

**МОДЕЛИ ВЫБОРА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА****В.С.Урсаки****MODELS OF CHOICE OF INVESTMENT PROJECTS IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY AND RISK****V.S.Ursaki***Политехнический институт НовГУ, Autocadik2005@mail.ru*

Проводится анализ существующих моделей оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в условиях неопределенности и риска (достоинства и недостатки методов); рассматриваются пути решения проблем моделирования в этих условиях, одним из которых является многоцелевой подход к решению инвестиционных задач в системе обеспечения устойчивости развития предприятия.

Ключевые слова: модели выбора инвестиционных проектов, условия неопределенности и риска, многоцелевой подход

In this article the analysis of existing models for assessing the economic efficiency of investment projects in conditions of uncertainty and risk is carried out (their merits and demerits are revealed). The solutions of problems of modeling in these conditions, one of which is a multipurpose approach to the solution of investment tasks in the system of stabilization of the enterprise development, are analyzed.

Keywords: models of choice of investment projects, conditions of uncertainty and risk, multi-purpose approach

Управленческие решения всегда спроецированы в будущее; в момент их принятия невозможно предугадать, как будут развиваться события, т.е. какими окажутся последствия этих решений, принимаемых в условиях неопределенности или риска. Отметим, что решение принимается в условиях неопределенности, когда невозможно оценить вероятность потенциальных результатов; риск же представляет собой объективную вероятность того или иного события и может быть выражен количественно, в частности, в виде математического вероятностного распределения.

Выбор наиболее эффективного (с экономической, социальной и экологической точки зрения) инвестиционного проекта из совокупности альтернатив чаще всего осуществляется в условиях неопределенности, что, в свою очередь, может привести к неоправданным потерям в ходе реализации проекта. Оценка эффективности инвестиций является наиболее ответственным этапом принятия инвестиционного решения, от результатов которого в значительной мере зависит степень реализации цели инвестирования. В свою очередь, объективность и достоверность полученных результатов во многом обусловлены используемыми методами анализа.

Для оценки экономической эффективности инвестиционных проектов используются такие показатели, как чистая текущая стоимость (NPV, Net Present Value), период окупаемости с учетом дисконтирования (DPP, Discounted Payback Period), внутренняя норма рентабельности (IRR, Internal Rate of Return), модифицированная внутренняя норма рентабельности (MIRR, Modified Internal Rate of Return), индекс рентабельности (PI, Profitability Index) и др. [1]. В

различных ситуациях доминирующим фактором (критерием) выбора наиболее эффективного инвестиционного проекта становится один из показателей, однако для принятия обоснованных инвестиционных решений необходимо их совместное использование, что позволяет оценить все аспекты инвестиционного проекта.

Необходимость определенности (требование детерминированности) входных данных для оценки эффективности инвестиционного проекта является общим недостатком названных показателей, при расчете которых применяются средневзвешенные значения входных параметров, что, в свою очередь, ведет к смещению показателей эффективности от реальных значений. К тому же это требование является упрощением реальности из-за невозможности формализовать большое количество факторов неопределенности, а ведь именно они определяют риск проекта (недополученные доходы, увеличение расходов, потери ресурсов и др.).

Основой при прогнозировании эффективности и оценке величины риска реализации инвестиционного проекта является определение разброса числовых параметров планируемого проекта. При этом в реальных условиях невозможно полностью устранить неопределенность входных данных и, следовательно, избежать негативных последствий принятия инвестиционных решений. Таким образом, в процессе прогнозирования необходимо учитывать риски показателей эффективности, обуславливающиеся соответствующими факторами неопределенности, а это, в свою очередь, влечет проблему формализации неопределенных параметров прогнозирования и проблему их вычисления. Очевидно, из-за наличия большого ко-

личества неопределенностей показатели оценки эффективности инвестиционного проекта необходимо адаптировать на основе методов, которые позволяют одновременно провести формализацию и обработку различных видов неопределенности.

Принимая формализацию инвестиционного проекта в виде модели денежных потоков, которая на данный момент в нашей стране является базовой [1], подходы к формализации будут отличаться способами описания величин денежных притоков, оттоков и времени, в течение которого будут происходить эти процессы. Существует три основных подхода к моделированию условий неопределенности (экспертный, нечетко-множественный и вероятностный), эффективность которых зависит от уровня неопределенности и ее характера [2,3]. Чем выше уровень неопределенности, тем менее предпочтительными являются вероятностные методы, и выбор встает между аксиологическими вероятностями (экспертной оценкой) и нечетко-интервальными описаниями. В этом случае нужно понимать, что возникает проблема обоснования экспертных оценок, т.к. они являются субъективными и не обеспечивают монотонности полученных результатов.

Применение вероятностного подхода оправданно и эффективно лишь тогда, когда входные параметры определяются репрезентативной статистикой, но в реальных условиях обобщить результаты исследования с привлечением определенной выборки на всю генеральную совокупность не всегда представляется возможным. К тому же при моделировании инвестиционного проекта из-за неоднородности необходимой информации приходится сталкиваться с разносторонними видами неопределенности, отсюда возникает необходимость приведения информации к единой формализации для дальнейшего ее использования и обработки.

Рассмотрим методы оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях неопределенности и в условиях риска, представляющие наибольший практический интерес.

При отсутствии полной информации выполняется описание условий риска и каждому из возможных исходов присваивается доля вероятности, при этом ситуация представляется в виде матрицы решений [4], которая объективно отражает все условия при выполнении следующих пунктов:

- состояния окружающей среды имеют конечное множество;
- альтернативные инвестиционные проекты имеют конечное множество;
- конечной характеристикой экономического эффекта для каждого альтернативного проекта выступает чистая приведенная стоимость;
- чистая приведенная стоимость является доминирующим фактором инвестиционного проекта.

Даже учитывая тот факт, что чистая приведенная стоимость отражает разные аспекты экономической среды и на основании данного параметра инвестор может выбрать наиболее эффективный инвестиционный проект, нельзя не отметить недостаток одностороннего характера данных подходов.

В условиях неопределенности в соответствии с правилом Вальда из альтернативных инвестиционных проектов выбирают тот, который при самом неблагоприятном состоянии среды имеет максимальное значение чистой приведенной стоимости. Для этого для каждой альтернативы выделяют минимальное значение чистой приведенной стоимости и определяют максимальное значение среди выявленных минимумов. Инвестиционный проект, которому соответствует это максимальное значение, считается оптимальным [3]. Инвестор, руководствуясь указанным правилом, проявляет крайне пессимистический настрой, малую готовность к негативным последствиям. Такой способ поведения инвестора отражает установку на неизбежность неблагоприятного стечения внешних обстоятельств, однако при его использовании многие инвестиционные проекты, являющиеся экономически более эффективными, будут отвергнуты. Этот метод искусственно занижает эффективность инвестиционного проекта, поэтому его использование целесообразно в случае, когда ошибка может привести к катастрофическим последствиям и необходимо гарантировать пусть минимальный, но положительный результат.

Для крайне оптимистического инвестора в условиях неопределенности возможность выбора наилучшего инвестиционного проекта связана с использованием правила максимакс. Он выбирает проект с наибольшей величиной чистой приведенной стоимости, не учитывая при этом последствий, связанных с неблагоприятным развитием окружающей среды. Такой метод подходит тогда, когда есть полная уверенность в положительном результате при любом стечении обстоятельств, и инвестор старается максимизировать отдачу от инвестиционного проекта [3].

Правило Гурвица сочетает и правило максимакс, и правило максимин (правило Вальда) [2]. Это обеспечивается благодаря интеграции максимума минимальных значений и максимума максимальных значений посредством выпуклой линейной комбинации. Выбор оптимального инвестиционного проекта в условиях неопределенности осуществляется согласно формуле (1):

$$ИП_{opt} = \{ИП^j | \max_j [(1-\alpha) \cdot \min_i ЧПС_{ij} + \alpha \cdot \max_i ЧПС_{ij}]\}, \quad (1)$$

где α — коэффициент оптимизма, принимающий значения от нуля до единицы.

Если α принимает значение, равное 1, то выбор альтернативного проекта следует осуществлять по правилу максимакс, а при $\alpha = 0$ — по правилу максимин.

Общий недостаток рассмотренных выше методов состоит в том, что предполагается конечное множество состояний окружающей среды, что полностью не отражает реальные условия.

В условиях риска, когда вероятности наступления возможных состояний внешней среды (P_i) относительно величины чистой приведенной стоимости ($ЧПС_{ij}$) известны, то целесообразно применение правила Байеса. Значение математического ожидания альтернативного инвестиционного проекта j играет

роль критерия, в соответствии с которым осуществляется выбор, и вычисляется путем умножения чистой приведенной стоимости по j -й альтернативе на соответствующее значение вероятности наступления данного состояния и последующего суммирования. Оптимальный вариант инвестиционного проекта определяется по формуле (2):

$$ИП_{opt} = \left\{ ИП_j \mid \max_j \sum_{i=1}^n ЧПС_{ij} \cdot P_i \right\} \quad (2)$$

Рассмотренное выше правило предполагает, что элементы матрицы ЧПС_{ij} выражают также и полезность инвестиционных эффектов. Таким образом, изменение полезности по отношению к изменению значения чистой приведенной стоимости принимается пропорциональным, а отношение к риску — нейтральным [2].

Согласно критерию Бернулли, возможна замена значений математического ожидания и уровней риска целевых функций (в данном случае чистой приведенной стоимости) на ожидаемую полезность. Вместо монетарных целевых функций используется полезность, которую лицо, принимающее решение, связывает с поставленными целями и ожидаемой степенью их достижения с учетом персонального отношения к риску. При этом исходят из того, что лицо, принимающее решение, в состоянии оценить выгоду от реализации различных инвестиционных проектов. На него возлагается поиск максимума «морального ожидания» (МОЖ). В условиях риска этот максимум рассчитывается по каждой альтернативе по формуле (3):

$$МОЖ = \sum_{i=1}^n f(ЧПС_i) \cdot P_i \rightarrow \max. \quad \sum_{i=1}^n P_i = 1, \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^n f(ЧПС_i)$ — дигрессивная растущая функция полезности; ЧПС_i — чистая приведенная стоимость, соответствующая состоянию i -й внешней среды; P_i — вероятность наступления состояния i -й внешней среды [3].

Проведенный анализ традиционных методов оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях неопределенности и в условиях риска показывает ограниченность их практической применимости из-за большого числа предпосылок, которые упрощают и в то же время искажают реальную среду проекта. К тому же односторонний подход к решению задач инвестиционного планирования обладает рядом существенных недостатков. Их можно избежать, если воспользоваться методологией многокритериальной оптимизации, которая отличается более высокой результативностью.

Многоцелевой подход к решению оптимизационных инвестиционных задач должен выступать основой для реализации конечного множества различных целей и, соответственно, для достижения оптимального конечного совокупного результата проекта. Экономическая целесообразность такого перехода определяется тем фактором, что внедрение результатов при многоцелевом подходе к решению инвестиционных задач является более предпочтительным из-за использования большего числа критериев и, что особенно важно, качественных характеристик этих

результатов. Вышесказанное подтверждается отличающейся методологией получения оптимального решения, в результате которой составляется совокупность планов (множество планов, оптимальных по Парето) и решаются следующие проблемы:

— проблема выбора рабочего плана с последующей его реализацией, которая может решаться различными методами в зависимости от структуры и содержания входных данных;

— проблема определения области решений, оптимальных по Парето;

— проблема определения принципа оптимальности;

— проблема нормализации критериев и единой их формализации;

— проблема определения приоритетности или степени важности критериев [5].

Теоретические основы структурирования целей и выбора оптимального решения в условиях неопределенности и риска достаточно хорошо описаны в мировой литературе.

На первом этапе многоцелевого подхода строится многокритериальная экономико-математическая модель, на втором — разрабатывается метод ее реализации (или выбирается из уже известных). При этом разработка модели задачи является менее сложной проблемой, чем выбор оптимального метода решения. В многокритериальных задачах выбор оптимального решения в специальной литературе предлагается выполнять различными методами, такими как: метод параметрического программирования; метод выпуклых комбинаций; метод последовательных уступок; метод равных и наименьших относительных отклонений и др.

Для определения коэффициентов степени важности критериев в литературе описаны следующие методы: метод Терстоуна; метод частот предпочтения; непосредственная числовая оценка; метод Черчмена-Акоффа; линейная свертка; оценка в баллах и др.

Дадим краткую характеристику достаточно перспективному методу, основу которого составляет процедура определения множества так называемых неулучшаемых точек. В задачах векторной оптимизации имеет место противоречие между локальными критериями. Оно часто является нестрогим. Это связано с тем, что в некоторой области согласия, в которой существует противоречие хотя бы между двумя из критериев, решение может быть улучшено по всем локальным критериям. Оптимальное решение должно находиться в области компромиссов — подмножестве возможных решений, обладающих свойством, согласно которому каждое решение не может быть улучшено без снижения уровня хотя бы одного из локальных критериев. В связи с тем, что в так называемых эффективных точках вектор критерия оптимальности является неулучшаемым по совокупности всех частных критериев, их именуют решениями или планами, оптимальными по Парето.

Суть метода, основанного на использовании того или иного вида компромисса, заключается в следующем. Для практических целей требуется най-

ти единственное оптимальное решение (редко несколько решений), что обуславливает необходимость выбора оптимального решения на основе некоторой схемы компромисса и соответствующего ей принципа оптимальности. Сложность проблемы выбора целесообразной в конкретном случае схемы компромисса обусловлена наличием многообразных вариантов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что к настоящему времени разработано большое количество различных методов, с помощью которых создаются модели выбора инвестиционных проектов в условиях неопределенности (методы максимин и максимакс, правило Гурвица и др.) и условиях риска (правило Байеса, критерий Бернули и др.). К тому же созданы необходимые предпосылки для практического применения методов многоцелевой оптимизации к решению инвестиционных задач в системе обеспечения устойчивости развития предприятия. Вместе с тем доминирующим до сих пор остается одноцелевой подход к решению оптимизационных инвестиционных задач, который не обеспечивает оптимальности результатов.

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов № ВК 477 от 21.06.99 г., утверждено Министерством экономики Российской Федерации, Министерством финансов Российской Федерации, Государственным комитетом Российской Федерации по строительству,

архитектуре и жилищной политике. Режим доступа: http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_18269

2. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. М.: Дело, 2004. 888 с.
3. Количественные методы в экономических исследованиях / Под ред. М.В.Грачевой и др. М.: Юнити-Дана, 2004. 791 с.
4. Балашов А.И. Модели оптимизации выбора инвестиционных проектов в условиях неопределенности // Инструмент и технологии. 2003. № 11-12. С.175-179.
5. Ключев Ю.Б. Лавров А.Н., Окорочков В.Р. Экономико-математическое моделирование производственных систем энергетики: Учебник. М.: Высш. школа, 2002. 316 с.

Bibliography (Transliterated)

1. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh projektov № VK 477 ot 21.06.99 g., utverzhdeno Ministerstvom ekonomiki Rossiiskoi Federatsii, Mini-sterstvom finansov Rossiiskoi Federatsii, Gosudarstven-nym komitetom Rossiiskoi Federatsii po stroitel'stvu, arkhitekture i zhilishchnoi politike. Rezhim dostupa: http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_18269
2. Vilenskii P.L., Livshits V.N., Smoliak S.A. Otsenka effektivnosti investitsionnykh projektov. Teoriia i praktika. M.: Delo, 2004. 888 s.
3. Kolichestvennye metody v ekonomicheskikh issledovaniakh / Pod red. M.V.Grachevoi i dr. M.: Iuniti-Dana, 2004. 791 s.
4. Balashov A.I. Modeli optimizatsii vybora investitsionnykh projektov v usloviakh neopredelennosti // Instrument i tekhnologii. 2003. № 11-12. S.175-179.
5. Kliuev Iu.B. Lavrov A.N., Okorokov V.R. Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie proizvodstvennykh sistem energetiki: Uchebnik. M.: Vyssh. shkola, 2002. 316 s.