

Управление жизненным циклом инвестиционного проекта строительства с учетом важности экологических факторов

С.Е. Манжилевская, Д.В. Попов

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В данной статье рассматривается оценка затрат жизненного цикла инвестиционно-строительных проектов с учетом затрат, направленных на снижение уровня загрязнения в окружающей среде. Инструменты финансовых расчетов, применяемые для анализа инвестиционных решений и расчета стоимости жизненного цикла объекта (LCC - life cycle costs, также затраты на жизненный цикл), являются тесно связанными методами оценки инвестиций, включающими расходы на оборудование, установку, выполнения строительных работ и различные инвестиции в инфраструктуру, необходимые для поддержания и развития строительного сектора в экономике страны. Для экологического менеджмента данный анализ позволяет строительной организации оценить финансовые выгоды альтернативных стратегий или сравнить такие стратегии с существующим положением вещей. Расчет инвестиций с точки зрения затрат, экономии средств и потенциала для снижения риска экологической ответственности является основой, на которой строительные организации должны основывать свои долгосрочные стратегии. Статья направлена на освещение вопросов рационального расчета инвестиционных вкладов в строительство для поддержания благоприятной экологической обстановки на территории, где будет располагаться строительное производство.

Ключевые слова: экологическая безопасность, экологический мониторинг, управление проектом, экология в строительстве, пылеподавление, затраты жизненного цикла, системы пылеулавливания, инвестиции в строительство.

Инструменты финансовых расчетов, применяемые для анализа инвестиционных решений и расчета стоимости жизненного цикла объекта (LCC - life cycle costs, также затраты на жизненный цикл), являются тесно связанными методами оценки инвестиций, включающими расходы на оборудование, установку, выполнение строительных работ и различные инвестиции в инфраструктуру, необходимые для поддержания и развития строительного сектора в экономике страны. Эти инвестиции имеют текущие и будущие дивиденды, или окажут влияние на будущие затраты [1].

Среди инженеров этот процесс называется инженерно-экономическим анализом. Каким бы ни был термин, процесс экономической оценки и сравнения инвестиционных альтернатив включает в себя набор аналитических методов, которые являются инструментами для принятия

инвестиционных решений. Для экологического менеджмента эти инструменты позволяют строительной организации оценить финансовые выгоды альтернативных стратегий или сравнить такие стратегии с существующим положением вещей. В идеале инвестиции с точки зрения затрат, экономии средств и потенциала для снижения риска экологической ответственности являются основой, на которой строительные организации основывают свои долгосрочные стратегии.

Суть любых инвестиций состоит в том, чтобы вложить настоящие средства для будущей выгоды. Анализ LCC помогает определить наименьший объем затрат, принимая во внимание как первоначальные затраты, так и будущие эксплуатационные расходы. LCC анализ также включает оценку рисков в том смысле, что некоторые из рассматриваемых стратегий или инициатив требуют больших первоначальных затрат и обеспечивают более низкие будущие затраты, чем другие. При разработке критериев инвестиционного проекта строительная компания должна сосредоточиться на прямых затратах в инвестиции и потенциале сокращения долгосрочных обязательств. С точки зрения экологических проблем, с которыми сталкиваются инвесторы, необходимо уделять внимание нескольким уровням затрат, представленным в таблице 1 [2-3].

Таблица 1 – Уровни затрат, связанных с загрязнением окружающей среды в строительном производстве

Уровень	Категория затрат	Наименование затрат	Примечание
1	2	3	4
1	Обязательные затраты	Плата за загрязнение окружающей среды	Плата за выброс загрязняющих веществ в пределах юридически допустимых норм выбросов
		Зарплата рабочих	
		Сырье, энергия	Химикаты, вода
1	2	3	4



		Подготовка строительной площадки для установки оборудования для борьбы с загрязнением	
		Оборудование и технологические решения для обеспечения контроля за загрязнением	
		Обучение сотрудников	
2	Скрытые затраты	Расходы, связанные с экологическим мониторингом	
		Сопутствующие затраты по восстановлению окружающей среды	Например, при использовании пушки туманообразования для улавливания твердых частиц, чтобы решить проблемы загрязнения воздуха. В этом случае уменьшается проблема выбросов в атмосферу, но создается проблема загрязнения воды с использованием этой технологии. Проблему загрязнения воды, возможно, также придется решать с помощью отдельных технологий очистки, что приведет к проблеме удаления осадка
		Стоимость разработки отчетов о воздействии на окружающую среду	
		Затраты на оценку состояния здоровья и безопасности рабочих	
		Судебные издержки	
		Стоимость контрольных приборов	
		Расходы на техническое обслуживание и замену оборудования	
1	2	3	4

3	Будущие затраты по обязательствам	Затраты по устранению загрязнения	Очистка строительной площадки, затраты на очистку, связанные с ущербом от третьих лиц
		Затраты на модернизацию очистного оборудования	Соблюдение экологических требований часто меняются, следовательно, используемая сегодня технология контроля может устареть через несколько лет
		Инфляция	Например, повышение затрат на сырье и энергию, а также на услуги по удалению отходов
4	Косвенные издержки	Реакция потребителей и потеря доверия инвесторов	В технологически развитом обществе хорошо известно, что потребители и инвесторы отдадут предпочтение тем компаниям, которые заботятся об окружающей среде и имеют активные программы управления окружающей средой
		Отношения с сотрудниками	Недостаточные усилия по решению экологических проблем подвергают работников риску для здоровья
		Создание и расширение финансовых кредитных линий	Кредитные учреждения не будут предоставлять кредиты или предоставлять выгодные условия для кредитных линий, если компания осуществляет деятельность с высоким риском с точки зрения экологического менеджмента
		Неблагоприятные последствия для продажи собственности или слияний и поглощений	Компании, которые хотят стать партнерами или объединиться с другими, не желают брать на себя экологические обязательства другой фирмы; плохое управление окружающей средой может привести к огромным обязательствам перед инвесторами и партнерскими организациями
		Более высокие страховые взносы	Компании с плохим экологическим послужным списком представляют риск и, следовательно, потенциальную потерю активов в результате пожара или взрыва или рисков для здоровья работников и населения; страховщики не будут брать на себя эти риски, или они будут взимать высокие страховые взносы с очень ограниченным охватом
		Частые экологические проверки и штрафы	Если природоохранные регулирующие органы признают повторяющуюся ситуацию несоблюдения требований, то на организацию будут наложены многочисленные штрафы, будут проводиться проверки и корректирующие действия, все из которых могут привести к затратам на эксплуатацию, включая перерывы в производственных графиках и судебные издержки

Компоненты затрат уровней 1 и 2 обычно определяются при выборе стратегий контроля над загрязнением окружающей среды в процессе строительного производства. Однако затратам уровней 3 и 4 часто не придается достаточного веса (т.е. они считаются менее важными, чем более прямые и ощутимые затраты, обычно потому, что данным затратам сложнее присвоить значения), или они просто не признаются. Не придавая значения данным категориям затрат, строительные организации совершают ошибки, потому что, с приданием этим компонентам надлежащего значения, другие стратегии становятся очевидными и более привлекательными.

Надлежащая оценка компонентов затрат уровней 3 и 4 при оценке общих затрат и применении результатов в качестве основы для выбора надлежащих стратегий контроля за загрязнением, требует применения принципов оценки рисков. Поскольку конечной целью является разработка экономически эффективных стратегий, которые соответствуют (или выходят за рамки) целевого показателя соответствия, оценку рисков следует рассматривать как часть анализа затрат на жизненный цикл (LCCA - life cycle costs analysis).

Понимание и анализ компонентов затрат на каждом уровне имеют решающее значение для принятия решений об инвестировании в наиболее экономичные стратегии контроля за загрязнением. Когда строительные компании сосредотачивают свое внимание на очевидных затратах (уровни 1 и 2), могут быть упущены критические факторы, которые могут изменить решение об инвестициях в предотвращение загрязнения. В качестве примера можно рассмотреть процесс выполнения отделочных работ, который основан на использовании сухих твердых строительных смесей. При этом типе операций образуется значительный выброс частиц мелкодисперсной пыли $PM_{2,5}$ и PM_{10} (Particulate Matter), что наносит вред здоровью рабочих. Строгие экологические нормы требуют применения наилучших доступных

технологий для контроля выбросов в атмосферу, но они, как правило, стоят дорого, поэтому не рассматриваются [4-5].

Сосредоточив внимание только на компонентах затрат 1-го и 2-го уровней, вполне возможно, в зависимости от масштаба производства работ, применение дорогостоящих технологий. Когда анализ фокусируется на таких вопросах, как риски для здоровья рабочих, совокупные сборы за выбросы загрязнений, требования к ведению учета и отчетности об отходах, а также транспортировка и удаление, тогда другие альтернативы, которые вытесняют или устраняют образование загрязнения, как, например, выбросы пыли в процессе строительства, применение технологий по их устранению становится намного более привлекательным. Если мы также рассмотрим потенциальные будущие обязательства при продаже объекта, например в составе жилых комплексов, где продолжается возведение объектов недвижимости, или при точечной застройке в городской среде, где вред от загрязнений наносится не только рабочим, но и населению, то такие инвестиционные затраты по устранению или минимизации пылевого загрязнения как одного из процессов строительного производства, являются оправданными. Это основа, на которой методы расчета стоимости жизненного цикла применяются для принятия логичных инвестиционных решений.

Затраты уровней 1 и 2 могут быть обработаны в обычном расчете LCC для определения инициатив с наименьшими затратами по сравнению с базовым вариантом или между собой. За исключением инфляции, затраты/выгоды уровней 3 и 4 должны решаться другими способами. Они лучше всего учитываются в общем инвестиционном анализе путем определения уровней рисков в дополнение к инвестиционным решениям. Уровни риска определенных обязательств или будущих событий могут быть

определены на основе вероятностей, которые, в свою очередь, могут быть квалифицированы путем применения доверительных пределов.

Базис для установления доверительных пределов может быть разработан на основе субъективных критериев. Примеры субъективных критериев в этом случае включают:

- данные мониторинга заболеваемости, которые на территории выполнения производства работ показывают, что от болезней органов дыхания на примере Ростовской области страдают в среднем свыше 1,7 миллиона человек. По этому показателю Ростовская область лидирует на Юге [6].

- по уровню техногенной пыли Ростов-на-Дону стал антилидером согласно результатам исследований учёных из Института промышленной экологии Уральского отделения РАН. Значительная доля исследуемых частиц пыли состоит из частиц шлака, кирпича, штукатурки и других строительных остатков, которые имеет нетоксичный химический состав: кислород, кремний, железо, алюминий, кальций, магний, калий, натрий, титан [7].

- предотвращение распространения загрязняющих веществ не может быть решено на постоянной основе.

- строящиеся объекты, расположенные вблизи густонаселенных районов, представляют высокий риск для здоровья населения и работников стройки.

Включив принципы субъективной оценки рисков в дополнение к расчетам LCC, строительная компания может ранжировать финансовые риски для разрабатываемого инвестиционно-строительного проекта и разрабатывать стратегии и планировать инвестиции, направленные на снижение воздействия на окружающую среду при возведении ее зданий и

сооружений. Например, различные стратегии по снижению пылевого загрязнения могут включать:

- инвестирование в разработку и внедрение организационно-технологических решений на строительной площадке для борьбы с пылевым загрязнением;
- применение пылеулавливающего оборудования;
- экологический мониторинг с применением современных компьютерных технологий.

Строительная компания может продолжить анализ, изучив комплексные системные подходы, которые обеспечат варианты реализации нескольких инициатив одновременно или их поэтапного осуществления в течение определенного периода времени. Это позволяет руководству принимать долгосрочные решения о росте объемов строительства и полагаться на методы планирования издержек за весь срок эксплуатации (LCP – life-cost planning). LCP касается оценки и сравнения вариантов и альтернатив на этапах проектирования и строительства объекта [8-9].

Исходная информация, необходимая для LCCA, включает оценки затрат по годам для двух или более конкурирующих альтернатив, ставку дисконтирования и период исследования. Для расчета LCC текущая стоимость каждого вида затрат, которая будет затрачена в течение исследуемого периода, должна быть сначала рассчитана с использованием правильно выбранных ставок дисконтирования. Затем эти текущие значения для каждой альтернативы должны быть суммированы, что даст ее LCC. Если другие характеристики производительности аналогичны среди рассматриваемых альтернатив, альтернатива с наименьшим LCC является наиболее экономически эффективной из инвестиционных вариантов. Расчеты могут выполняться вручную для простых систем, с использованием компьютерных моделей для более сложных систем и интегрированных

систем. Ниже приведена общая формула для анализа текущей стоимости LCC:

$$LCC = \sum_{t=0}^N C_t / (1 + d)^t, \quad (1)$$

где LCC - все затраты жизненного цикла объекта в текущей стоимости данной альтернативы;

C_t - сумма всех соответствующих затрат, включая первоначальные и будущие затраты, за вычетом любых денежных потоков, происходящих в году t ;

N - количество лет, отражающее срок амортизации капиталовложений;

d - ставка дисконтирования, используемая для приведения денежных потоков к текущей стоимости [10].

Формула требует, чтобы все расходы были определены по годам и сумме. Хотя формула выглядит простой, фактические расчеты могут быть довольно утомительными, особенно когда ожидаемая продолжительность инвестиций превышает несколько лет, и для ежегодно повторяющихся сумм, для которых будущие затраты должны быть сначала рассчитаны с учетом изменений в цене. Метод LCC обеспечивает последовательное средство учета всех затрат, связанных с несколькими потенциальными инвестициями в течение определенного периода исследования. LCCA необходим для демонстрации того, что дополнительные затраты на инвестиционную альтернативу более чем компенсируются соответствующим снижением эксплуатационных расходов (включая энергию и воду), по сравнению с текущей ситуацией. LCCA позволяет относительно просто сравнивать затраты уровня 1 и уровня 2 для технологий и борьбы с загрязнением, но часто требует дополнительного анализа для надлежащего учета затрат уровня 3 и уровня 4. При использовании метода LCC для оценки потенциальных инвестиций строительная компания должна:



- выбрать одну из двух или более взаимоисключающих альтернатив на основе наименьшего LCC;
- разработать все альтернативы в соответствии с конкретными минимальными требованиями к производительности;
- оценить все альтернативы, используя одну и ту же дату начала, дату обслуживания, период обучения и ставку дисконтирования.
- вычесть положительные денежные потоки (если таковые имеются) из затрат.
- убедиться, что любые последствия инвестиций, не учтенные в денежном выражении, либо незначительны, либо одинаковы для всех вариантов инвестирования, либо учитываются каким-либо другим способом.

Литература

1. Беспалов В.И., Котлярова Е.В., Бондаренко А.С. Научно методические основы обеспечения экологической безопасности территорий в условиях урбанизации // Инженерный вестник Дона, 2019. № 1. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5553.
 2. Ганичева Л.З. Анализ состояния атмосферного воздуха в промышленных городах Ростовской области // Инженерный вестник Дона, 2013. № 2. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1701.
 3. Чебанова С.А., Азаров В.Н., Азаров А.В., Поляков В.Г. Влияние организационно-технологических решений строительства в стесненных условиях на окружающую среду // Инженерный вестник Дона, 2018. № 1. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4790.
 4. Калюжина Е.А., Несветаев Г.В., Азаров В.Н. Исследования значений PM₁₀ и PM_{2,5} в выбросах в атмосферу и рабочую зону при ремонтно-строительных работах // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер. Политематическая, 2012. №1 (20). – URL: vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=785.
-



5. Глинянова И.Ю. Оценка загрязнения окружающей среды примесями кислых или щелочных веществ с одновременной оценкой их удельной электрической проводимости // Инженерный вестник Дона, 2019. № 6. - URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N6y2019/6066.

6. Hritonenko N. Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment. Springer Science & Business Media, 2014. 296 p.

7. Gillman M. An Introduction to Mathematical Models in Ecology and Evolution: Time and Space. John Wiley & Sons, 2009. 158 p.

8. Versini P.-A., Gires A., Tchiguirinskaia I., Schertzer D. Urban Forestry & Urban Greening, volume 49, 2020. Pp.114-122.

9. Shafique Muhammad, Luo Xiaowei, Zuo Jian. Solar Energy, volume 202, 2020. Pp. 485-497.

10. Bevilacqua Piero, Bruno Roberto, Arcuri Natale. Renewable Energy, volume 152, 2020. Pp. 1414-1430.

References

1. Bepalov V.I., Kotlyarova E.V., Bondarenko A.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5553.

2. Ganicheva L.Z. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1701.

3. Chebanova S.A., Azarov V.N., Azarov A.V., Polyakov V.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4790

4. Kaluzhina E.A., Nesvetaev G.V., Azarov V.N. Internet-vestnik VolgGASU, 2012. № 1. URL: vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=785.

5. Glinyanova I.U. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N6y2019/6066.

6. Hritonenko N. Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment. Springer Science & Business Media, 2014. 296 p.



7. Gillman M. An Introduction to Mathematical Models in Ecology and Evolution: Time and Space. John Wiley & Sons, 2009. 158 p.
8. Versini P.-A., Gires A., Tchiguirinskaia I., Schertzer D. Urban Forestry & Urban Greening, volume 49, 2020. Pp.114-122.
9. Shafique Muhammad, Luo Xiaowei, Zuo Jian. Solar Energy, volume 202, 2020. Pp 485-497.
10. Bevilacqua Piero, Bruno Roberto, Arcuri Natale. Renewable Energy, volume 152, 2020. Pp. 1414-1430.