровне определения содержания несколько лучше, чем 4 класс AACE, но хуже 3 класса. Исследование показывает, что уровень проектирования, необходимый для тщательного смягчения рисков, относящихся к области определений, включает статус «выпущено для проектирования» (*issued-for-design*), а также наличие утвержденных монтажно-технологических схем (process and instrumentation diagrams (P&IDs)) для всех основных и вспомогательных установок, что исходя из опыта автора крайне редко встречается на этапе утверждения выделения средств [4].

Основным выводом из таблицы 2 является та, что даже проекты, финансирование которых определялось на базе более тщательного определения содержания (класс 3 AACE)

демонстрируют тенденцию к перерасходу; и существует высокая потенциальная возможность для перерасхода в случаях, когда уровень определения содержания ниже 3 класса. Следует также отметить, что модели Хакни и RANDЮ, основанные на полученных данных, представлены в виде рабочих таблиц Excel и доступны на сайте AACE (www.aacei.org [11]).

Оценки совпадают с тем, что хочет слышать заказчик (т.е. выдача желаемого за действительное)

Следующий вопрос состоит в том, «находятся ли проекты с перерасходом средств в диапазоне затрат, определенных в ходе анализа рисков?» К сожалению, чаще всего это не так. Автор проверял множество результатов анализа рисков, выполненных заказчиками и их ЕРС-подрядчиками и представленные в них прогнозы с вероятностью p90 редко превышали базовую оценку за вычетом резервов больше чем на 30%. В таблице 3 приведены примеры результатов анализа рисков.

Для результатов первого анализа рисков, приведенного в таблице 3, значение для p90 составило +45%. При этом риски в проекте оказались экстремальными и даже несмотря на то, что команда определила часть из них, установленная граница была преодолена уже при формировании оценки для следующей фазы. Значения P50 зачастую не превышают 5% даже для высокорисковых проектов. Исходя из опыта автора, несмотря на наличие обширных реестров рисков и сеансов мозгового штурма, большая часть *количественных оценок рисков* определяется «ошибкой сметчика», при которой команда сознательно или бессознательно воспринимает неопределенность в терминах предположений и формул оценки и определения объемов (т.е. «рисков сметчика»- “estimator’s risks”). Высокая планка (p90), составляющая порядка +30% отражает наихудшую воспринимаемую неопределенность, связанную с объемами, расценками, ценами и производительностью, при нереальных допущениях о том, что содержание проекта фиксировано, стратегия и план реализации не претерпевают изменений, никаких событий риска не происходит, а если они и возникают, то меры реагирования на риск всегда эффективны. Результатом становятся значения, которые, как кажется, совпадают с тем, что хочет видеть заказчик.

Таблица 3 – Заявленные диапазоны точности, полученные в результате анализа рисков заказчиком и ЕРС-подрядчиком

Тип проекта	Класс оценки	Автор	P10	P50	P90	Метод	Примечания
Мега, расширение, НПЗ	Класс 4	Заказчик	<15>%	+13%	+45%	Ранжирование с методом Монте-Карло (+валидация)	Значение превысило P90 при разработке следующей оценки
Крупный, новый, горнодобывающая промышленность	Класс 4	ЕРС - подрядчик	+7%	+13%	+19%	Ранжирование с методом Монте-Карло	Удаленная развивающаяся страна
Мелкий, реконструкция, НПЗ	Класс 3	Заказчик	<3>%	+5%	+13%	Ранжирование с методом Монте-Карло	На базе существующего предприятия
Мега, новый, металлургия	Класс 4	ЕРС - подрядчик	+0%	+5%	+13%	Ранжирование с методом Монте-Карло	Страна с низкими зарплатами
Мега, расширение, НПЗ	Класс 4	ЕРС - подрядчик	+2%	+10%	+18%	Ранжирование с методом Монте-Карло	Крупнейший проект в регионе, страна с низкими зарплатами
Мега, модернизация	Класс 4	ЕРС - подрядчик	<3>%	+12%	+28%	Ранжирование с методом Монте-Карло	Удаленная площадка, суровая зима

Логично, что следующий вопрос состоит в том, чего же хочет видеть заказчик. В таблице 4 приведена индикативная выборка по различным отраслям, содержащая ожидания заказчика относительно диапазонов точности оценок, зафиксированные в рамках построенных на контрольных точках процессов заказчика по определению содержания проектов. Целевые показатели, применяемые заказчиками, сравниваются со значениями, приведенными в практических рекомендациях **AACE 18R-97** [4]. Является ли случайным тот факт, что для заказчиков целевые значения с р90 из таблицы 4 примерно совпадают со значениями для р90 из таблицы 3?

Таблица 4 – Целевые показатели диапазонов точности для контрольных точек, применяемых заказчиками, в сравнении с классами оценок AACE и результатами эмпирических исследований

	Класс 5	Класс 4	Класс 3
	Диапазон отклонений в соответствии с AACE 18R-97		
	-20/50% - +30/100%	-15/30% - +20/50%	-10/20% - +10/30%
Тип компании	«Целевые показатели» заказчика - Большинство неверно цитируют ПР AACE (AACE не приводит целевых диапазонов уже 15 лет (на дату написания статьи)) - НИ ОДНА компания не поясняет, что же статистически отражает доверительный интервал		
Нефтяные пески	От -30 до +50%	От -20 до +30%	+/- 10%
Энергетика	От -30 до +50%	От -15 до +30%	От -5 до +15%
Национальная нефтяная компания	-/+50%	-/+30%	-/+15%
Горнодобывающая компания	-/+50%	-/+25%	-/+10%
Интегрированная нефтяная компания	От -15 до +50%	От -10 до +30%	От -10 до +25%

За счет использования конкретных диапазонов точности в своих руководящих документах, заказчики демонстрируют опасное непонимание рисков и оценок. По мере того, как план проекта достигает определенного уровня определения содержания (например, соответствующего классу 3), остаточный риск и его потенциальное воздействие становится атрибутом содержания проекта, никакой оценщик не может потенциально улучшить диапазон точности за счет проведения «более качественной оценки». Для проектов с существенным уровнем рисков (то есть, для большинства крупных проектов) корпоративные значения диапазонов точности не имеют значения. К сожалению, существует тенденция, при которой целевые показатели заранее задают результаты анализа рисков, то есть приводят к получению результатов, приведенных в таблице 3 – заказчики получают то, чего хотят. Наличие целевых показателей являются *первоочередным* доказательством игнорирования

рисков (туннельного зрения), вызванного раздутыми ожиданиями относительно достаточности процессов с контрольными точками для управления рисками.

Более того, целевые значения, используемые многими заказчиками, не имеют статистического значения. Во-первых, многие заказчики неверно цитируют практические рекомендации AACE, заявляя, что целевые значения установлены «по требованиям AACE», несмотря на то что ни в одном документе AACE не указаны конкретные значения [4]. Кроме того, крайне мало заказчиков указывают используемый доверительный интервал или справочное значение, вокруг которого расположен интервал (базовая оценка или выделенные средства).

Подводя итоги обсуждения сравнения целевых/ оцененных значений с фактической точностью, можно отметить, что на рисунке 1 приведены усредненные значения из таблицы 1 (реальность) и таблицы 3 (оценки) в виде логнормальных распределений, значения $p_{10}/50/90$ которых соответствуют усредненным значениям из таблиц 1 и 3 для указанных уровней доверия.

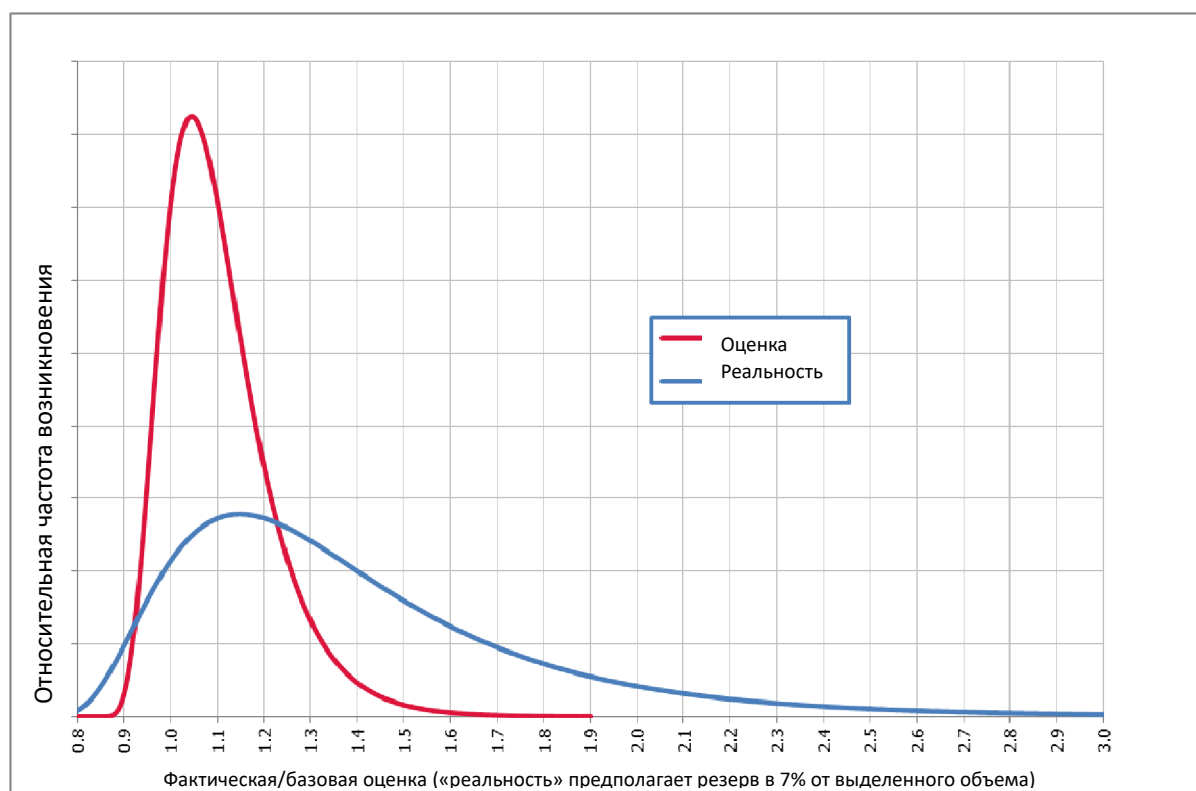


Рисунок 1 – Оцененная (и целевая) точность (красная линия) и эмпирическая точность (синяя линия) для момента финансирования

Ряд исследований и опыт автора предполагают репрезентативный характер логнормального распределения фактических /оцениваемых данных [14,35]. Команда предполагает диапазон точности p_{10}/p_{90} вокруг базовой оценки, составляющей примерно $-10/+30\%$ со значением p_{50} примерно равным 10% , в то время как реальность ближе к $-20/+120\%$ со значением p_{50}

примерно равным 20%. Можно предположить, что перерасход в 20% или даже 30% скорее всего не оставит проект без прибыли, а вот перерасход в 120% при p90 может это сделать.

Обсуждение данных: негде спрятаться

Ниже приведены возможные замечания относительно результатов работы вместе с ответами автора на них:

1) Фактические данные включают последствия эскалации и существенных изменений содержания.

Ключевые изменения содержания и эскалация по определению исключаются из резервов на непредвиденные обстоятельства [3]. В таблице 1, 7 из 12 исследований корректировались с учетом изменения цен во времени, а 3 корректировались с учетом ключевых изменений содержания (т.е. изменений таких базовых показателей проекта как местоположение, требования к продукции или мощность производства). Исследования показывают широкий диапазон точности как с использованием коррекции, так и без нее. Исходя из опыта автора в области бенчмаркинга, ключевые изменения содержания со стороны заказчика (в противовес изменениям при проектировании, которые должны покрываться за счет затрат заказчика) не являются чем-то обычным (ситуация в государственных проектах может отличаться).

2) Невозможно прогнозировать волатильность и/или «черных лебедей» (т.е. неизвестные неизвестные).

В то время как любое *одиночное* событие «черного лебедя» невероятно, вероятность *любого* черного лебедя или эквивалентного воздействия или сочетания меньших рисков, возникших на протяжении крупного проекта, весьма вероятны. Результаты, относящиеся к точности, как кажется, сохраняют релевантность для всех временных периодов и регионов, как для «горячих», так и для «холодных» экономик. В частности, компания Эрнст & Янг обнаружила, что в горнодобывающих проектах, оценка которых проводилась в периоды высокого рынка (когда рыночные риски были известны) все равно происходил перерасход в ходе рецессии после 2008 года; *«для компаний, которые публично заявляли о перерасходе средств в проектах между октябрём 2010 и мартом 2011 года, среднее значение перерасхода составляло порядка 71% от исходной оценки затрат проекта»*[37]. В еще одной статье, посвященной горнодобывающей промышленности, описывались исследования, демонстрировавшие, что перерасход являлся нормой для всех периодов, начиная с 1965 года [38]:

- Исследование восемнадцати проектов за период с 1965 по 1981 год показало усредненный перерасход в размере 33% от оценок, готовившихся на этапе технико-экономического обоснования.
- Исследование шестидесяти проектов за период с 1980 по 2001 год показало усредненный перерасход в размере 22%, при этом почти половина проектов показало перерасход, превышающий 20 процентов.

- Исследование шестнадцати проектов за период 1990-х годов показало усредненный перерасход в размере 25%.

Исторический опыт сам по себе является достаточным основанием для количественной оценки вероятности и повлиять на «неизвестные-неизвестные» как на класс. Мы можем не знать название риска, но мы знаем, сколько он будет стоить (см. таблицу 1).

3) Некоторые системные риски сложно измерять и/или являются политически чувствительными.

Инструменты для ранжирования проработки содержания, а также компетенции и дисциплины исполнения проекта (например, слабости управления изменениями) хорошо известны [4, 21, 22, 35 и 45]. Несмотря на то, что включение «некомпетентности менеджмента» представляет проблему, подобные риски все равно необходимо выявлять и количественно оценивать. Для решения данной задачи необходим достаточный уровень независимости аналитика в области рисков.

4) Оценка «всех» рисков проекта в области затрат не является моей задачей (не относится к моей деятельности)

Если кто-то указал в *Базисе оценки*, что «наиболее существенные риски были исключены» и /или «опыт предыдущих проектов был проигнорирован», то замечание имело бы смысл. Напротив, если исходить из опыта автора, подобные заявления (или признания) случаются весьма редко. К несчастью, разбиение риска (с выделением, например, операционных, проектных, стратегических, корпоративных, контекстуальных, фоновых, и прочих рисков [42]) и распределение ответственности за анализ и количественную оценку потенциально приводят к прогнозированию неудачи. Риски взаимодействуют и зачастую дополняют друг друга и их нельзя разбить для оценки по аналогии с тем, как подвергается декомпозиции работа.

Если подводить итоги, то по опыту автора «проблемы» являются всего лишь причинами, но не оправданиями для наших неудач. Если специалист знает свое дело, а данные ясны, то при добавлении эмпирического опыта к прочим методам всегда возможно получить, хотя и не идеальную, количественную оценку риска.

Порочные практики и потеря доверия

Выше уже были описаны такие порочные практики как перекося в сторону рисков сметчика, неверное определение целевых показателей и дробление процесса количественной оценки рисков. Девяностые годы стали периодом реинжиниринга и сокращения отрасли, приведшего к потере эмпирических данных и навыков анализа. Параллельно появились инструменты для проведения имитационного моделирования методом Монте-Карло в электронных таблицах, которые создали иллюзию простоты и реализуемости анализа вне зависимости от уровня подготовки аналитика. К несчастью, метод применялся для «оценки диапазонов по элементам» («line-item ranging») (в противоположность оценке диапазонов (range estimating)), когда команда определяет диапазоны затрат для элементов оценки (внося дополнительную погрешность сметчика) в ходе мозгового штурма, а затем применяет метод Монте-Карло,

обычно не учитывая взаимозависимости между элементами [24]. Перечисленные в реестре риски (демонстрирующие тенденцию игнорирования системных рисков) обычно не включаются в подобные модели в явном виде. Данный метод, как показало исследование, приводит к «катастрофам» для проектов с системными рисками [27]. «Оценка по элементам» (или определение диапазонов длительности работ при анализе графика) терпит неудачу отчасти вследствие неправильного применения (например, отсутствия зависимостей), а также вследствие того что мозговые штурмы неспособны определить воздействие системных рисков на отдельные элементы затрат (или работы проекта) и, наконец, поскольку воздействие событий, перечисленных в реестре рисков, сложно приписать отдельным элементам из совокупности. Данный метод не входит в практические рекомендации AACE.

По итогам исследования и наблюдений легко прийти к выводу, что наши методы анализа рисков и оценки резервов на непредвиденные обстоятельства ненадежны в отношении крупных проектов из обрабатывающей промышленности. Эксперт в области принятия решений Джон Шульер (John Schulyer) дает следующее определение *достоверного анализа* – это «анализ, который используется» [44]. Нижеперечисленные заявления руководителей показывают, что наш анализ неприменим (самокритику руководителей заказчика по очевидным причинам найти гораздо сложнее):

- Исполнительный директор «Шлюмберже» Андрю Гулд (Gould) заявил: «...не желая шокировать никого из клиентов, я бы добавил, что многие гринфилд-проекты (добычи нефти) страдают от существенного перерасхода средств. В общем случае тридцать процентов таких проектов сталкиваются с пятидесятипроцентным превышением бюджетов» [41].
- Финансист Джаспер Бертисен (Bertisen) из Resource Capital Funds (RCF) поделился следующим наблюдением: «на протяжении последних десятилетий большинство проектов добычи полезных ископаемых существенно превышали бюджеты. В результате, в настоящее время RCF при оценке затрат таких проектов автоматически учитывает усредненный перерасход по затратам в размере 25%» [28].

Преобладающее использование ошибочных методов анализа подорвало доверие к нам в целом. Это будет очень сложно исправить, поскольку порочные практики уже институционализировались. Например, автор периодически сталкивается с компаниями в горнодобывающей промышленности, которые финансируют проекты с уровнем доверия р80. Данная практика возникла вследствие того что менеджеры (как подтверждается вышеприведенной цитатой) интуитивно понимают, что значения р50, которые приводятся в оценках, слишком малы (то есть, в частности, обеспечивают уровень резервов даже для наиболее рискованных проектов на уровне меньше десяти процентов) и считают, что уровень р80 с резервами примерно в 15-20% более реалистичен. При этом следует отметить, что данная оценка «более реалистична», поскольку прогнозная величина р80 – это оценка р50 для «реальности», которую мы не сумели спрогнозировать! Стоимостные инженеры,

применяющие реалистичные приемы количественной оценки рисков, находятся на положении Кассандры, и менеджмент не способен поверить в правду после десятилетий потребления лжи. *Реальная* оценка p80 или p90 скорее всего будет означать отсутствие прибыли, как показали исследования, *минимальный* уровень увеличения капитальных затрат для достижения p90 составляет свыше сорока и примерно до пятидесяти процентов. Если бы руководство столкнулось с данным фактом, то ни один проект бы не был одобрен без тщательнейшего определения и оптимизации содержания, высочайшего уровня планирования, построения команды, управления рисками и всех прочих наилучших практик, о которых нам известно. Не в этом ли и должна состоять высшая цель? Зачем кому-то стремиться к меньшему? Почему кто-то допускает предположение о том, что на дефектные приемы можно положиться, когда в реальности они готовят почву для *катастрофы!*

Урок анализа эмпирического опыта (таблица 1) и практики (таблица 2) состоит в том, что в крупных промышленных проектах необходимо рассматривать весь спектр рисков (как специфичных для проекта, так и системных и эскалационных) и эмпирическую «реальность» неопределенности. Прочие исследования [16, 17, 18, 19, 22, 27, 32, 33, 42] указывают в том же направлении. В настоящее время AACE разрабатывает программу профессиональной сертификации в области анализа решений и управления рисками Decision and Risk Management Professional (DRMP), направленную на оценку компетенций в области идентификации и количественной оценки рисков, в том числе путем подготовки практических рекомендаций, фиксирующих надежные методы в данной области.

Дихотомия масштаба проекта

Объем исследований в области надежности оценок мелких проектов существенно меньше, поскольку по отдельности подобные проекты в меньшей степени угрожают прибыльности и влияют на восприятие заинтересованных лиц. При этом известно, что реальность проектов разнится – мелкие проекты обычно склонны к переоценке затрат и недорасходу средств. Как писал один из исследователей, *«когда команда проекта ставит гибкие цели (с точки зрения затрат), обычно тратится примерно половина ненужных средств... примерно 70% мелких проектов не полностью тратят выделенные средства»* [29]. Исследование также показало, что перерасход в мелких проектах обычно наказывается и для избежания наказания (в менее дисциплинированных проектных культурах) команды избегают перерасхода путем включения в базовую оценку «жирных» (превышающих обычные) резервов, поскольку высоко прозрачные резервы зачастую плохо воспринимаются руководством проектов любого размера. Подобный факт может исказить восприятие риска компанией и частично объясняет неверно определяемые целевые показатели.

Количество исследований мелких проектов ограничено, во-первых, вследствие плохого качества учета, и, во-вторых, вследствие того, что неполное расходование средств вознаграждается и не считается проблемой, несмотря на ассоциации с расточительным расходованием капиталов. На рисунке 2 показано характеристическое распределение оцененных и фактических значений, которые автор наблюдал для портфелей мелких проектов.

Зачастую перерасход не превышал 10% ни для одного из проектов. В наблюдаемой схеме с «гребнем волны» большинство проектов тратит все выделенные средства, а часть возвращает излишки целиком или частично, за что руководители и/или команды получают поощрения. Чем больше средств тратится впустую, тем острее пик между значениями 0,9 и 1,1. Парадоксально, но чем «точнее» результат, тем он менее желателен (хотя и более поощряем); неполное расходование средств и высокая точность зачастую являются симптомами избыточного финансирования и потерь капитала, а не превосходной дисциплины в области контроля проекта.

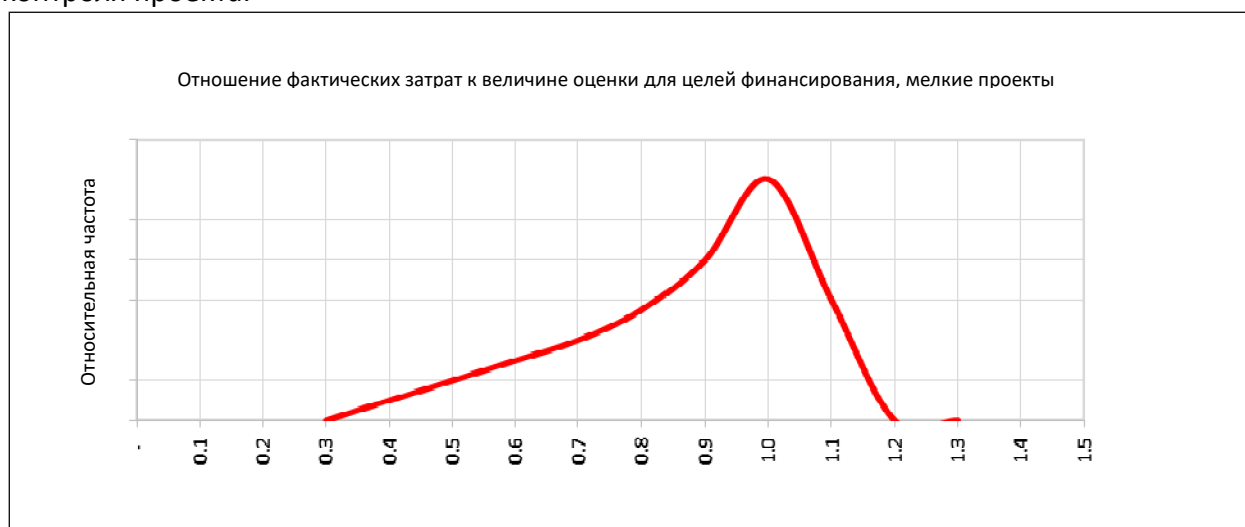


Рисунок 2 – Отношение фактических затрат к величине оценки для целей финансирования, мелкие проекты

Дихотомия явления перерасхода средств в малых и больших проектах может порождать отдельный вид корпоративной шизофрении. Многие компании-заказчики имеют подразделения, реализующие «критические проекты», стоящие наособицу от проектных групп на уровне отдельного завода и ниже. Вновь формируемая группа реализации крупного проекта зачастую наследует такие черты системы управления мелкими проектами как неведение о рисках (ожидание экономии). Они не понимают, что ЕРС-подрядчики в крупных проектах готовят базовые оценки с минимумом «жирка», поскольку «жир» обнаруживается при проверке, и существует предубеждение, что для получения финансирования оценки должны быть ниже. Подобное сочетание целеполагания из мелких проектов, порождающего туннельное зрение, и базовых оценок, в которых не учитываются риски, создает условия для перерасхода средств в крупных проектах.

Если посмотреть на портфель компании в целом, то сочетание распределений точности для мелких и крупных проектов может выглядеть успокаивающе «нормальным». Данные бенчмаркинга, полученные автором, показывают, что для группы проектов всех размеров диапазон P10/P90 составляет порядка +/-20% вокруг значения оценки для целей финансирования, как показано на рисунке 3. С учетом наличия единственного распределения, менеджмент не осознает наличия двух конфликтующих реальностей.

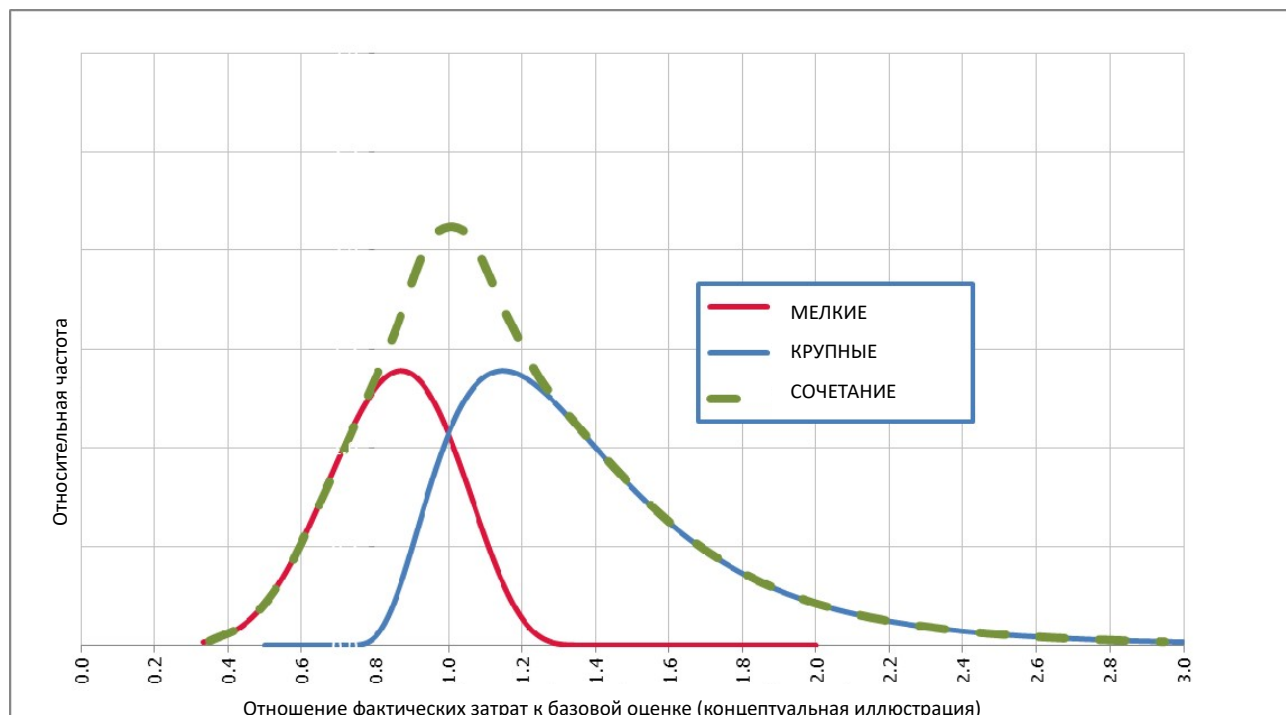


Рисунок 3 - Балансирование экономии и перерасхода при совместном исследовании проектов разных размеров

Дилемма измерений

К сожалению, понятие точности (то есть соотношение фактических и оцененных затрат) часто неверно используется в качестве меры оценки «качества» (например, в положении «качественная оценка — это точная оценка») или процедуры оценки. Данный подход неприемлем, поскольку, как уже обсуждалось выше, единственный способ достигнуть требуемой точности для сметчика при заданном содержании проекта состоит в завышении затрат, поскольку риски и реализация проекта не находятся под контролем сметчика. При столкновении с перерасходом сметчик и команда демонстрируют тенденцию прикрываться оправданиями, о которых говорилось ранее. Точность должна использоваться для измерения характеристик *процесса управления рисками* (а не процесса оценки) в сочетании с исторической информацией проектов, включая причинно-следственные связи, чтобы иметь возможность усовершенствовать процессы идентификации рисков, анализа и количественной оценки, а также реагирования на риски. Высокая точность может демонстрировать нерациональное использование капитальных активов; измерение точности должны всегда сопровождаться оценками дисциплины реализации процессов контроля проектов и конкурентности затрат проекта (более низких абсолютных затрат) и погрешностей оценки затрат.

Практические рекомендации AACE

Существуют практические рекомендации AACE, относящиеся к отбору и разработке методов количественной оценки рисков и определения резервов [2]. Данное руководство содержит «принципы», которым должен соответствовать любой из методов, в том числе:

- Следует начинать с определения драйверов рисков (факторов, определяющих риски);
- Следует связывать драйверы рисков и последствия для сроков и стоимости; а также
- Применять эмпирические методы.

Следует отметить, что ранее рассмотренный метод «определения диапазонов по элементам затратам» не соответствует ни одному из данных принципов.

Риски отличаются по способу влияния на затраты проекта, и, как следствие, отличаются и методы количественной оценки рисков. Для того чтобы покрыть весь спектр рисков, AACE разработал классификатор рисков [24] по отношению к методам оценки, в который входят:

- **Специфические риски проекта:** риски, влияющие на конкретный проект и план проекта;
- **Системные риски:** артефакты или неотъемлемые признаки системы, предприятия или стратегии, а также
- **Эскалационные риски:** риски, вызванные экономическими (а в ряде регионов и политическими) причинами.

В других источниках приводится описание аналогичных рисков под именем операционных (проектных), стратегических (рисков уровня предприятия) и контекстных (глобальных) рисков соответственно [42]. Методы работы с рисками могут быть интегрированы для создания «универсального» профиля рисков, привязанных к затратам, применяемого при поддержке принятия решений. AACE также рекомендует интегрировать анализ рисков, связанных с затратами и графиком.

Для каждого из типов рисков существуют применяемые практические рекомендации AACE (пошаговые описания использования методов приведены в источниках):

- **Специфические риски проекта:**
 - 41R-08: Risk Analysis and Contingency Determination Using Range Estimating [12].
 - 44R-08: Risk Analysis and Contingency Determination Using Expected Value [9].
 - 57R-09: Integrated Cost and Schedule Risk Analysis Using Monte Carlo Simulation of a CPM Model [8].
 - 65R-11: Integrated Cost and Schedule Risk Analysis and Contingency Determination Using Expected Value [7].
- **Системные риски:**
 - 42R-08: Risk Analysis and Contingency Determination Using Parametric Estimating [10].

- 43R-08: Risk Analysis and Contingency Determination Using Parametric Estimating – Example Models as Applied for the Process Industries [11].
- **Эскалационные риски:**
 - 58R-10: Escalation Principles and Methods Using Indices [6].
 - 68R-11: Escalation Estimating Using Indices and Monte Carlo Simulation [5].

Вне зависимости от применяемых методов анализа рисков, результаты исследования показывают, что необходимо как минимум проверять результаты, полученные для р90 («высокий» сценарий, предлагаемый организации для проверки устойчивости принятого решения) путем сравнения с эмпирическими данными. Если историческая информация отсутствует, то работа содержит примеры, которые можно использовать при сравнении. Если результат для р90 превосходит базовую оценку на 25% или менее, то следует спросить себя, какие риски были пропущены при рассмотрении, и какие воздействия были недооценены, ибо НИ ОДНО исследование никогда не показывало для р90 уровень перерасхода меньше примерно 40%. Последний и главный вопрос, который следует задать, это «как можно улучшить применяемые приемы и содержание проекта с учетом сложившейся реальности в отношении рисков?»

Заключение

Изучая стоимостной инжиниринг и выступая в качестве ведущего автора и редактора процессов комплексного управления стоимостью AACE [26], автор встревожен крайней оторванностью применяемых приемов от реальности, проиллюстрированной таблицей 1. Видно, что на протяжении должного времени отсутствует как способность эффективно решать вопрос неопределенности оценок затрат проектов, так и качественная историческая информация, содержащая причинно-следственные связи. Данная ситуация привела к кризису доверия и порождает лежащий в этической (а по Фливибергу – и в криминальной) плоскости вопрос о том, что означает продолжение применения порочных методов, противоречащих объективной реальности, в ущерб интересам работодателей и заказчиков, притом, что реальная картина понятна. Этический кодекс AACE (пункт 2g) констатирует, что: *«если в результате исследования члены [AACE] считают, что проект (или проекты) могут не достигнуть успеха, ... то они должны сообщить об этом своему работодателю или заказчику»* [1]. Читатели могут считать, что в отношении крупных проектов в перерабатывающей промышленности их предупредили.

Конечно, существуют и специалисты, которые рассматривают всю полноту содержания рисков проекта (в терминах AACE – системные, эскалационные и специфические риски проекта), собирают данные и принимают во внимание эмпирические сведения [16, 17, 18, 21, 42 и 43], но, исходя из опыта автора, применение надежных практик происходит весьма редко. Команда должна, как минимум, сравнивать результаты анализа для наихудшего сценария с эмпирическим опытом, исследовать источники из списка, приведенного в настоящей работе, и опыт собственного предприятия (принимая во внимание дихотомию поведения крупных и мелких проектов), а затем искать способы улучшать применяемые приемы для того, чтобы

добиться лучших результатов чем ранее. Автор не согласен с подходом Фливбьерга в области применения эмпирических подходов (т.е. «классов прогнозов (“reference class forecasting”)) [19]), который подразумевает настолько не поддающиеся исправлению погрешности, что мы обречены постоянно повторять ошибки прошлого.

В работе подчеркивается то, что компании не должны использовать точность в роли параметра для оценки качества оценки, поскольку это мера оценки качества процессов управления рисками и управления рисками. Жестко заданная точность часто является индикатором растраченного капитала и следует помнить, что точность должна сопровождаться оценками качества процессов контроля проектов и конкурентоспособности затрат проекта.

Работа содержит ссылки и подведение итогов полувека исследований в области эмпирической эффективности оценок затрат для крупных проектов в перерабатывающих отраслях. Она показывает, как реальность соотносится (или не соотносится) с тем, что мы говорим и делаем. Выделены рекомендованные методы анализа рисков и показаны неудачные методы. Автор надеется, что изложенные факты, наблюдения и мнения послужат ценным источником справочной информации по темам точности затрат и неопределенности, чтобы можно было говорить правду друг-другу и менеджменту. Путь к более реалистичным оценкам неопределенности, более качественным оценкам затрат и более высокой доходности инвестиций ясен и описан в документах AACE International.

Список источников

1. AACE International, *Canon of Ethics*. AACE International, Morgantown, WV, 2012.
2. AACE International, *“Contingency Estimating – General Principles”, Recommended Practice 40R-08*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).
3. AACE International, *“Cost Engineering Terminology”, Recommended Practice 10S-90*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).
4. AACE International, *“Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries,” Recommended Practice 18R-97*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).
5. AACE International, *“Escalation Estimating Using Indices and Monte Carlo Simulation,” Recommended Practice (draft) 68R-11*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).
6. AACE International, *“Escalation Principles and Methods Using Indices,” Recommended Practice 58R-10*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).
7. AACE International, *“Integrated Cost and Schedule Risk Analysis and Contingency Determination Using Expected Value,” Recommended Practice (draft) 65R-11*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).
8. AACE International, *“Integrated Cost and Schedule Risk Analysis Using Monte Carlo Simulation of a CPM Model,” Recommended Practice 57R-09*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).

2012 AACE INTERNATIONAL TRANSACTIONS

9. AACE International, *"Risk Analysis and Contingency Determination Using Expected Value," Recommended Practice 44R-08*, (latest revision).
10. AACE International, *"Risk Analysis and Contingency Determination Using Parametric Estimating," Recommended Practice 42R-08*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).
11. AACE International, *"Risk Analysis and Contingency Determination Using Parametric Estimating – Example Models as Applied for the Process Industries," Recommended Practice 43R-08*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).
12. AACE International, *"Risk Analysis and Contingency Determination Using Range Estimating," Recommended Practice 41R-08*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).
13. Arena, Mark, Robert S. Leonard, Sheila E. Murray, and Obaid Younossi, *"Historical Cost Growth of Completed Weapon System Programs"* TR-343, The RAND Corporation, 2006.
14. Bertisen, Jasper and Davis, Graham A., *"Bias and Error in Mine Project Capital Cost Estimation," The Engineering Economist*, 53: 2, 118 — 139, 2008.
15. Biery, Frederick, *"Improving Mineral Project Performance,"* Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum Conference, May 2009.
16. Butts, Glenn and Kent Linton, *"The Joint Confidence Level Paradox; A History of Denial,"* 2009 NASA Cost Estimating Symposium, NASA, April 2009.
17. Curran, Kevin M., *"Value-Based Risk Management (VBRM)," Cost Engineering*, AACE International, AACE International, Morgantown, WV, February 2006.
18. Curran, Kevin M and Michael Curran, *"Handling the Truth in Risk Management," 2010 AACE International Transactions*, AACE International, Morgantown, WV, 2010.
19. Flyvbjerg, Bent, Mette Skamris Holm and Søren Buhl, *"Underestimating Costs in Public Works Projects; Error or Lie?" APA Journal*, 68:3, 279-295, 2002.
20. Flyvbjerg, Bent and Alexander Budzier, *"Why Your IT Project May Be Riskier Than You Think," Harvard Business Review*, September 2011.
21. Gough, Martin and Peter Maidment, *"The Stability Model Method of Risk Management and Early Prediction of Project Performance," The Revay Report*; Revay and Associated Limited, February 2006.
22. Hackney, John W. (Kenneth K. Humphreys, Editor), *Control & Management of Capital Projects*, Chapter 18, AACE International, Morgantown, WV, 2002.
23. Harbuck, Robert H, *"Are Accurate Estimates Achievable During the Planning of Transportation Projects?," 2007 AACE International Transactions*, AACE International, Morgantown, WV, 2007.
24. Hollmann, John K., *"The Monte-Carlo Challenge: A Better Approach," 2007 AACE International Transactions*, AACE International, Morgantown, WV, (latest revision).
25. Hollmann, John K., *"Recommended Practices for Risk Analysis and Cost Contingency Estimating," 2009 AACE International Transactions*, AACE International, Morgantown, WV, 2009.
26. Hollmann, John K (editor), *Total Cost Management Framework*, AACE International, Morgantown, WV, 2006.
27. Juntima, Gob and Scott E. Burroughs, *"Exploring Techniques for Contingency Setting," 2004 AACE International Transactions*, AACE International, Morgantown, WV, 2004.

28. Kosich, Dorothy, *"Vast majority of mining projects experience steeper cost over-runs,"* MineWeb, 30 Nov 2011.
29. Kulkarni, Phyllis, *"Stop Punishing the Overruns," InSites*, IPA, Inc., Sept 7, 2011.
30. Linder, Stefan, *"Fifty years of Research on Accuracy of Capital Expenditure Project Estimates: A Review of the Findings and their Validity,"* Center for Research in Controllershship and Management, WHU - Otto Beisheim Graduate School of Management, Vallendar, Germany. April 2005.
31. Lundberg, Mattias, Anchalee Jenpanitsub and Roger Pyddoke, *"Cost Overruns in Swedish Transport Projects,"* CTS Working Paper 2011:11, Centre for Transport Studies, Stockholm Sweden, 2011.
32. Merrow, Edward W., **Industrial Megaprojects**, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 2011.
33. Merrow, Edward, W., *"Why Large Projects Fail More Often; Megaproject Failures: Understanding the Effects of Size,"* Presentation to the Joint Meeting of the AACEI National Capital Section and American Society of Mechanical Engineers Section, April 20, 2011.
34. Merrow, Edward W. and Brett R Schroeder, *"Understanding the Costs and Schedule of Hydroelectric Projects,"* **1991 AACE International Transactions**, AACE International, Morgantown, WV, 1991.
35. Merrow, Edward W., Kenneth E. Phillips and Christopher W. Myers, *"Understanding Cost Growth and Performance Shortfalls in Pioneer Process Plants,"* R-2569-DOE, p48, The RAND Corporation, 1981.
36. Merrow, Edward W., Lorraine McDonnell and R. Yilmaz Arguden, *"Understanding the Outcomes of Megaprojects,"* R-3560-PSSP, The RAND Corporation, 1988.
37. Mitchell, Paul, *"Achieving Major Capital Project Effectiveness and Corporate Performance,"* Effective Capital Project Execution: Mining and Metals, EYGH Limited, 2011.
38. Noort, D.J., and C. Adams, *"Effective Mining Project Management Systems"* International Mine Management Conference, Australasian Institute of Mining and Metallurgy, October 2006.
39. Oil & Gas Journal Online Research Center, *US Pipeline Study 2009; Actual vs. Estimate* (database for fee), Penwell Corporation, Houston TX, 2009.
40. Rath, Michael, Robert Spittle, Paul Osman and Nicholas Tawa. *"Major Water Capital Projects: Critical Factors For Improving Outcomes,"* Deloitte Touche Tohmatsu, March 2010.
41. Reddall, Braden (reporting), *"Cost Overruns Common on Oil Projects –Schlumberger,"* Thomson Reuters, **Energy and Oil News**, 2 June, 2011.
42. Rolstadås, Asbjørn, Per Willy Hetland, George Farage Jergeas and Richard E. Westney, *Risk Navigation Strategies for Major Capital Projects: Beyond the Myth of Predictability*, Springer-Verlag London Limited, 2011.
43. Schroeder, Brett and Jan A. Jackson, *"Why Traditional Risk Management Fails in the Oil and Gas Sector: Empirical Front-Line Evidence and Effective Solutions,"* **2007 AACE International Transactions**, AACE International, Morgantown, WV, 2007.
44. Schulyer, John R., *"Investment Decision Making"*, Chapter 14 of **The Engineer's Cost Handbook**, Editor Richard E. Westney, Marcel Dekker, Inc., New York NY, 1997.
45. Stephenson, H. Lance, *"Cost Engineering Maturity Model (CEMM),"* **2011 AACE International Transactions**, AACE International, Morgantown, WV, 2011.

2012 AACE INTERNATIONAL TRANSACTIONS

46. Thomas, Steve, *"Project Development Costs-Estimates Vs. Reality,"* **Pincock Perspectives**, November 2000.



Джон К. Холлман
Validation Estimating, LLC jhollmann@validest.com