

**Окороков В.Р.***док. эконом. наук, профессор***Кальченко О.А.***канд. эконом. наук**Санкт-Петербургский государственный политехнический университет*

## **ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ**

### **ОЦЕНИВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ**

#### **EFFECTIVENESS EVALUATION OF INNOVATIVE PROJECTS REALIZATION UNDER INFORMATION UNCERTAINTY**

Сьогодні механізмом прийняття рішень служать рекомендовані методики оцінки ефективності та результативності інноваційних проектів, які не враховують в достатній мірі мінливу інформацію, що дозволяє судити про можливість їх реалізації. У даній науковій статті розглянуто методи оцінки ефективності інвестиційних проектів. У ході проведеного аналізу переваг і недоліків даних методів було виявлено, що, незважаючи на спільність методології оцінки економічної ефективності інноваційних та інвестиційних проектів, інноваційні володіють рядом специфічних особливостей, які необхідно враховувати в ході оцінки їх ефективності. Проаналізовано особливості інноваційних проектів у порівнянні з інвестиційними проектами. Запропоновано комплексну методику оцінки інноваційних проектів промислових підприємств на основі реальних опціонів і нечітких множин. Сучасна економіка вимагає від інвесторів вибору найбільш прибуткових, але часто дуже ризикованих інноваційних проектів. Велику роль відіграє фактор невизначеності, врахувати який традиційні методи оцінки ефективності проектів не в змозі.

**Ключові слова:** інвестиційні проекти, інноваційні проекти, невизначеність, нечіткі множини, оцінка ефективності, промислові підприємства, реальні опціони, ризики.

Сегодня механизмом принятия решений служат рекомендованные методики оценки эффективности и результативности инновационных проектов, которые не учитывают в достаточной мере меняющуюся информацию, позволяющую судить о возможности их реализации. В данной научной статье рассмотрены методы оценки эффективности инвестиционных проектов. В ходе проведенного анализа достоинств и недостатков данных методов было выявлено, что, несмотря на общность методологии оценки экономической эффективности инновационных и инвестиционных проектов, инновационные обладают рядом специфических особенностей, которые необходимо учитывать в ходе оценки их эффективности. Проанализированы особенности инновационных проектов по сравнению с инвестиционными проектами. Предложена комплексная методика оценки инновационных проектов промышленных предприятий на основе реальных опционов и нечетких множеств. Современная экономика требует от инвесторов выбора наиболее прибыльных, но зачастую очень рискованных инновационных проектов. Большую роль играет фактор неопределенности, учесть который традиционные методы оценки эффективности проектов не в состоянии.

**Ключевые слова:** инвестиционные проекты, инновационные проекты, неопределенность, нечеткие множества, оценка эффективности, промышленные предприятия, реальные опционы, риски.

*Today, decision-making mechanism are recommended methodology for assessing the efficiency and effectiveness of innovative projects that do not sufficiently take into account the changing information to judge their feasibility. In this research article it was defined the methods of evaluation of investment projects. During the analysis of advantages and disadvantages of these methods revealed that, despite the common methodology to assess the economic efficiency of investment and innovation projects, innovative offer a range of features that must be taken into account in the assessment of their effectiveness. The features innovative projects compared with investment projects. A complex method of evaluating innovative industrial projects based on real options and fuzzy sets. Modern economies require investors to select the most profitable, but often very risky innovation projects. Plays an important role uncertainty factor to take into account that the traditional methods of evaluating the effectiveness of projects not.*

**Keywords:** investment projects, innovative projects, uncertainty, fuzzy sets, performance evaluation, industrial enterprises, real options, risks.

**Вступление.** В настоящее время инновационное развитие предприятий осуществляется, как правило, в виде инновационных проектов, реализуемых одновременно или последовательно. При этом время реализации инновационных проектов может исчисляться от нескольких месяцев до нескольких лет, часто меняются условия их осуществления и возможности использования результатов. В связи с этим может меняться результативность и эффективность реализации инновационных проектов, а также, возможно, переориентация или прекращение некоторых из них. Сегодня таким механизмом принятия решений служат рекомендованные методики оценки эффективности и результативности инновационных проектов, которые не учитывают в достаточной мере меняющуюся информацию, позволяющую судить о возможности их реализации. Чтобы служить инструментом принятия решений, необходима разработка более обоснованных методик, позволяющих принимать управленческие решения не только после, но и в процессе реализации инновационных проектов.

На сегодняшний день для оценки инвестиционных проектов принято руководствоваться «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования» [1], а также «Методическими рекомендациями по определению рыночной стоимости интеллектуальной собственности» [2]. Согласно Методическим рекомендациям, используются следующие методы: затратный (по фактически произведенным затратам); рыночный или сравнительный (на основе анализа сравнительных продаж) и доходный (по величине потенциального дохода или прибыли) [3].

**Постановка задания.** В ходе проведенного анализа достоинств и недостатков данных методов было выявлено, что, несмотря на общность методологии оценки экономической эффективности инновационных и инвестиционных проектов, инновационные обладают рядом специфических особенностей, которые необходимо учитывать в ходе оценки их эффективности, в частности:

1) имеется более широкий круг заинтересованных участников: компания-инициатор проекта; подрядчики-исполнители научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и др. Разные интересы участников инновационных проектов обуславливают необходимость решения проблемы их координации и контроля соблюдения контрактных обязательств каждым из них.

2) характерен более длительный период осуществления единовременных затрат и обеспечения доходов, обусловленный проведением НИОКР, производством и реализацией нововведений. Допроизводственная стадия инновационных проектов является более капиталоемкой, поэтому затраты НИОКР и работ по подготовке производства должны быть более обоснованы.

3) требуется проведение сравнительного анализа эффективности инновационного проекта. Эффективность можно определить не только как соотношение результатов и затрат, но и как степень соответствия полученных результатов интересам заинтересованных лиц. Поэтому субъект, проводящий оценку, должен исходить не только из текущих значений рассчитываемых критериев эффективности, но и учитывать будущие ситуации и возможные сферы применения инноваций.

4) ценность инноваций, получаемых в результате реализации инновационных проектов должна найти признание у потребителей. Ценность будет зависеть от того, насколько будет востребована инновация.

5) многофакторность оценки эффективности инновационного проекта, возникающая вследствие: широкого набора возможных сфер применения инноваций; многообразия выделяемых специалистами видов инноваций.

6) помимо количественных критериев оценки эффективности инновационных проектов, важ-

ную роль имеют качественные критерии, которые на момент разработки носят неопределенный характер.

Практическое использование результатов оценки, полученных данными методами, часто не отражает реальную ситуацию. Традиционные методы оценки эффективности дают общее представление об инновационном проекте, они учитывают так называемые материальные факторы. Альтернативные методы оценки эффективности инновационных проектов позволяют учесть нематериальные факторы: будущие конкурентные преимущества, потенциальные возможности и гибкость в управлении [4].

**Методология.** В дополнение к существующим, в литературе предлагается использовать альтернативные, среди которых более приемлемыми являются метод реальных опционов и нечетких множеств, позволяющие произвести комплексную оценку экономической и социальной эффективности инновационного проекта, учитывая количественные и качественные исходные параметры, неопределенности и риски, а также стратегическую важность инновационного проекта для промышленного предприятия. Альтернативные методы включают не менее эффективные показатели, которые позволяют учитывать неопределенность и проявлять гибкость в принятии решений [4].

Оценка экономической и социальной эффективности инновационных проектов промышленных предприятий должна производиться в соответствии с международными и национальными стандартами оценки эффективности проектов и базироваться на фундаментальных (общих) и специфических методологических принципах.

Для комплексной оценки инновационных проектов нами предлагается использовать более адекватную требованиям предприятий комплексную методику на основе комбинации реальных опционов и нечетких множеств.

Реальный опцион представляет собой приобретение предприятием путем осуществления некоторых затрат права, но не обязанности на принятие определенного управленческого решения в будущем. Метод реальных опционов позволяет просчитать риск проекта и наиболее вероятные сценарии его развития, увидеть денежное выражение скрытых возможностей проекта [4]. Для учета ценности управления, стратегической важности проекта (даже с отрицательным дисконтированным денежным потоком) в процессе отбора долгосрочных инновационных проектов, предприятию предлагается использовать следующие виды реальных опционов:

1. Опцион на отсрочку проекта возникает, когда инновационные проекты обладают ценностью из-за их потенциала повышения стоимости предприятия. Инновационные проекты, которые на данный момент имеют отрицательную чистую приведенную стоимость (ЧДД), в будущем при благоприятном изменении обстоятельств могут оказаться эффективными.

2. Опцион на расширение возникает, когда предприятие приступает к осуществлению инновационного проекта ради будущего выхода на новые рынки или осуществления другого, более выгодного инновационного проекта. Таким образом, первоначальный инновационный проект может быть рассмотрен как опцион, дающий право на осуществление последующих проектов. Предприятие может принять решение о запуске такого проекта, несмотря на его отрицательную чистую приведенную стоимость (ЧДД), для того, чтобы в будущем получить значительно большую прибыль от следующего проекта.

3. Опцион на отказ от проекта возникает, если инновационный проект не оправдал надежд предприятия, т.е. на начальном этапе стало понятно, что денежные потоки, получаемые от проекта, гораздо меньше ожидаемых.

В процессе реализации инновационных проектов имеют место определенные «контрольные точки». В случае положительного решения в каждой «контрольной точке» выделяются соответствующие финансовые ресурсы. Поэтому до перехода к следующему этапу инновационного проекта должна осуществляться его переоценка на основе финансового анализа [5].

Под реальным опционом в области инноваций понимают приобретение предприятием путем осуществления некоторых затрат права, но не обязанности на принятие определенного, связанного с реализацией инновационного проекта управленческого решения в будущем, сопровождающееся снижением неопределенности будущего в период между приобретением опциона и решением по исполнению права. На основе этого уменьшения неопределенности будет приниматься промежуточное решение о продолжении, отсрочке, отказе от инвестиций или изменении направления инновационного проекта.

В основе лежит нечетко интервальный подход к оценке инновационных проектов, в соответствии с которым основные параметры оцениваются в форме нечетких треугольных чисел (минимальное, максимальное и наиболее ожидаемое значения) и для каждого уровня достоверности

(от 0 до 1) интервальную оценку показателя чистого дисконтированного дохода ЧДД предложено строить по формуле (1).

$$[\text{ЧДД}_1, \text{ЧДД}_2] = \left[ -I_2 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i1}}{(1+r_{i2})^i} + \frac{C_1}{(1+r_{N+1,2})^{N+1}}, -I_1 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i2}}{(1+r_{i1})^i} + \frac{C_2}{(1+r_{N+1,1})^{N+1}} \right], \quad (1)$$

где:  $[I_1, I_2]$  – интервал возможных значений стартового объема инвестиций,  $N$  – число плановых интервалов (периодов, этапов) инвестиционного процесса, соответствующих сроку жизни инновационного проекта,  $[\Delta V_{i1}, \Delta V_{i2}]$  – интервал для оборотного сальдо поступлений и платежей в  $i$ -м периоде,  $[r_{i1}, r_{i2}]$  – интервал для ставки дисконтирования,  $[C_1, C_2]$  – ликвидационная стоимость чистых активов, сложившаяся в ходе инвестиционного процесса (в том числе остаточная стоимость основных средств на балансе предприятия) [5].

Инновационный проект признается эффективным, когда ЧДД больше определенного проектного уровня  $G$  (в самом распространенном случае  $G = 0$ ). Этот параметр также подлежит нечетко-интервальной оценке. Задавшись приемлемым уровнем дискретизации по  $\mu$  на интервале принадлежности  $[0, 1]$ , мы можем реконструировать результирующее нечеткое число ЧДД путем аппроксимации его функции принадлежности  $\mu$  ломаной кривой по интервальным точкам. Часто оказывается возможным привести ЧДД к треугольному виду, ограничиваясь расчетами по значимым точкам нечетких чисел исходных данных.

На рис. 1 представлена наиболее частая конфигурация для инновационных проектов сопоставления двух треугольных нечетких чисел ЧДД и  $G$ .

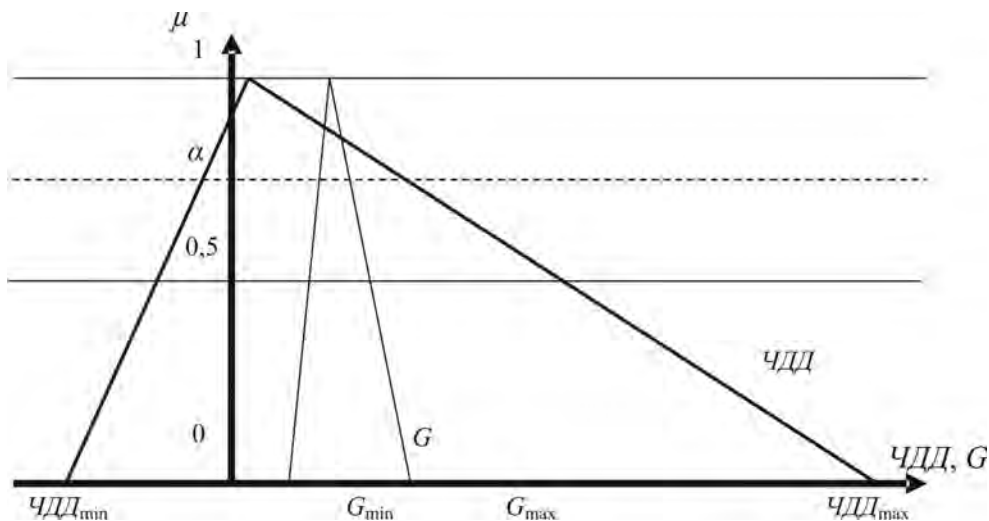


Рис. 1. Графическая модель сопоставления нечетких значений ЧДД и  $G$

Совокупный риск проекта  $R$ , определенный в интервале  $[0, 1]$ , предложено определять по формуле:

$$R = \int_0^1 \varphi(\alpha) d\alpha, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – заданный уровень принадлежности  $0 < \alpha < 1$ ,  $\varphi(\alpha)$  – степень риска.

В действительности показатель  $R$  не просто показывает вероятность неэффективной реализации инновационного проекта, но и позволяет учесть требования к отдаче от капитала, отражаемой уровнем показателя  $G$  для каждого объема инвестиций.

Идея реальных опционов позволяет использовать возможность корректировки действий в условиях изменяющейся среды. По мере поступления дополнительной информации по инновационному проекту, то есть в моменты принятия решений по исполнению или не исполнению опционов, нечеткая оценка проекта на основе построения графика (рис. 1) и расчета величины  $R$  должна повторяться.



Результаты исследований. Традиционные методы оценки инновационных проектов не учитывают возможности корректировки стратегии по мере поступления дополнительной информации. Предложенная методика, наоборот, требует от лица, принимающего решение, постоянного управления инновационным проектом, а именно, мониторинга и пересмотра принятых решений по реализации инновационного проекта.

Был рассмотрен инновационный проект промышленного предприятия Ленинградской области, инвестиции которого направлены на проектные, строительные-монтажные, инженерные работы по реконструкции, а также на закупку инновационного оборудования. Общая сумма инвестиций составила 432 739 тыс. руб [6].

Таблица 1

Первоначальная нечетко-интервальная оценка ЧДД проекта, в д.е.

$\alpha$	ЧДД <sub>min</sub>	ЧДД <sub>max</sub>	G <sub>min</sub>	G <sub>max</sub>
0	-50 076	73 075	4 600	11 600
0,1	-44 519	66 317	4 800	11 100
0,2	-38 961	59 560	5 000	10 600
0,3	-33 404	52 802	5 200	10 100
0,4	-27 846	46 044	5 400	9 600
0,5	-22 289	39 287	5 600	9 100
0,6	-16 732	32 529	5 800	8 600
0,7	-11 174	25 771	6 000	8 100
0,8	-5 617	19 013	6 200	7 600
0,9	-59	12 256	6 400	7 100
1	5 498	5 498	6 600	6 600

При оценке экономической и социальной эффективности в работе принимается интервал для ставки дисконтирования  $[r_1, r_2] = [0,13, 0,20]$ , в связи с высокой степенью неопределенности и рискованностью инновационного проекта. В зависимости от внешних факторов (степени государственной поддержки, уровня конкуренции) ставка варьируется в процессе реализации инновационного проекта.

Интервальная оценка показателя чистого дисконтированного дохода ЧДД на 10 год реализации проекта принимает значение [5 370, 153 919] тыс. руб. Лицо, принимающее решение (ЛПР), руководство и менеджеры осуществили нечетко-интервальную оценку основных параметров инновационного проекта в условных денежных единицах (1д.е.=1000 руб.). Были получены нечеткие треугольные числа параметров проекта, на основе которых возможно построить нечеткое число ЧДД. Для расчета левой границы используются минимизирующие крайние значения параметров, для правой - максимизирующие. В табл. 1 сопоставлена реконструкция нечеткого числа ЧДД с нечетко оцененным параметром G, а на рис. 2 графическое представление.

Рассчитывается значение показателя R по формуле 2, либо с помощью калькулятора IRC (Investment Risk Calculator), разработанного А.О. Недосекиным [7].

В результате получаем риск неэффективности проекта 49,7% (вероятность комбинации значений ЧДД и G, для которых справедливо неравенство ЧДД<G, для выбранного уровня дискретизации составила 0,497).

Важной задачей для ЛПР и руководства предприятия является выбор предельно допустимого значения R (величины максимально приемлемого риска), поскольку данный показатель также позволяет учесть требуемый уровень отдачи от инвестиций за счет выбора значения G.

Поскольку исследуемый инновационный проект является высокорисковым, предприятие выбрало предельное значение R=0,5.

На нечеткий профиль проекта необходимо нанести вертикальную линию, равную сумме затрат на исследование и разработки, закупку инновационного оборудования, на основании чего возможно принятие решения о целесообразности продолжения инновационного проекта (табл. 2).

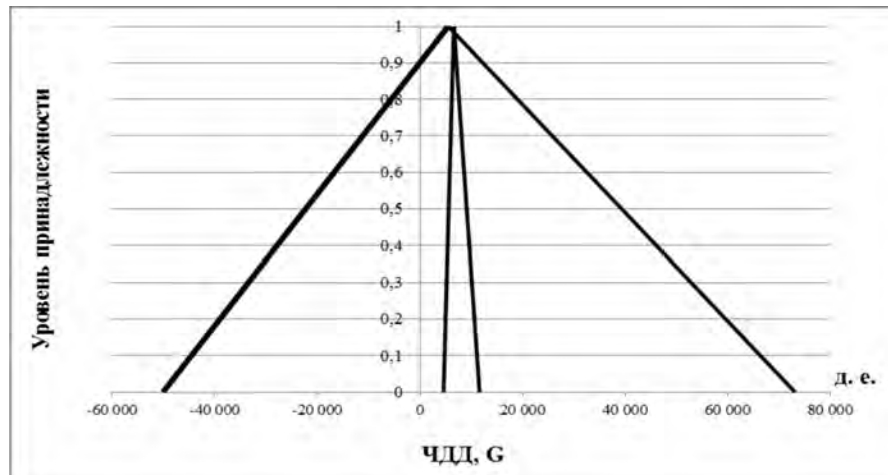


Рис. 2. Первональний нечіткий профіль проекту

Таблиця 2

Нечітко-інтервальна оцінка ЧДД проекту з урахуванням опціона на отказ, в д.е.

$\alpha$	ЧДД <sub>min</sub>	ЧДД <sub>max</sub>	G <sub>min</sub>	G <sub>max</sub>
0	-17 000	73 075	4 600	11 600
0,1	-17 000	66 317	4 800	11 100
0,2	-17 000	59 560	5 000	10 600
0,3	-17 000	52 802	5 200	10 100
0,4	-17 000	46 044	5 400	9 600
0,5	-17 000	39 287	5 600	9 100
0,6	-17 000	32 529	5 800	8 600
0,7	-11 174	25 771	6 000	8 100
0,8	-5 617	19 013	6 200	7 600
0,9	-59	12 256	6 400	7 100
1	5 498	5 498	6 600	6 600

При неуспішній реалізації інноваційного проекту втрати підприємства будуть рівні даним витратам. Мінімізація можливих втрат пояснюється ідеєю обмеження відповідальності по кожному кроку.

В результаті такого обмеження (рис. 3), значення параметра R стає нижче (31,2%).

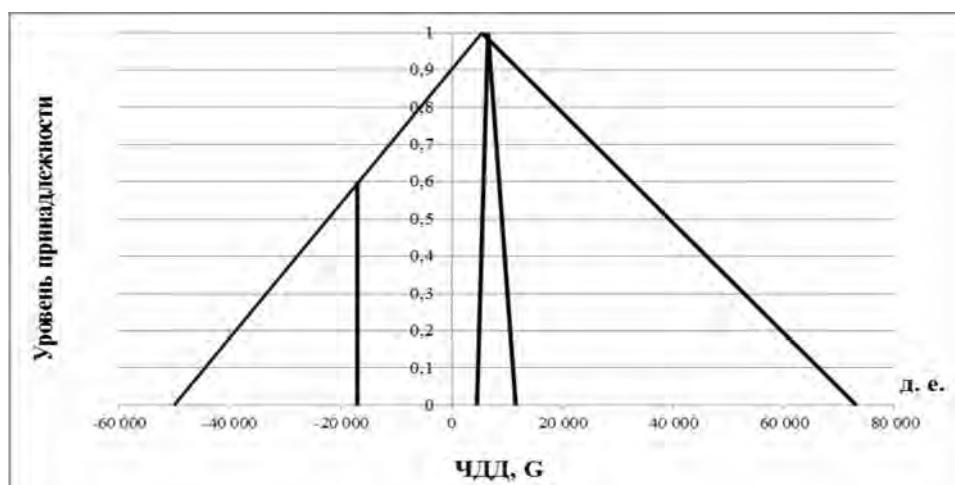


Рис. 3. Проміжний нечіткий профіль проекту

После завершения исследований, разработок и запуска оборудования, в распоряжение ЛПР и руководства поступило большее количество информации для анализа инновационного проекта и возможности снижения неопределенности.

Появились перспективы получения более высокого дохода. Новый нечеткий профиль проекта с учетом опционов представлен на рис. 4.

Таблица 3

Наложение нечетких профилей проекта, в д.е.

$\alpha$	Базовая оценка		Опцион на отказ	Скорректированная оценка			
	ЧДД <sub>min</sub>	ЧДД <sub>max</sub>	Затраты	ЧДД <sub>min</sub>	ЧДД <sub>max</sub>	ЧДД <sub>min</sub>	ЧДД <sub>max</sub>
0	-50 076	73 075	-17 000	-9 238	138 129	5 370	153 919
0,1	-44 519	66 317	-17 000	-3 431	129 199	9 715	143 410
0,2	-38 961	59 560	-17 000	2 376	120 270	14 060	132 902
0,3	-33 404	52 802	-17 000	8 183	111 340	18 405	122 393
0,4	-27 846	46 044	-17 000	13 990	102 410	22 750	111 884
0,5	-22 289	39 287	-17 000	19 797	93 481	27 095	101 376
0,6	-16 732	32 529	-17 000	25 604	84 551	31 440	90 867
0,7	-11 174	25 771	-17 000	31 411	75 621	35 785	80 358
0,8	-5 617	19 013	-17 000	37 218	66 691	40 130	69 849
0,9	-59	12 256	-17 000	43 025	57 762	44 475	59 341
1	5 498	5 498	-17 000	48 832	48 832	48 832	48 832

Пунктирными линиями представлена новая оценка ЧДД без учета опционов и вертикальная линия на уровне затрат (опцион на отказ), а жирной линией профиль с учетом новых возможностей.

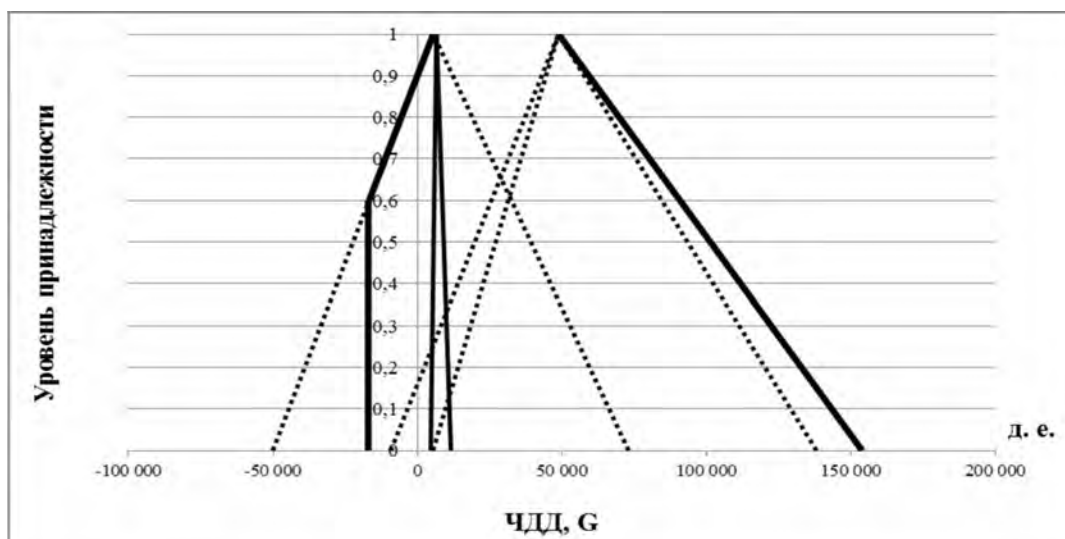


Рис. 4. Наложение нечетких профилей проекта

В этом случае R составляет 4,6%, что является приемлемым для инновационных проектов.

Для промышленного предприятия данный инновационный проект одновременно является опционом на отсрочку и на расширение (при благоприятном стечении обстоятельств, предприятие планирует запустить еще один, более выгодный инновационный проект по развитию производства).

**Выводы.** Современная экономика требует от инвесторов выбора наиболее прибыльных, но зачастую очень рискованных инновационных проектов. Большую роль играет фактор неопределенности, учесть который традиционные методы оценки эффективности проектов не в состоянии [4].

Использование предложенной комплексной методики оценки эффективности инновационных проектов промышленных предприятий на основе комбинации методов реальных опционов и нечетких множеств позволяет произвести оценку не только экономической, но и социальной эффективности (таких параметров как: экологичность производимой продукции, удовлетворенность качеством жизни сотрудников, соответствие условий труда нормативным требованиям и др.). Для осуществления оценки эффективности инновационных проектов могут быть использованы как количественные, так и качественные исходные параметры, учтены неопределенности и риски, а также становится возможным принимать гибкие управленческие решения в зависимости от поступающей информации в процессе реализации инновационного проекта.

Дальнейшее совершенствование предложенной методики видится в создании программного продукта для ускорения и упрощения, появления возможности осуществления оценки экономической и социальной эффективности в процессе реализации инновационных проектов аналитическими, финансовыми или коммерческими подразделениями промышленных предприятий.

#### Литература:

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). – М.: Экономика, 2000.
2. Методические рекомендации по определению рыночной стоимости интеллектуальной собственности [Электронный ресурс]. – М.: Министерство имущественных отношений РФ, 2002. – Режим доступа: [www.elementy.ru](http://www.elementy.ru).
3. Тимофеева А. А. Коммерциализация объектов интеллектуальной собственности как механизм инновационного развития предприятий: автореф. дис. ...канд. экон. наук: 08.00.05. – СПб., 2011. – 18 с.
4. Фёдорова Е.А., Шаповалова В.А. Оценка инвестиционных проектов с помощью альтернативных методов (метод Монте-Карло, построение дерева решений и реальные опционы)// Менеджмент в России и за рубежом, № 5, 2013. – С. 75-83.
5. Алябушев Д. Б. Управление инновационным проектом на промышленном предприятии на стадиях его разработки и реализации: автореф. дис. ...канд. экон. наук: 08.00.05. – Челябинск, 2011. – 25 с.
6. Кальченко О. А. Оценка эффективности инновационно-инвестиционных проектов промышленных предприятий // XLI Неделя науки СПбГПУ: материалы Межд. науч.-практ. конф. – СПб.: Издательство СПбГПУ, 2012. – С. 79-81.
7. Недосекин А. О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций [Электронный ресурс] – СПб.: Сезам, 2002. – 365 с. - Режим доступа: [sedok.narod.ru/sc\\_group.html](http://sedok.narod.ru/sc_group.html).