

УДК 378.014.5

А.Т. БЕККЕР, Б.А. ЗОЛОТОВ,
В.С. ЛЮБИМОВ, В.С. НОСОВСКИЙ

Генезис методологии количественной оценки риска инновационных технологий в гидротехническом строительстве

Рассматривается историческое развитие исследований по определению риска инновационных технологий в гидротехнике. Доказывается, что предлагаемая методология количественного расчета риска может не только применяться в гидротехнике, но и служить основой отраслевых методик расчета риска.

Ключевые слова: риск, инновационные технологии, инвестиции.

Genesis methodology quantitativ risk asesessment of innovative technologies in hydraulic engineeribg. A.T. BEKKER, B.A. ZOLOTOV, V.S. LYUBIMOV, V.S. NOSOVSKY.

The historical development of studies to determine the risk of innovative technologies in hydraulic engineering. The proposed methodology for quantitative risk calculation can be used in hydraulic engineering, and serve as a basis for calculating the risk of industrial techniques.

Keywords: risk, innovative technologies, investment.

Проблемы оценки риска инновационных технологий актуальны сейчас так же, как и 30 лет назад, когда такая задача ставилась на первой Всесоюзной конференции по техническим средствам освоения шельфа [5]. В условиях централизованной экономики, в частности в экономике России до начала перестройки, использовались единые унифицированные способы принятия и осуществления инвестиционных решений, что предполагало разработку соответствующих методик как для всего народно-хозяйственного комплекса, так и отдельных его отраслей¹. В плановых расчетах широко применялся показатель приведенных затрат, который рассчитывался путем суммирования, соответствен-

¹Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений 1980 г.

но, соизмерения текущих затрат и объема капитальных вложений, умноженного на нормативный коэффициент эффективности. По существу, расчет приведенных затрат представляет собой учет временной стоимости денег при использовании ряда упрощающих предположений.

Временная стоимость денег и была положена в основу экономического подхода к расчету количественной оценки рисков, возможных отказов технологических инноваций освоения шельфа. Риск при таком подходе мог определяться вероятностной оценкой показателя приведенных затрат.

Риск – категория вероятностная, поэтому методы его количественной оценки базируются на ряде важнейших понятий теории вероятностей и математической статистики.

Ситуация риска связана со стохастическими процессами, которым сопутствуют три сосуществующих условия:

- наличие неопределенности;
- необходимость выбора альтернатив (отказ от выбора – это разновидность выбора);
- оценка вероятности осуществления выбираемых альтернатив.

Результат явления с неопределенным (неизвестным) исходом является неким случайным событием, экспериментом, выбором.

Случайным называется событие, которое при данном наборе условий может либо произойти, либо не произойти. Количественное измерение степени достоверности реализации случайных событий основывается на понятии вероятности.

Вероятная оценка – наиболее очевидный способ оценки риска.

Вероятность означает возможность получения конкретного результата. Методы теории вероятности сводятся к поиску вероятности наступления определенных событий и выбору из нескольких возможных событий самого вероятного, которому соответствует наибольшее численное значение математического ожидания.

Математическое ожидание случайной величины служит центром распределения ее вероятностей. Однако данная характеристика, взятая сама по себе, не позволяет измерить степень риска.

Для принятия окончательного решения необходимо измерить вариативность показателей, т.е. определить меру вариативности возможного результата.

Вариативность представляет собой степень отклонения ожидаемого значения от среднего. Для ее оценки на практике обычно применяют два близко связанных критерия – дисперсию и среднее квадратичное отклонение.

Дисперсия характеризует степень вариативности изучаемого показателя (например, ожидаемый доход от осуществления финансовой операции) по отношению к средней величине. Размерность дисперсии равна квадрату единицы измерения случайной величины. Для удобства анализа дисперсию приводят к тем же единицам, что и случайная величина. Этот показатель называется стандартным (среднеквадратическим)

отклонением. Стандартное отклонение показывает, насколько значения случайной величины могут отличаться от ее среднего. Среднее квадратичное отклонение является именованной величиной и указывается в тех же единицах, в каких измеряется варьирующий признак. Дисперсия и среднее квадратичное отклонение является мерами абсолютной вариативности.

Для оценки риска, приходящегося на единицу доходности, часто используют коэффициент вариации. Коэффициент вариации может изменяться от 0 до 100 %. Чем больше коэффициент, тем сильнее вариативность рассматриваемого признака. Принята следующая качественная оценка различных значений коэффициента вариации:

- до 10 % – слабая вариативность,
- от 10 до 20 % – умеренная,
- свыше 20 % – высокая вариативность.

Коэффициент вариации – относительная величина, поэтому на его значение не влияют абсолютные значения изучаемого показателя.

Коэффициент вариации позволяет распределить уровень риска, если показатели среднего ожидаемого дохода от осуществления финансовых операций различаются.

Несмотря на большое желание получить методику расчета экономической оценки надежности (риска) различного вида технических шельфовых сооружений на кафедре гидротехники Дальневосточного политехнического института и Бакинского института нефти, где проводились научные исследования в этом направлении, она не была закончена, так как начавшаяся перестройка и национальное самоопределение республик СССР прервали эти исследования.

Новый импульс к определению методологии оценки риска в области технологических инноваций дали методики проектного анализа, разработанные международными финансовыми организациями в 90-е годы двадцатого столетия [2]. Методика, получившая в России название ЮНИДО, позволяет оценивать инновационную проектную деятельность, обычно связанную с риском получения ожидаемого дохода. Измерение ожидаемого дохода определяется показателем NPV (чистый дисконтированный доход) – сумма предполагаемого потока платежей, приведенная к текущей (на настоящий момент) стоимости.

Операция приведения к текущей стоимости называется дисконтированием. Приведение к текущей стоимости выполняется по заданной ставке дисконтирования:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{FV - I}{(1 + r)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{FV}{(1 + r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{I}{(1 + r)^t},$$

где I – начальные инвестиции; FV – чистый денежный поток для t периода; t – период времени; r – коэффициент дисконтирования.

Совместные исследования немецких и российских ученых Новосибирского государственного университета [3] показали, что чистый

дисконтированный доход (NPV) также может рассматриваться как случайная величина с такими характеристиками, как математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратичное отклонение.

Рассматриваемый подход к оценке экономической эффективности и риска может послужить основой для разработки отраслевых методик по определению эффективности инвестиций, например, в мелиорации (гидротехническое строительство в сельском хозяйстве). Было отмечено, что в последнее десятилетие агропромышленное производство «не выдержало» натиска экономической реформы и был разрушен научно-производственный потенциал в системе экономических отношений [6]. Производство валовой продукции сократилось на 40 %. Основные риски продовольственного рынка взяло на себя предпринимательство в сельском хозяйстве.

Современные технологии производства риса требуют строительства дамб, плотин, каналов, насосных станции и других инженерных объектов. Капитальные затраты в гидротехнику на один гектар в Приморском крае составляют 600 тыс. руб. Методология оценки риска с использованием показателя чистого дисконтированного дохода основывается на вероятности получения отрицательного значения этого показателя. Оценка риска проводится методом анализа чувствительности [4]. В анализе чувствительности меняется только одна переменная – цена риса. Рассматривались два проекта по производству риса – в Приморском и Краснодарском краях. Поставлена задача (таблицы 1, 2):

- оценить экономическую эффективность проектов по показателю чистой приведенной стоимости (NPV) при различных ставках процента (5, 10, 15, 20) и различной величине капиталовложений:

- вся сумма инвестируется в нулевой год,

- половина суммы возвращается в нулевой год, вторая половина - равными дисконтированными частями ежегодно в течение срока реализации проекта,

- вся сумма инвестируется равными дисконтированными частями в течение срока реализации проекта;

- оценить риски путем анализа чувствительности проекта к изменениям цен на рис в сторону уменьшения и увеличения. Возможны три ситуации:

- цена на рис останется средней в течение срока реализации проекта,

- цена на рис вырастет на 50 %,

- цена на рис снизится на 10 %;

- сделать выводы по проектам и выбрать наиболее привлекательный относительно инвестиций.

Исходя из этих показателей рассчитаны величины рисков (таблицы 3, 4).

Незаполненные графы таблиц 3 и 4 показывают отрицательные значения показателя NPV. В Приморском крае капитальные вложения

по первому варианту (640 тыс. руб. в начальный год) возможны при ставке доходности (дисконтирования) только 5 %. В Краснодарском крае отрицательное значение NPV появляется только при ставке доходности 20 %. При ставках 10 % и 15 % значения NPV положительны.

Таблица 1
Условия задачи по определению эффективности проектов

Показатель	Приморский край	Цена +50 %	Цена -10 %	Краснодарский край	Цена +50 %	Цена -10 %
Капитальные затраты, руб./га	640 000	640 000	640 000	480 000	480 000	480 000
Срок реализации проекта, лет	30	30	30	30	30	30
Амортизация, руб./га	21 333,33	21 333,33	21 333,33	16 000	16 000	16 000
Текущие затраты, руб./га	13 600	13 600	13 600	10 200	10 200	10 200
Цена зерна, руб. /кг	28	42	25,2	23	34,5	20,7
Урожайность, т/га	3,2	3,2	3,2	6,2	6,2	6,2
С/х налог, %	10	10	10	10	10	10

Таблица 2
Показатели финансовой деятельности

Показатель	Приморский край	Цена +50 %	Цена -10 %	Краснодарский край	Цена +50 %	Цена -10 %
Капитальные затраты, руб./га	640 000	640 000	640 000	480 000	480 000	480 000
Срок реализации проекта, лет	30	30	30	30	30	30
Амортизация, руб.	21 333,33	21 333,33	21 333,33	16 000	16 000	16 000
Текущие затраты, руб./т	13 600	13 600	13 600	10 200	10 200	10 200
Цена зерна, руб./кг	28	42	25,2	23	34,5	20,7
Урожайность, т/га	3,2	3,2	3,2	6,2	6,2	6,2
С/х налог, %	10	10	10	10	10	10
Кап. затраты, руб./га	640 000	640 000	640 000	480 000	480 000	480 000
Выручка, руб.	89 600	134 400	80 640	142 600	213 900	128 340
Затраты текущие, руб./га	43 520	43 520	43 520	63 240	63 240	63 240
Налогооблагаемая прибыль, руб./га	46 080	90 880	37 120	79 360	150 660	65 100

Окончание табл. 2

Показатель	Приморский край	Цена +50 %	Цена -10 %	Краснодарский край	Цена +50%	Цена -10%
Налог, руб./га	4608	9088	3712	7936	15 066	6510
Прибыль после налога, руб./га	41 472	81 792	33 408	71 424	135 594	58 590
Налоговый щит, руб./га	2133,33	2133,33	2133,33	1600,00	1600,00	1600,00
Совокупный доход, руб./га	43 605,33	83 925,33	35 541,33	73 024,00	137 194,00	60 190,00

Таблица 3

Риски проектов производства риса в Приморском и Краснодарском краях в зависимости от первоначальных капиталовложений при различных ставках дисконтирования

Показатель	Размер начального капиталовложения											
	640 тыс. руб.				320 тыс. руб.				640/30 тыс. руб.			
Приморский край												
Ставка дисконтирования, %	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
Риск, %	28	-	-	-	12	31	-	-	5	5	5	5
Краснодарский край												
Ставка дисконтирования, %	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
Риск, %	3	10	30	-	2	3	7	14	1	1	1	1

По второму варианту (320 тыс. руб./га в начальный год) в Приморском крае положительное значение NPV получено уже при ставках дисконтирования 5 % и 10 %, отрицательное – при ставках 15 % и 20 %. В Краснодарском крае при всех рассматриваемых ставках дисконтирования NPV положительно.

В целом уровень рисков инвестирования капитала в производство риса по всем трем рассматриваемым вариантам и анализам чувствительности, связанным с изменением цены на рис, также намного меньше в Краснодарском крае, чем в Приморском.

Как показано в статье, представленная методология количественной оценки риска является вполне обоснованной для расчета экономической эффективности и риска инновационных технологий в гидротехническом строительстве. Также эта методология может стать основой для отраслевых методик, связанных с расчетами экономической эффективности и риска инвестиций

Таблица 4

**Сопоставление рисков и NPV в Приморском и Краснодарском краях
в зависимости от ставки дисконтирования и выплаты начальных капиталовложений**

Показатель	Размер начального капиталовложения											
	640 тыс. руб. в нулевой год				320 тыс. руб. в нулевой год				по частям каждый год			
	Приморский край											
Ставка дисконтирования, %	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
Мат. ожидание NPV, руб./га	191473	-	-	-	347501	89334			503528	308780	215070	163086
Риск, %	28	-	-	-	12	31	-	-	5	5	5	5
	Краснодарский край											
Ставка дисконтирования, %	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
Мат. ожидание NPV, руб./га	899035	365672	109022		1016055	530256	296494	166820	1133076	694841	483967	366988
Риск, %	3	10	30	-	2	3	7	14	1	1	1	1

Литература

1. Беккер А.Т., Золотов Б.А., Любимов В.С. Экономическая оценка надежности гидротехнических сооружений для добычи нефтегазовых ресурсов континентального шельфа // Гидротехнические сооружения. Владивосток, 1987. С. 32–38.
2. Беренс В., Хавранек П.М. Руководство по оценке эффективности инвестиций. М., 1997.
3. Джитендранейтон Т., Кравченко Н.А., Черемисина Т.П., Юсупова А.Т., Балдина Н.П. Финансовый менеджмент. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2006. 128 с.
4. Золотов Б.А., Золотова В.И. Методика оценки экономической эффективности и риска проектных решений в выпускных квалификационных работах: учеб.-метод. пособие. Владивосток: Изд. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2013. 52 с.
5. Золотов Б.А., Любимов В.С. Экономическая оценка надежности гидротехнических сооружений для добычи нефтегазовых ресурсов континентального шельфа: тез. докл. // Первая всесоюзная конференция «Комплексное освоение нефтегазовых ресурсов континентального шельфа СССР». М., 1986. С. 54.
6. Носовский В.С., Осипов В.А., Козлов Л.Е., Козакова В.А., Корнейко О.В. Конкурентоспособность экономики: объективные и субъективные условия развития Дальнего Востока России // Сборник научных трудов ДАЛЬНИИГИМ. Владивосток, 2014. Вып. 18. С. 177–189.

References

1. Bekker A.T., Gold B.A., Lyubimov S. Ekonomicheskaya otsenka nadezhnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy dlya dobychi neftegazovykh resursov kontinental'nogo shel'fa [Economic evaluation of reliability of hydraulic structures for the extraction of oil and gas resources of the continental shelf]. *Waterworks=Gidrotekhnicheskie sooruzheniya*. Vladivostok, 1987, pp. 32–38.
2. Berens V., Havranek P.M. *Rukovodstvo po otsenke effektivnosti investitsiy* [Guide to evaluating the effectiveness of]. Moscow, 1997.
3. Dzhitendraneyton T., Kravchenko N.A., Cheremisina T.P., Yusupova A.T., Baldin N.P. *Finansovyy menedzhment* [Financial management]. Novosibirsk, Publishing House of the NSU, 2006. 128 p.
4. Zolotov B.A., Zolotova V.I. *Metodika otsenki ekonomicheskoy effektivnosti i riska proektnykh resheniy v vypusnykh kvalifikatsionnykh rabotakh*. [Methods of assessing the cost-effectiveness and risk of design decisions in the final qualifying works]. Vladivostok, Publishing house FEFU, 2013. 52 p.
5. Zolotov B.A., Lyubimov V.S. Ekonomicheskaya otsenka nadezhnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy dlya dobychi neftegazovykh resursov kontinental'nogo shel'fa [Economic evaluation of the reliability of hydraulic structures for the extraction of oil and gas resources of the continental shelf]. *Abstracts. Proc. First All-Union conference*

- on «*Integrated development of oil and gas resources of the continental shelf of the USSR*. Moscow, 1986, p. 54.
6. Nosovsky V.S., Osipov V.A., Kozlov L., Kazakov V.A., Korneyko O.V. Konkurentosposobnost' ekonomiki: ob «ektivnye i sub»ektivnye usloviya razvitiya Dal'nego Vostoka Rossii [Konkurentosposobnost economy: the objective and subjective conditions of development of the Russian Far East. Konkurentosposobnost' ekonomiki: ob «ektivnye i sub»ektivnye usloviya razvitiya Dal'nego Vostoka Rossii]. *The collection of scientific works DALNIIGIM*. Vladivostok, 2014, is. 18, pp. 177–189.