

# КОРПОРАТИВНАЯ ФИНАНСОВАЯ АНАЛИТИКА

## Оценка инвестиций в крупные проекты

Черкасова В.А.,<sup>10</sup> Яковлева О.С.<sup>11</sup>

*В статье рассмотрены особенности и характеристики крупных реальных промышленных инвестиций для иллюстрации специфичности таких инвестиционных проектов, необходимости поиска моделей, подходящих для их оценивания. Для анализа гигаинвестиционных проектов использована модель, учитывающая изменения стоимости денег во времени, недостаточную точность оценки исходных переменных, позитивные и негативные изменения стоимости проекта и ценность возможности гибкого управления.*

*JEL: G31*

*Ключевые слова: инвестиционный анализ, инвестиционное проектирование, гигаинвестиции*

\*\*\*

На принятие инвестиционных решений влияет множество разнообразных факторов, однако наиболее значимым, несомненно, является прибыльность инвестиций. Это относится как к финансовым, так и к реальным инвестициям. Крупные реальные инвестиции отличаются от финансовых инвестиций и от небольших реальных инвестиций, так как они требуют вложения огромного количества капитала и влияют на будущую стратегию компании. Неверная оценка крупных реальных инвестиционных проектов и в результате неправильно принятое решение могут повлечь за собой потери значительного количества денежных средств и негативно сказаться на прибыльности компании.

Из-за высоких необратимых затрат на инвестиции, огромного физического объема инвестиций и специфичности, а иногда и уникальности (если отсутствуют аналогичные исторические примеры инвестирования) принятие инвестиционных решений совершается при высокой степени неопределенности. Неопределенность относительно прибыльности крупных реальных инвестиций делает их очень рискованными. Поэтому стали очень востребованными новые модели, построенные специально для оценки крупных реальных инвестиционных проектов, которые бы учитывали фактор высокой неопределенности.

Одной из таких моделей является Fuzzy Real Investment Valuation Model (FRIV), которая учитывает характеристики очень крупных инвестиционных проектов. Основной акцент в этой модели сделан на попытку учесть неопределенность. Используются fuzzy (неопределенные) множества для отражения неопределенности денежных потоков. Также, в отличие от большинства моделей, FRIV является вперёдсмотрящей.

Результаты анализа прибыльности зависят от значений исходных величин. Определение изначальных инвестиций очень просто произвести для финансовых инвестиций, поскольку издержки на инвестирование – это рыночная цена в момент инвестирования. Для небольших реальных инвестиций – это цена, по которой куплен реальный актив и прогнозируемые издержки на его установку. Для крупных реальных

<sup>10</sup> Канд. эконом. наук, доцент кафедры экономики и финансов фирмы ГУ ВШЭ.

<sup>11</sup> Студентка 4-го курса факультета экономики ГУ ВШЭ.

инвестиций определить инвестиционные издержки непросто, потому что они очень велики и к тому же, как правило, растягиваются на определенный временной период. Например, строительство атомной электростанции занимает от четырех до шести лет, и издержки инвестирования будут зависеть от количества поставщиков и подрядчиков. Довольно часто издержки инвестирования в такой крупный проект оказываются выше ожидаемых.

Для большинства инвестиций, включая и очень крупные проекты, изменчивость свободных денежных потоков зависит от изменчивости рынков, которая влияет на цены сырья и полуфабрикатов, а также готовой продукции. Таким образом, оценивая движения на рынках, можно оценить и ожидаемые свободные денежные потоки.

### **1. Понятие очень крупных промышленных реальных инвестиций и гигаинвестиций**

Очень крупные промышленные реальные инвестиции – это, как правило, инвестиции, которые промышленные компании делают в свое производственное оборудование. Примерами таких инвестиционных проектов являются атомные электростанции, шахты, рудники, металлургические комбинаты, объекты нефте- и газодобычи, нефте- и газотранспортные магистрали и т.д.

Размер инвестиций в такие проекты варьируется, но все они попадают в класс, где инвестиционные издержки исчисляются сотнями миллионов евро или долларов. Изначальные инвестиционные издержки, как правило, необратимые. Объекты инвестирования стационарны, если строительство началось, то этим самым географическая стратегия компании заблокирована, переместить завод или шахту в другое место невозможно. Технология на подобных объектах инвестирования часто остается неизменной в течение долгого времени; также существуют некоторые ограничения: например, производственные мощности и качество производимой продукции. Не существует рынков для продажи или покупки таких крупных и специфичных реальных активов, что делает их необратимыми.

Время строительства варьируется от нескольких месяцев до нескольких лет. Во время строительства могут произойти значительные изменения на рынках, на которых объект инвестиций будет функционировать после завершения строительства; эти изменения могут повлиять на будущую прибыльность проекта как позитивно, так и негативно. Длительное время строительства увеличивает сложность оценки будущих денежных потоков, в связи с чем растет степень неопределенности. Срок службы объекта очень длителен, минимум 10—20 лет, а то и все 60 или даже больше. В течение столь длительной экономической жизни инвестиционного проекта на рынках может успеть произойти несколько существенных изменений.

В то же время крупный промышленный объект сам может оказать значительное влияние на рынки. Например, в случае рынка электроэнергии строительство новой электростанции значительно увеличивает возможности рынка и может повлиять на цену электроэнергии. В тех случаях, когда объект инвестиций после завершения строительства будет управлять рынками, у менеджеров проекта появляется возможность оптимизировать денежные потоки, генерируемые заводом или фабрикой, путем установления оптимального объема выпуска и т.п. Возможность в будущем влиять на рынки оказывает существенное влияние на привлекательность такого инвестиционного проекта [Collan, 2007].

Крупные промышленные реальные инвестиции совершаются при неопределенности, причем эта неопределенность может быть отнесена к категории структурной неопределенности, которая возникает из-за того, что мы не имеем четкого представления о самой структуре оцениваемого аспекта (например, при анализе прибыльности инвестиционного проекта). Мы не можем на стадии принятия решения об инвестировании знать наверняка, как будут складываться обстоятельства в течение всего срока службы

объекта (на рынок могут войти новые участники, могут произойти технологические изменения и т.д.).

В группе крупнейших промышленных реальных инвестиций можно выделить подгруппу гигаинвестиций.

Гигаинвестиции можно определить, как крупнейшие промышленные реальные инвестиции, для которых выполняются следующие условия: длительный срок службы; высокая степень необратимости; длительное время строительства. Выделение отдельной подгруппой гигаинвестиций не означает, что для крупнейших промышленных реальных инвестиций свойственны какие-либо другие характеристики. Просто не любой проект инвестирования в реальные активы является проектом с привлечением гигаинвестиций, а только тот, для которого одновременно выполняются все три вышеназванных условия.

Привлекательность проекта зависит от определяющих его характеристик. Рассмотрим, как каждая из них влияет на оценку гигаинвестиций [Collan, 2007].

#### *Длительный срок службы*

Гигаинвестиции служат долгое время, и генерируемые ими денежные потоки поступают в течение десятилетий, поэтому при оценке важно учитывать изменение стоимости денег во времени. Длительный срок службы подразумевает, что часть денежных потоков от инвестиций будет поступать в весьма отдаленном будущем. Чем дальше от нас какое-либо событие во времени, тем сложнее его достоверно оценить. Недостаточная достоверность оценки гигаинвестиций не влияет на их ценность, однако она влияет на наши возможности адекватно оценить привлекательность инвестиционного проекта. Все неожиданные изменения, которые происходят в течение срока службы объекта инвестиций, увеличивают неопределенность и соответственно сложность аккуратного предварительного оценивания инвестиционного проекта.

#### *Высокая степень необратимости*

Огромные изначальные инвестиции в промышленное оборудование и другие объекты промышленной инфраструктуры очень часто, если не всегда, являются необратимыми. Необратимость в контексте гигаинвестиций означает, что после того как принято решение об инвестировании, нельзя отказаться от этого решения без каких-либо потерь. На практике необратимость вызывается тем, что, во-первых, не существует рынков для гигаинвестиций, во-вторых, потому что они географически и технологически зафиксированы.

Необратимость сама по себе не оказывает такого существенного влияния на ценность инвестиционного проекта. А вот вместе с неопределенностью относительно будущих периодов необратимость увеличивает важность гибкости управления инвестиционным проектом.

Как уже было сказано выше, гибкость управления может проявляться как до, так и после инвестирования. В случае с гигаинвестициями, учитывая огромные изначальные капиталовложения и их стратегическое значение, гибкость управления до инвестирования (например, возможность отложить проект) может быть более важна на стадии планирования гигаинвестиций. Согласно теории реальных опционов, до принятия инвестиционного решения сам инвестиционный проект рассматривается как один большой опцион. После принятия решения об инвестировании возможности гибкого управления проектом рассматриваются как более маленькие опционы. В течение того времени, пока опцион на выжидание (и изучение ситуации) доступен компании, могут происходить как повышения, так и понижения стоимости проекта.

Таким образом, при оценивании инвестиционного проекта крайне важно, чтобы возможность гибкого управления проектом принималась в расчет, поскольку она оказывает существенное влияние на привлекательность проекта.

#### *Длительное время строительства*

Строительство гигаинвестиций занимает длительное время. Поскольку гигаинвестициям свойственна высокая степень необратимости, издержки инвестирования после начала проекта фактически неизменны. Также это подтверждается тем фактом, что

огромные промышленные строительные проекты чаще всего фиксируются контрактами. После того как решение об инвестировании принято и контракты подписаны, обязательства обеих сторон закреплены: инвестиционная фирма оплачивает расходы, а строительная организация занимается постройкой объекта инвестирования.

Даже если издержки на строительство зафиксированы в контракте, стоимость гигаинвестиций все равно неопределенна, поскольку неопределенны денежные потоки, которые будет генерировать проект после завершения строительства. Длительное время строительства вызывает неопределенность вследствие того, что к моменту готовности сооружения могут произойти непредвиденные изменения на рынках. В течение строительства инвестиционные издержки могут рассматриваться как фиксированные, а свободные денежные потоки от инвестиций – нет.

Время строительства гигаинвестиций похоже, например, на товарный форвардный контракт, который фиксирует цену товара на какую-то определенную дату в будущем, однако ценность товара колеблется в зависимости от рыночной цены товара. Гибкость управления может быть оценена с помощью применения теории реальных опционов, а для оценивания времени строительства может быть использована модель для оценки форвардных контрактов.

Очевидно, что время строительства необходимо учитывать при оценивании приведенной стоимости будущих ожидаемых денежных потоков от инвестиции.

#### *Жизненный цикл гигаинвестиции*

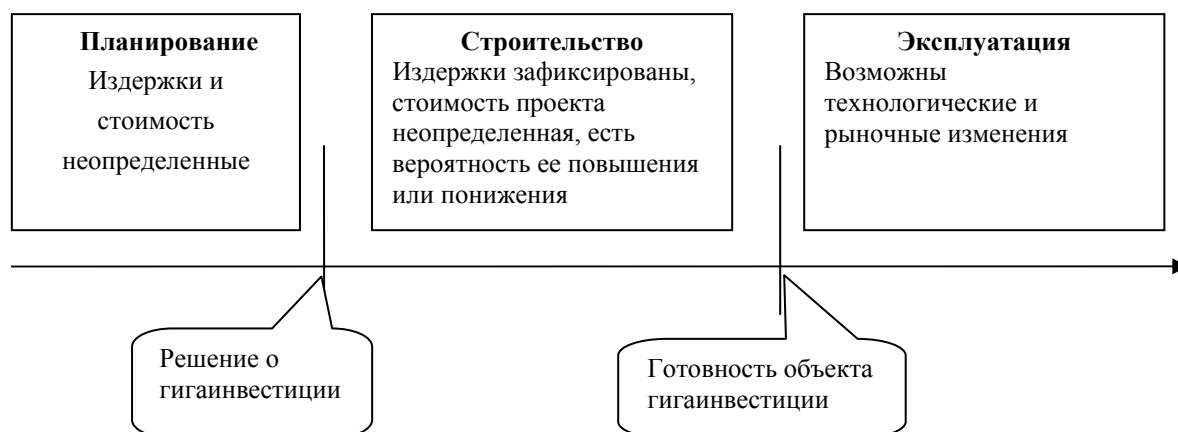
Чтобы лучше понять жизненный цикл (и оценивание) гигаинвестиций, можно разделить весь срок их существования на три стадии: планирование, строительство и эксплуатация.

Стадия планирования – это время до принятия инвестиционного решения, когда гигаинвестиция в целом рассматривается как опцион. Издержки инвестирования и ожидаемые прибыли неизвестны достоверно.

Стадия строительства – период, в течение которого происходит сооружение промышленного объекта. Издержки на строительство, как правило, прописаны в контракте, и поэтому могут рассматриваться как фиксированные либо имеющие небольшое стандартное отклонение. Однако ценность проекта остается неопределенной. Стадия строительства напоминает товарный форвардный контракт, где цена фиксирована, однако рыночная стоимость колеблется.

Стадия эксплуатации – это стадия после завершения строительных работ и до момента окончания срока службы объекта. В дополнение к ожидаемым денежным потокам от инвестиции дополнительную ценность инвестиционному проекту добавляет возможность гибкого управления. Для гибкого управления можно использовать модель оценки реальных опционов.

Неточность оценки различных составляющих, оказывающих влияние на прибыльность инвестиционного значения, присутствует на всех стадиях жизненного цикла гигаинвестиций.



## Рис. 1. Жизненный цикл гигаинвестиций

При разработке моделей и методов, направленных на оценку гигаинвестиций при принятии инвестиционных решений, важно принимать во внимание проблемы, возникающие вследствие особенностей гигаинвестиций и их жизненного цикла.

### 2. Работа с неточной финансовой информацией

При распределении финансовых ресурсов экономические агенты руководствуются ожиданиями относительно будущего. Проблема в том, что мы никогда не можем с достоверностью предсказать будущее. Можно выделить два основных источника неопределенности: во-первых, даже если известны все возможные состояния мира, все равно мы не способны определить, с какой вероятностью реализуется та или иная стратегия; во-вторых, как правило, нам неизвестны ни все возможные состояния мира, ни соответствующие им вероятности. К тому же неопределенность растет со временем, поскольку время увеличивает сложность системы. «Наша возможность делать точные утверждения сокращается до тех пор, пока не достигнет такого уровня, когда точность и значимость становятся абсолютно эксклюзивными характеристиками» [Zadeh, 1973]. Вышеназванная проблема называется принципом несовместимости Зейдеха. В соответствии с этим принципом для оценки ожиданий относительно будущего не могут использоваться точные оценки, так как они не дают корректной картины относительно неопределенности будущих денежных потоков.

Потенциальный инвестор сталкивается с дилеммой: или использовать точные оценки при анализе и не обращать внимания на тот факт, что из-за неучета неопределенности возникают искажения; или использовать неточные оценки и получать корректные, но неточные результаты.

Обычно мы привыкли думать, что число принадлежит или не принадлежит определенному множеству. Например, цвет или белый, или черный; «будущий денежный поток в... году составит  $x$  евро» или нет. Такая логика «верно/неверно» чаще всего применяется по отношению к инвестициям, и это не совсем корректно, поскольку она не учитывает фактор неопределенности. Неопределенные (fuzzy) множества допускают различную градацию принадлежности множеству. Например, тона между белым и черным – оттенки серого; «будущий денежный поток в... году около  $x$  евро». Таким образом, неопределенные (fuzzy) множества могут использоваться для учета неаккуратности, свойственной принятию людьми инвестиционных решений из-за неопределенности и неточного знания. Такая математика применяется специально для разрешения проблем, возникающих в связи с неточными оценками элементов, которые мы анализируем при принятии инвестиционного решения.

«Неформально неопределенное множество – это такой класс объектов, у которого нет четкой границы, определяющей, какие элементы принадлежат множеству, а какие – нет» [Bellman and Zadeh, 1970].

На практике чаще всего используются трапециевидные и треугольные неопределенные числа. Нам необходимо ознакомиться с трапециевидными fuzzy-числами, поскольку они используются в модели оценки гигаинвестиций.

Неопределенное (fuzzy) множество  $A$  называется трапециевидным неопределенным числом с основанием  $[a, b]$ , шириной слева  $\alpha$  и шириной справа  $\beta$ , если

$$A(t) = \begin{cases} 1 - \frac{a-t}{\alpha} & \text{if } a-\alpha \leq t < a \\ 1 & \text{if } a \leq t \leq b \\ 1 - \frac{t-b}{\beta} & \text{if } b < t \leq b+\beta \\ 0 & \text{if } t \notin [a-\alpha, b+\beta] \end{cases}$$

Трапецевидное число  $A = (a, b, \alpha, \beta)$ .

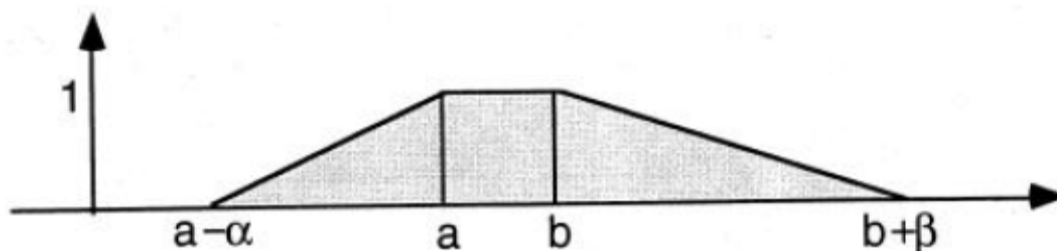


Рис. 2. Трапецевидное неопределенное число

### 3. Модель для оценки гигаинвестиций

Из характеристик гигаинвестиций следует, что модель для их оценки должна учитывать:

- изменение стоимости денег во времени;
- недостаток точности в оценке переменных (за счет неопределенных множеств);
- ценность возможности гибкого управления;
- влияние времени, затрачиваемого на строительство, на временную стоимость денег;
- восходящие и нисходящие изменения стоимости проекта гигаинвестирования.

Как следует из особенностей жизненного цикла гигаинвестиции, мы можем проводить оценку гигаинвестиции на трех стадиях: планирования, строительства и эксплуатации. Каждая из этих стадий особенная, и поэтому требует определенного подхода к оцениванию, чтобы лучше отразить реальность.

1. На стадии эксплуатации издержки инвестирования имеют конкретное значение, а временная стоимость денег и недостаточно точные оценки переменных делают оценки свободных денежных потоков от гигаинвестиции неопределенными (fuzzy). Ценность гибкости управления, например опционы на изменение выпуска продукции, опционы на расширение и на прекращение инвестирования, может быть оценена отдельно; и в случае изменения оценки денежных потоков будет корректироваться.

2. На стадии строительства, когда необратимое решение об инвестировании было принято, издержки инвестирования могут рассматриваться как фиксированные, однако ценность проекта неопределенна (fuzzy). Ценность гибкости управления может быть оценена отдельно; в случае изменения вносятся корректировки в оценку денежных потоков. Существует вероятность положительного или отрицательного изменения ценности инвестиционного проекта, поскольку в течение времени строительства могут измениться экономические условия, что повлияет на стоимость необратимой гигаинвестиции.

3. До принятия инвестиционного решения гигаинвестиции в целом могут рассматриваться как опцион. Инвестиционные издержки и ценность проекта неопределенны.

Возможные изменения ценности проекта во время стадии строительства должны учитываться.

Еще один важный момент, который необходимо учесть при построении модели:

- для свободных денежных потоков и изначальных инвестиционных издержек необходимо использовать различные ставки дисконтирования;

- для свободных денежных потоков и изначальных инвестиционных издержек необходимо использовать различные значения стандартного отклонения.

Неопределенная реальная стоимость инвестиций (fuzzy real investment value — FRIV) вычисляется как:

$$(1) \quad \text{FRIV} = R_{\eta} E(R) \times \sigma_R \times (t + t_C) - C_{\eta} E(C) \times \sigma_C \times t,$$

где

$$(2) \quad R = \sum_{i=0}^L \frac{1}{(1 + r_{Ri})^i} \times R_i \quad \text{— приведенная неопределенная (fuzzy) стоимость}$$

свободных fuzzy (неопределенных) денежных потоков от проекта.

$$(3) \quad C = \sum_{i=0}^L \frac{1}{(1 + r_{Ci})^i} \times C_i \quad \text{— приведенная fuzzy (неопределенная) стоимость}$$

fuzzy (неопределенных) изначальных инвестиционных издержек.

Модель FRIV не учитывает, как предсказываются свободные денежные потоки и изначальные инвестиционные издержки. Модель позволяет использовать неточные оценки денежных потоков и изначальных инвестиционных издержек. В модели используются трапециевидные неопределенные числа.

$r_{Ri}$  — ставка дисконтирования, свойственная каждому свободному денежному потоку от проекта;

$r_{Ci}$  — ставка дисконтирования, свойственная каждому денежному потоку, направляемому на инвестирование.

Ставки дисконтирования отдельно определяются для каждого денежного потока и для изначальных инвестиционных издержек. Использование различных ставок дисконтирования для разных периодов принципиально отличается от методов, где определенная ставка дисконтирования используется для всей инвестиции в целом (например, NPV). На практике определить, столько ставок дисконтирования, весьма затруднительно, поэтому возможно использовать только две различные ставки дисконтирования: одну для свободных денежных потоков и одну для денежных потоков, направляемых на инвестирование. Чтобы упростить модель, предлагается использовать для ставок дисконтирования конкретные числовые значения, однако возможно и применение fuzzy-чисел [Collan, 2007].

$E(R)$  и  $E(C)$  — ожидаемые значения  $R$  и  $C$  ( $R$  и  $C$  fuzzy — неопределенные числа).

Для трапециевидных неопределенных чисел, которые используются в данной модели, ожидаемое значение равно:

$$(4) \quad E(A) = \frac{a + b}{2} + \frac{\beta - \alpha}{6},$$

если  $A$  — трапециевидное неопределенное число,  $A = (a, b, \alpha, \beta)$ .

$$(5) \quad \sigma_R = \frac{\sqrt{\text{var}_F(R_i)}}{E(R_i)} \quad \text{— стандартное отклонение для неопределенных свободных}$$

денежных потоков (в %).

$$(6) \quad \sigma_C = \frac{\sqrt{\text{var}_F(C_i)}}{E(C_i)} \quad \text{— стандартное отклонение для неопределенных изначальных}$$

инвестиционных издержек (в %).

Стандартное отклонение рассчитывается отдельно для  $R$  и  $C$ . Для трапециевидных неопределенных чисел вариация равна:

$$(7) \quad \sigma^2(A) = \frac{(b-a)^2}{4} + \frac{(b-a)(\alpha + \beta)}{6} + \frac{(\alpha + \beta)^2}{24}.$$

Стандартное отклонение для  $A$  – это квадратный корень из вариации. Стандартное отклонение (трапециевидного неопределенного числа  $A$ ) в процентах считается, как:

$$(8) \quad \sigma(A) = \frac{\sqrt{\sigma^2(A)}}{E(A)}.$$

Стандартное отклонение довольно сложно посчитать, используя стандартные отклонения для каждого конкретного свободного денежного потока и инвестиционного денежного потока, поэтому лучше использовать агрегированные показатели,  $R$  и  $C$ . Однако есть вероятность, что агрегированное стандартное отклонение может отличаться от стандартного отклонения, которое посчитано с использованием отдельных денежных потоков.

Подход к подсчету стандартного отклонения является вперёдсмотрящим, поскольку рассчитывается исходя из оценок будущих денежных потоков. Модель FRIV не требует использования какой-либо особенной рыночной модели для исчисления оценок будущих денежных потоков, может быть выбрана любая, наилучшим образом отражающая действительность. Поэтому модель FRIV является более гибкой и более подходящей для оценивания гигаинвестиций.

Эвристический оператор для добавления потенциала или проектной производительности (неопределенность).

$$(9) \quad \eta = \begin{cases} - , & \text{когда } A(V) < E(A) \\ + , & \text{когда } A(V) \geq E(A). \end{cases}$$

В модель вводится новый эвристический оператор. Этот оператор производит две алгебраические операции над неопределенными числами. В случае если неопределенное значение  $A$  меньше, чем вероятное значение  $A$ ,  $A(V) < E(A)$ , производится вычитание. Если же, наоборот,  $A(V) > E(A)$ , производится операция сложения.

Время выжидания – это время до момента принятия инвестиционного решения, потенциальный инвестор имеет возможность начать проект позже. Во время ожидания инвестор может получать и обрабатывать новую информацию об инвестиции, например наблюдать, как развиваются рынки конечной продукции, которая будет производиться; рынки могут развиваться как в позитивном, так и в негативном направлении. Таким образом, существует определенный потенциал для стоимости инвестиций; увеличится или уменьшится эта стоимость, зависит от состояния рынков. Модель предполагает использование фиксированных оценок — для упрощения расчетов.

Время строительства. В процессе строительства также возможны изменения на рынках, значит, также есть вероятность, что в этот период произойдут изменения стоимости инвестиций. Здесь также для упрощения расчетов используются фиксированные оценки.

Проектная производительность рассчитывается путем умножения приведенной ожидаемой стоимости свободных денежных потоков и изначальных инвестиционных издержек на стандартное отклонение для каждого из показателей и на время, в течение которого потенциал может создаваться.

Проектная производительность, генерируемая рынками для свободных денежных потоков:

$$(10) \quad E(R) \times \sigma_R \times (t+t_C).$$

Проектная производительность, генерируемая рынками для изначальных инвестиционных издержек:

$$(11) \quad E(C) \times \sigma_C \times (t).$$



Модель предполагает раздельное вычисление потенциальных изменений свободных денежных потоков и изначальных инвестиционных издержек. Это делается по причине того, что:

1. Потенциальные изменения свободных денежных потоков и изначальных инвестиционных издержек, порождаемые рынками, различны, потому что и стандартные отклонения у этих двух величин разные. Для крупных промышленных инвестиций неопределенность относительно денежных потоков, направляемых на инвестирование, значительно ниже, чем неопределенность относительно будущих свободных денежных потоков, которые будет генерировать инвестиционный проект. Поэтому и значения потенциальных изменений свободных денежных потоков гораздо выше.

2. Время, в течение которого могут произойти потенциальные изменения в свободных денежных потоках и изначальных инвестиционных издержках, несимметрично. В течение временного периода, когда инвестиции можно откладывать и ждать, движения на рынках могут повлечь изменения как свободных денежных потоков, так и изначальных инвестиционных издержек. Как предполагает модель, на стадии строительства изначальные инвестиционные издержки уже прописаны в контракте и зафиксированы, теперь они больше не зависят от колебаний рынков (остающаяся неопределенность включена в оценки неопределенных денежных потоков). Однако колебания рынков могут повлечь потенциальные изменения для свободных денежных потоков, потому что производство еще не начато, мы не знаем точной цены, которая сложится на рынках к моменту ввода в эксплуатацию объекта, не предполагаем, как будут развиваться рыночные цены.

Методы оценивания, которые использует модель FRIV, существенно отличаются от подходов NPV и ROV.

1. Модель учитывает возможность изменений на рынках как в лучшую, так и в худшую сторону.

2. Потенциальные изменения свободных денежных потоков и изначальных инвестиционных издержек, вызываемые движениями на рынках, рассчитываются отдельно.

3. Даже если отсутствует время выжидания, все равно остается вероятность изменения стоимости проекта в течение времени строительства. А если бы не было возможности выждать и времени строительства, и отсутствовала неточность оценок денежных потоков, то тогда модель FRIV давала бы такие же результаты, как и NPV.

4. FRIV не привязана к какой-либо одной модели рынка. Стандартное отклонение, используемое в модели, получается из оценок денежных потоков, а выбор модели рынка, которая используется для предсказания будущих денежных потоков, зависит от решения потенциального инвестора.

За счет эвристического оператора модель FRIV к текущей приведенной стоимости ожидаемых свободных денежных потоков добавляет также их потенциальное изменение. Аналогично и для приведенной стоимости денежных потоков, направляемых на инвестирование.

После того как потенциальные изменения учтены, издержки (*cost-with-potential*) вычитаются из прибыли (*revenue-with-potential*) и получается неопределенная реальная стоимость инвестиции (*fuzzy real investment value*). FRIV – это диапазон вероятных стоимостей планируемого инвестиционного проекта, включающий неопределенность денежных потоков и как позитивные, так и негативные потенциальные сдвиги в стоимости проекта в период ожидания до принятия инвестиционного проекта и во время строительства.

Модель FRIV – это попытка максимально приблизить к реальности оценивание гигаинвестиций, учитывая влияние особенностей таких инвестиций.

#### 4. Примеры гигаинвестиционных проектов

Поскольку проект гигаинвестиции действует в течение десятилетий, для того, чтобы рассмотреть все стадии его жизненного цикла приходится брать проекты, запущенные в 60—70-х годах прошлого века.

Рассмотрим пример развития бумажной промышленности на юге Финляндии. Фактором, инициировавшим этот проект, были ожидания относительно роста мирового (в частности, европейского) потребления качественной бумаги и в то же время недостатка производственных мощностей. Согласно двухфазовому плану строительства бумажной фабрики, сначала будет построена одна машина по производству бумаги, а затем – вторая. Когда начнется эксплуатация обеих машин, будет достигнута прибыльность проекта.

В начале 60-х годов прошлого века рынки бумаги отличались от нынешних. На цены влияло олигополистическое устройство рынка. С точки зрения производителей, цены устанавливались на прибыльном уровне. Поскольку фактически цена была фиксирована, продукция высокого качества не отличалась еще более высокими ценами. Однако производство бумаги высокого качества было крайне выгодным, так как тогда можно работать на максимально возможных производственных мощностях – покупатели раскупают всю бумагу высокого качества, прежде чем переходить к потреблению бумаги худшего качества фактически по таким же ценам.

Строительство инфраструктуры началось в 1963 году, фабрику решили построить прямо посреди леса. Поблизости не было ни одной функционирующей бумажной фабрики.

Строительство инфраструктуры и первой машины было завершено, и в начале 1966 года началось производство бумаги. Главным, на что делался акцент, было создание производства, оснащенного по первому слову техники того времени. Это давало возможность производить высококачественную продукцию и позволяло заводу работать на полную мощность. Изначальные инвестиционные издержки составили 100 млн. марок.

Первая машина начала производить 100 кт газетной бумаги ежегодно. Скорость машины составляла 800 м/мин, а вес производимой продукции — 50 г/м<sup>2</sup> (вес очень важен, поскольку бумага продавалась по весу). Уже в 1968 году произошли изменения: стали производить бумагу для периодической печати, что означало необходимость сделать некоторые технические дополнения для того, чтобы глянецовать бумагу и изменить скорость ее производства; при этом вес производимой бумаги остался неизменным.

В 1972 году завод расширяется — закончено строительство второй машины. Создание такого крупного завода рационально, поскольку прибыль максимизируется за счет большого количества выпускаемой продукции.

Обновление первой машины полностью было завершено в 1981—1982 годах; тип производимой бумаги опять изменился из-за спада прибыльности старого продукта. Новый тип бумаги назывался WSOP, обладал еще более высоким качеством, производился по технологиям, разработанным на этом заводе. Издержки на обновление машины составили примерно 32 млн. марок, производственные мощности составили 150 кт в год, скорость – 1100 м/мин; вес продукции также изменился — теперь он составляет 50—80 г/м<sup>2</sup>. Определенный риск присутствовал, ввиду того что на рынок запускалась абсолютно новая продукция. Однако продукт оказался весьма успешным, чему способствовало его высокое качество.

К началу 1990-х годов период жизни продукции WSOP подошел к концу. В 1994—1995 годах первая машина подверглась очередному значительному технологическому изменению. Издержки обновления машины составили 34 млн. марок. Теперь производилась бумага с покрытием для офсетной печати. Производственная мощность выросла до 160 м/мин, скорость – до 1200 м/мин, вес производимой продукции составлял 36—57 г/м<sup>2</sup>.

В течение эксплуатации первой машины вес производимой продукции постепенно снизился, производственная технология сильно менялась три раза. Кроме масштабных

технических инвестиций средства несколько раз вкладывались в текущий ремонт и более мелкие усовершенствования.

Приблизительный срок жизни бумажного завода превышает 30 лет, в течение которых осуществлялись многочисленные технологические улучшения и в соответствии с запросами рынка менялся тип производимого продукта. Каждый ввод новой технологии несет с собой риск, поскольку закрывать фабрику, даже на очень короткое время, крайне невыгодно. Также играет роль и некоторая неопределенность, удастся ли начать выпуск новой продукции в ближайшем будущем и насколько быстро будет достигнут уровень оптимального производства.

Цены на бумаги изменялись циклично. Это связано с чрезмерно большими инвестициями в бумажную промышленность, что вызывает перепроизводство на рынках. Также в процессе эксплуатации завода много раз менялась ситуация в бумажной отрасли: рынки стали высококонкурентными и теперь прибыльность определяется за счет маржи. Производители бумаги ориентируются на рыночные цены, единственный производитель не в состоянии начать контролировать мировые рыночные цены на бумагу. Однако, используя инновационные технологии, бумажная фабрика может производить бумагу мирового качества с более низкими затратами и за счет этого получать большие прибыли.

Теперь обратимся к российской практике. Рассмотрим процесс реализации проекта строительства Богучанской ГЭС, который наглядно демонстрирует, насколько сложно смоделировать и оценить издержки и прибыли, которые принесет проект, а также влияние этого проекта на экономическую, экологическую, социальную обстановку во всем Красноярском крае [[www.boges.ru/about/](http://www.boges.ru/about/)].

Еще в 1936 году экспертная комиссия Госплана СССР одобрила проект строительства на Ангаре каскада гидроэлектростанций, на нижней ступени которого должна была располагаться Богучанская ГЭС. Осуществление грандиозного проекта приостановила Великая Отечественная война. Потом постепенно стали строиться и приниматься в эксплуатацию Иркутская ГЭС, Братская ГЭС, Усть-Илимская ГЭС.

В 1980 году началось строительство Богучанской ГЭС, установленная мощность станции равнялась 3000 МВт. Изначально пуск первых агрегатов был намечен на 1988 год, а окончание строительства — на 1992-й. Потом в связи с недостаточным финансированием сроки запуска переносились сначала на 1993 год, потом — на 1994-й, затем — на 1995-й.

До 1994 года финансирование строительства велось полностью из средств федерального бюджета. Но потом финансирование было прекращено, строительство заморожено; на этот момент Богучанская ГЭС была готова на 55%. В соответствии с постановлением Правительства РФ, все необходимые финансовые средства для достройки должны были самостоятельно вложить соответствующие министерства. С этого момента единственным источником финансирования являются целевые инвестиционные средства, выделяемые РАО «ЕЭС России». Важно отметить, что финансирование производилось за счет инвестиционной составляющей в тарифах на электроэнергию (соответственно это приводило к повышению тарифов). Тем не менее этих средств было недостаточно для ввода станции в строй, проект находился в законсервированном состоянии. Однако даже на поддержание ГЭС в текущем замороженном состоянии приходилось тратить 400—450 млн руб. в год. Подобная инвестиционная политика была абсолютно неэффективной в долгосрочном плане. Оптимальной стратегией, безусловно, являлась достройка объекта. По состоянию на 2004 год в проект уже было вложено 42 млрд руб. и требовалось вложить еще 30 млрд руб. [[http://www.expert.ru/printissues/siberia/2004/36/36si-\\_16-01/](http://www.expert.ru/printissues/siberia/2004/36/36si-_16-01/)].

В начале 2004 года начался поиск вариантов финансирования достройки Богучанской ГЭС. Указ Президента Российской Федерации от 12.04.05. № 412 «О мерах по социально-экономическому развитию Красноярского края, Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа и Эвенкийского автономного округа» предопределил судьбу этого проекта. Комплексное развитие Нижнего Приангарья предполагало создание нового промышленного района в Красноярском крае, разработку природных ресурсов региона,

гарантированное снабжение энергией всех проектов Нижнего Приангарья. И теперь Богучанская ГЭС – ядро этого крупнейшего инвестиционного проекта. Этот проект является государственно-частным. Государство (инвестиционный фонд) вкладывает деньги в строительство инфраструктуры, которая необходима для успешной эксплуатации промышленных объектов, в частности Богучанской ГЭС. А частные инвесторы, ОАО «Русский алюминий» и ОАО «ГидроОГК» (дочерняя компания РАО «ЕЭС»), пополам финансируют достройку станции. «ГидроОГК» привлекает средства со всех гидростанций страны, а РАО «ЕЭС» выделяет средства из инвестиционного фонда и привлекает кредиты. «Русский алюминий» вкладывает собственные средства и привлекает кредиты [[http://sibarea.ru/investment/subject\\_id/16/](http://sibarea.ru/investment/subject_id/16/)].

Инвесторы уверены, что электроэнергия будет востребована, так как также строится алюминиевый завод, который будет потреблять около 85% электроэнергии, производимой Богучанской ГЭС; также электроэнергия понадобится и другим крупным промышленным объектам, которые будут построены в рамках реализации проекта «Комплексное развитие Нижнего Приангарья».

Согласно самым консервативным оценкам, норма доходности при реализации проекта по достройке Богучанской ГЭС и алюминиевого завода составит 10%. Хотя на самом деле ожидаются высокие доходы, так как наблюдается рост цены на алюминий.

На декабрь 2009 года назначен пуск первого гидроагрегата; к 2012 году Богучанская ГЭС должна начать работать на полную мощность.

Что касается влияния этого инвестиционного проекта на социальную обстановку в Красноярском крае, то можно выделить как плюсы, так и минусы. Эксплуатировать достроенную станцию будет примерно 200 человек, она создает дополнительные рабочие места местным жителям, на алюминиевом заводе будут работать около 2500 человек. Однако, поскольку для строительства гидроэлектростанции необходимо затопить огромные площади, под воду уйдут многие деревни и селения, располагающиеся на берегу реки, придется переселять местных жителей в другие районы, лишая их родного дома; также возникают опасения относительно археологических памятников, располагающихся недалеко от зоны затопления [[http://sibarea.ru/investment/investment\\_projects/subject\\_id/16/id/5/](http://sibarea.ru/investment/investment_projects/subject_id/16/id/5/)].

К тому же, к сожалению, сооружение таких промышленных объектов, как гидроэлектростанция, не проходит бесследно для окружающей среды: нарушается экологический баланс, вымирают животные, затапливаются леса, ухудшается общая экологическая обстановка, что влияет на здоровье проживающих поблизости людей. По мере возможностей при строительстве станции прилагаются усилия, чтобы снизить негативное воздействие на экологию, но, тем не менее, оно все же будет значительным.

Положительными моментами является рост налоговых поступлений в бюджеты разных уровней и разгрузка БАМа на 5 млн тонн груза в год.

Оценивание проектов крупных реальных промышленных инвестиций является очень актуальной и важной проблемой, поскольку такие проекты обладают специфическими характеристиками, которые сильно влияют на особенности оценивания их прибыльности. Традиционные методы анализа прибыльности инвестиционных проектов для гигаинвестиций не подходят.

### Список литературы

1. Bellman R.E., Zadeh L.A. Decision-making in a fuzzy environment. / *Management Sci.*, 1970. V.17, 4, p. 141—164.
2. Collan M. Fuzzy Real Investment Valuation Model for giga-investments, and a note on giga-investment lifecycle and valuation / *Munich Personal RePEc Archive*, No. 4329, 07.11.07.
3. Collan M. Giga-Investments: modeling the valuation of very large industrial real investments / *Munich Personal RePEc Archive*, No. 4328, 07.11.07.

4. Zadeh L.A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes / IEEE Transactions System, Man Cybernetics, SMC-3, 1973, No. 1, p. 28—44.
5. Инвестиции Сибири. Особые экономические зоны.  
[http://sibarea.ru/investment/investment\\_projects/subject\\_id/16/id/5/](http://sibarea.ru/investment/investment_projects/subject_id/16/id/5/)
6. Официальный сайт ОАО «Богучанская ГЭС» <http://www.boges.ru/>
7. Шадрин О. Территория крупных проектов / Эксперт Сибирь, № 36, 29 ноября 2004 года, [http://www.expert.ru/printissues/siberia/2004/36/36si-\\_16-01/](http://www.expert.ru/printissues/siberia/2004/36/36si-_16-01/)