

УДК 66.035.4:65.011.12

В.Л. Сорочинский

**ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ
ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА**

Семинар № 6

Развитие и совершенствование социальной сферы городов постепенно ведет к сокращению неосвоенных городских территорий, и как следствие затруднению размещения производственных, жилых и иных строительных объектов на территории городов. Российский и международный опыт проектирования и строительства городов-мегаполисов свидетельствует о том, что решение широкого круга социально-экономических, архитектурно-планировочных и экологических задач неотделимо не только от рационального использования наземных городских территорий, но и от планомерного и комплексного освоения подземного пространства городов.

Комплексное использование подземного пространства необходимо для городов всех категорий, разница заключается лишь в номенклатуре и количестве сооружений, которые целесообразно с точки зрения капитальных вложений, экологического и социально-экономического эффекта размещать ниже земной поверхности.

Растущий в мире интерес к освоению городского подземного пространства в значительной мере обусловлен положительными качествами подземных сооружений. Использование подземного пространства для размещения объектов различного назначения, помимо повышения эффективности использования недр и сохранения экологической чистоты, позволяет:

- разгрузить зону обитания человека от техногенных воздействий и инженерных сооружений;
- уменьшить загазованность и шум на городских улицах за счет сокращения количества автотранспорта, используемого для доставки различных грузов, вывоза бытовых и промышленных отходов;
- исключить негативное влияние на эксплуатацию подземного объекта погодных и климатических условий;
- упростить и упорядочить работу транспорта;
- существенно сэкономить значительные площади ценных земель;
- сохранить городские исторические ландшафты, представляющие культурно-историческую ценность;
- повысить степень безопасности движения транспорта и пешеходов;
- сэкономить время населения в сфере транспортного обслуживания за счет приближения реализации услуг к потребителю;

Освоение подземного пространства требует оценки целесообразности строительства того или иного подземного сооружения и применения той или иной технологии строительства. Так, из всех возможных технических решений (вариантов) каждый раз должен быть выбран самый выгодный — наилучшим образом отвечающий поставленной цели. Степень соответствия варианта заданной цели определяется критерием эффективности.

Вопрос о выборе критерия предпочтения, наиболее точно отражающего поставленную цель решаемой задачи, относится к важнейшим в теории принятия решений: ведь варианты, выбранные в качестве оптимальных по разным критериям, могут оказаться альтернативными. Оценка эффективности любого производственного решения, в том числе и при ведении подземного строительства должна учитывать как экономические, так и технологические, организационные и социальные его аспекты. Все эти аспекты, безусловно, важны при оценке эффективности инженерных решений по технике безопасности, охране окружающей среды и другим областям деятельности, но не всегда легко определимы численно. Чисто технические характеристики (такие, как рабочая скорость машин, надежность процесса и т. п.) также важны, но было бы неверным принимать их в качестве конечного критерия для принятия решений. Ведь повышение, скажем, той же надежности оборудования целесообразно лишь до пределов, пока получаемый от нее эффект превышает затраты, необходимые для повышения надежности. Эти пределы — чисто экономические, и в действительности большинство технических решений можно и должно оценивать с позиций их экономической эффективности, т. е. по экономическим критериям. Использование экономических критериев позволяет сделать оценку решения наиболее широкой и разносторонней, ибо посредством денежного эквивалента можно численно выразить и соизмерить все различные аспекты осуществляемого решения.

Эффективность проекта долгое время оценивалась по «приведенным затратам». Основополагающими при построении показателей эффективности являются понятия затрат и резуль-

татов, а эффективность производства определяется их соотношением: чем больше результаты превышают затраты, понесенные ради их получения, тем эффективность выше.

В типовой методике выделяются расчеты двух основных групп показателей:

- **абсолютного и относительного эффекта;**

- **общей и сравнительной эффективности.**

Для расчета абсолютного эффекта затраты Z и результаты P любого оцениваемого решения сопоставляются несколькими различными приемами. Показатели вида P/Z характеризуют результат, получаемый от единицы затрат; при выборе вариантов их стремятся максимизировать. Показатели вида Z/P обозначают удельную величину затрат, приходящихся на единицу достигаемого результата; их обычно минимизируют. Разница $P-Z$ характеризует абсолютную величину превышения результатов над понесенными на них затратами. Эта величина обычно и именуется *эффектом* (или *абсолютным эффектом*) и обозначается через \mathcal{E} . Если отнести эффект $P-Z$ к затратам Z или результатам P , то получатся следующие показатели:

$$\mathcal{E}_1 = (P - Z) / Z \text{ и } \mathcal{E}_2 = (P - Z) / P.$$

Первый из них характеризует эффект, получаемый с единицы затрат (т. е. **относительный эффект**), а второй — **удельную** величину эффекта (приходящуюся на единицу получаемых результатов). Любой из этих эффектов необходимо было максимизировать.

Применяются и другие приемы совместного учета затрат и результатов при оценке эффективности вариантов, например: $Z \rightarrow \min$ при $P > P_3$ или $P \rightarrow \max$ при $Z < Z_{пред}$. Наилучший вариант в последних двух случаях отыскивается по критерию минимальных затрат, необходимых для достижения заранее за-

данного результата P_3 , либо по критерию максимальных результатов, достижимых при непревышении заданной величины затрат $Z_{пред}$. Такая постановка задач нередко реализуется методами линейного программирования.

Как затраты, так и результаты производства многокомпонентны по своей природе. В состав затрат входят разнородные материальные и энергетические расходы, затраты живого труда, а также снашиваемая часть основных фондов. Каждый из этих расходов измеряется в характерных для него натуральных единицах измерения. Результаты производства также могут быть довольно широки и разнообразны. Конечно, эффективность можно оценивать и сопоставлением отдельных компонент затрат и результатов. Этим путем можно получить такие частные показатели общей ресурсоемкости производства, как трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость и фондоемкость. Отражая каждый раз лишь один вид затрачиваемых производственных ресурсов, эти оценки являются частными и не дают, взятые обособленно, окончательного ответа на вопрос, выгоден ли данный вариант решения в целом. Отнюдь не редки случаи, когда действительно самый выгодный вариант требует дополнительных затрат ресурсов одного вида, но зато дает перекрывающую их экономию других ресурсов (например, новая техника более энергоемка, но зато обеспечивает снижение трудоемкости при ее обслуживании). Отсюда понятно, что оценка эффективности любого производственного решения тем более безупречна, чем шире учитываемые ею зависящие от этого решения затраты и результаты. Для этого все разнородные слагаемые затрат и результатов необходимо выразить в едином измерении. Наиболее распространены способы таких соизмерений в денежной, стоимо-

стной оценке, дающей самые широкие возможности оценки эффективности.

Показатель *общей эффективности* (\mathcal{E}_o) характеризует годовой эффект, получаемый с рубля вызвавших его капитальных вложений. Как правило, он рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_o = \Pi : K,$$

где Π — годовой эффект, получаемый от проведения оцениваемого мероприятия (варианта), руб.; K — капитальные вложения, вызвавшие эффект, руб.

При оценке эффективности проекта строительства нового предприятия величина Π обозначает эффект, предусмотренный проектом в первый год после освоения мощности, а K — сметную стоимость предприятия.

Если оценивается эффективность мер по реконструкции и техническому перевооружению действующих предприятий, то неправомерно было приписывать новым вложениям весь эффект, который объект будет давать после перестройки. Ведь некоторый эффект он приносил и до нее. Поэтому при оценке эффективности реконструкции (\mathcal{E}_o), технического перевооружения и устранения «узких мест» на действующих предприятиях формула принимает вид:

$$\mathcal{E}_o = \Delta\Pi : K,$$

где $\Delta\Pi$ — прирост годового эффекта, вызванный перестройкой, руб.; K — капитальные вложения, вызвавшие этот прирост, руб.

Показатели **общей эффективности** и **абсолютного эффекта** имеют определенные достоинства и недостатки. Они просты для подсчета и базируются на легко доступной информации. Их динамика показывает, как изменяется эффективность деятельности предприятия или отрасли в целом. По этим причинам данные показатели удобны для использования на верхних уровнях рассмотрения планов и программ капитальных вложений. Вместе с

тем эти показатели слишком просты для того, чтобы отразить многокомпонентную природу понятия эффективности достаточно полно и правильно. Эффект далеко не всегда ограничивался его величиной, которую непосредственно ощущает предприятие. Значительная часть сопутствующих эффектов или ущербов может возникать вне предприятия, а именно в сопряженных отраслях. К тому же некоторые эффекты (либо ущербы) проявляются лишь спустя значительное время, а «фактор времени» в них отражен недостаточно.

Методика оценки по «приведенным затратам» не в полной мере учитывает такие ключевые показатели строительства подземного сооружения как продолжительность строительства и длительность эксплуатации, не могут быть отражены при расчетах «общей эффективности» и возможные изменения объемов выпускаемой продукции и прибыли по годам эксплуатации объекта. Поэтому показатель «общая эффективность» является достаточными критерием в основном лишь для задач без ярко выраженной изменчивости технико-экономических показателей объекта во времени, но трудно применимо к оценке эффективности технологий строительства подземных объектов. К тому же, переход к рыночной экономике свел на нет возможности показателя «общей эффективности», так как возникает потребность расчета не просто эффективности проекта или технологии, необходимо оценить эффективность участия в данном проекте конкретного инвестора, с его долей вложений, расчета эффективности проекта для государства и его социальной эффективности.

В настоящее время на смену методике оценки эффективности проекта по «приведенным затратам» пришла методика основанная на рекомендациях ЮНИДО (UNIDO – Unites Nations

Industrial Development Organization). Публикации ЮНИДО предполагает проведение технико-экономических исследований при подготовке и оценке промышленных проектов, предлагает принятые в мировой практике структуру и содержание инвестиционного проекта в рамках его жизненного цикла, а также методику его обоснования с технической, финансовой и экономической точек зрения. Методика базируется на принятых в мировой практике требованиях к инвестиционным проектам и предлагаются как руководство практического применения при разработке и реализации проектов.

Методика ЮНИДО позволяет оценить эффективность проекта для каждого из его участников в любой момент его реализации, что недоступно при оценке по «приведенным затратам», рассматривающей эффект от реализации проекта в целом.

При оценке экономической эффективности проектов промышленного инвестирования принято различать следующие виды эффективности:

1) коммерческая (финансовая) эффективность, учитывающая финансовые последствия реализации проекта для непосредственных его участников;

2) бюджетная эффективность, отражающая финансовые последствия осуществления проекта для бюджета (федерального, регионального или местного);

3) общественная (социально-экономическая) эффективность, отражающая социально-экономические последствия реализации проекта для общества в целом.

Для глобальных и крупномасштабных проектов, расчет общественной эффективности обязателен.

Коммерческая эффективность проекта определяется соотношением финансовых затрат и результатов, обеспечивающих определенную норму доход-

ности вложенного капитала. Показатели коммерческой эффективности отражают финансовые последствия реализации проекта для его участников (инвесторов и реципиентов - субъектов, использующих инвестиции).

При оценке коммерческой эффективности широко используются шесть важнейших показателей эффективности инвестиций:

- Cash Flow (CF) - финансовый итог;
- Present Value (PV) - сегодняшняя ценность будущего финансового итога;
- Net Present Value (NPV) - общий финансовый итог от реализации проекта;
- Internal Rate of Return (IRR) - пороговый дисконт или внутренняя норма доходности;
- Profitability Index (PI) - индекс выгодности инвестиций;
- Payback Period (PP) - период окупаемости инвестиций.

Принципиальной особенностью методики ЮНИДО является то, что она использует модель движения денежных потоков для расчета показателей коммерческой эффективности на каждом этапе реализации проекта.

Анализ денежных притоков и оттоков по всем трем видам деятельности (операционной, инвестиционной, финансовой) чрезвычайно важен для оценки результатов реализации проекта. Однако с позиций оценки эффективности инвестиций наибольший интерес представляют результаты (алгебраическая сумма притоков и оттоков) по двум видам деятельности: инвестиционной и операционной. Суммы притоков (плюсы) и оттоков (минусы) денег по двум указанным видам деятельности, вычисленные на каждом шаге расчета, называются "поток реальных денег" и в мировой практике традиционно обозначаются CF_t , $t = 1, 2, \dots, T$. Основное назначение показателя CF_t заключается в определении итога деятельности на каждом шаге расчета. Суммы

притоков и оттоков денег с учетом финансовой деятельности представляют собой или излишек средств или их дополнительную потребность на каждом шаге расчета. Указанные суммы называются сальдо реальных денег. Если сальдо на каком-либо шаге окажется отрицательным, расчет необходимо повторить, чтобы отрицательное значение было ликвидировано за счет уменьшения расходов или благодаря увеличению доходов. В простейшем случае для ликвидации отрицательного сальдо можно предусмотреть пополнение притоков за счет заемных средств.

Необходимость соизмерять денежные средства предопределяет приведение разновременных значений денежных потоков (CF_t) к их ценности на определенный момент времени (как правило, моментом приведения является базовый момент - начало отсчета t). Указанный процесс приведения носит название дисконтирования денежных потоков и заключается в умножении значений CF_t на соответствующее значение коэффициента дисконтирования α_t (базовый момент приведения):

$$\alpha_t = (1+r)^{-t}, t=0,1,\dots,T,$$

где r - норма дисконта; t - номер шага расчета; T - горизонт расчета.

Норма дисконта, выражаемая в долях единицы, в условиях регулируемой экономики - директивная величина, определяемая в задании на проектирование монопольным инвестором (государством) как норма дохода на вкладываемый капитал (процентная ставка на инвестируемый капитал).

В условиях рыночной экономики норма дисконта является одним из важнейших параметров в процессе оценки показателей экономической эффективности инвестиционных проектов. Расчеты при однозначно определенной норме дисконта возможны при условии задания ее инвестором. Отсутствие конкретного инвестора на

предынвестиционной фазе жизненного цикла проекта, как правило, исключает возможность определения фиксированной нормы дисконта для расчета основных показателей экономической эффективности инвестиционного проекта.

Норма дисконта для инвестора включает в себя три основных компонента: свободную от риска реальную процентную ставку (цену капитала), уровень инфляции и надбавку за риск. Определение нормы дисконта, таким образом, требует оценки и суммирования каждого из указанных компонентов

Особо следует подчеркнуть роль амортизации в составлении модели движения денежных потоков, которая по своей экономической природе является целевым отчислением, призванным обеспечить накопление средств для компенсации физического и морального износа основного капитала, используемого фирмой для всех типов ее операций. Количественно величина амортизационных отчислений определяется следующими факторами:

- балансовой стоимостью оборудования, входящего в состав основного капитала;
- предполагаемым сроком службы оборудования до момента его списания;
- выбранным методом начисления амортизации.

Амортизация, являясь источником формирования денежного фонда специального (целевого) назначения, при этом не перестает быть собственностью фирмы, хотя и вычитается из ее прибыли подобно издержкам производства или налоговым платежам. Здесь мы сталкиваемся только с ограничением свободы собственников средств в их расходовании, хотя сами целевые средства продолжают работать на благо фирмы, укрепляя финансовые основы ее будущего существования. Ведь в итоге, когда фирме потребуются осуществить вложение средств для замены

изношенного основного капитала, амортизационный фонд станет для нее эквивалентен чистой прибыли после налогообложения. С этих позиций формирование амортизационного фонда выступает как накопление инвестиционного резерва.

Рассматривая методику ЮНИДО как базовую для оценки экономической эффективности технологии строительства объектов подземного пространства, следует заметить, что она не учитывает специфику подобных проектов и поэтому требует определенной адаптации, в зависимости от специфики проектов, определяемой видом подземного сооружения.

Адаптация методики к оценке технологии строительства, канализационных тоннелей и коллекторов должна учитывать множество принципиальных особенностей подобных проектов:

1. Техничко-технологические особенности:

- создание пустот в недрах для возведения сооружения;
- обеспечение эксплуатационных и строительных подходов к сооружению с дневной поверхности;
- использование конструкций сооружения как крепи горных выработок;
- зависимость технологии строительства от конструкции сооружения;
- высокие требования к устойчивости сооружения при низкой ремонтно-пригодности сооружения;

2. Организационно-экономические особенности:

- специфический состав участников проекта;
- совмещение горно-проходческих работ и строительного-монтажных работ во времени и пространстве;
- организация финансирования;
- постадийное формирование амортизационного фонда;
- неопределенность сроков возврата инвестиций, связанная с отсутствием

методики оценки выручки от реализации услуг в процессе реализации проекта;

неопределенность продолжительности жизненного цикла проекта, связанная с периодом эксплуатации сооружения;

3. Экологические особенности:

наличие внешних и внутренних опасностей, влияющих на устойчивость сооружения;

воздействие на окружающую среду, в случае потери устойчивости сооружения.

Результаты анализа рассмотренных методик оценки экономической эффективности проектов и выявленные особенности технологии строительства канализационных тоннелей и коллекторов положены в основу формирования принципиальных подходов к оценке экономической эффективности технологии освоения подземного пространства:

1) оценка экономической эффективности технологии освоения подземного пространства должна базироваться на модели движения денежных потоков от реализации проекта;

2) структура показателей модели движения денежных потоков по трем

видам деятельности (операционной, инвестиционной, финансовой) должна учитывать технико-технологические, организационно-экономические и экологические особенности проектов;

3) значения показателей модели должны оцениваться в соответствии с календарным планом, сроками строительства и эксплуатации объекта;

4) в процессе моделирования движения денежных потоков должны быть отражены требования участников проекта (заказчика, инвесторов и исполнителей);

5) процедура оценки показателей экономической эффективности проектов должна обеспечить расчет значений дохода от эксплуатации сооружения в соответствии с требованиями инвесторов (срок окупаемости, цена капитализации).

Формирование методики на основе предлагаемых принципиальных подходов позволяет обеспечить выбор соответствующих организационно-технологических схем освоения подземного пространства и схем строительства, а также использования наиболее эффективных схем инвестирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шахтное и подземное строительство*: Учеб. для вузов 2-е изд., переработанное и дополненное : В 2 Т. / Б.А. Картозия, Б.И. Федунец, М.Н. Шуплик и др. – М: Издательство Академии горных наук, 2001. – Т 2. – 582 с. : ил.

2. *Стратегия управления рисками в городском подземном строительстве*. Кулико-

ва Е.Ю., Корчак А.В., Левченко А.Н. – М: Издательство Московского государственного горного университета, 2005. – 207с.:ил.

3. *Стратегия промышленного инвестирования в минерально-сырьевом секторе экономики*: в 2-х книгах ; Новикова И.К., Ашихмин А.А – кн.1 – М: МГТУ - 2000. - 94 с.

ГИАБ

Коротко об авторе

Сорочинский В.Л. – Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 6 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. В.А. Харченко.