

УДК 622.276(083.78)

Козлова М.А.

ООО «Газпромнефть НТЦ», Санкт-Петербург, Россия, Kozlova.MA@gazpromneft-ntc.ru

АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СТАВКИ ДИСКОНТИРОВАНИЯ

Исследованы вопросы поведения чистой приведенной стоимости с изменением ставки дисконтирования в инвестиционных проектах в области разведки и разработки нефтяных месторождений. Выделено два типа проектов. На графике зависимости чистой приведенной стоимости от ставки дисконтирования линии проектов первого типа имеют выпуклую форму, второго типа – вогнутую. Среди проектов первого типа встречаются проекты с отрицательными и небольшими положительными значениями суммарного денежного потока, среди второго – как с отрицательными, так и с положительными.

Выявлены закономерности различного поведения чистой приведенной стоимости проектов. Результаты работы имеют практическую ценность для анализа и стратегического планирования инвестиционных проектов.

Ключевые слова: *инвестиционный проект, разведка, разработка, нефтяное месторождение, денежный поток, чистая приведенная стоимость, ставка дисконтирования.*

Введение

Одним из основных показателей оценки экономической эффективности инвестиционных проектов является чистая приведенная стоимость (*net present value – NPV*). Она представляет собой сумму текущих годовых разностей притока и оттока денег за весь расчетный период, приведенной к начальному шагу [Макаров, 2009].

Приведение к сопоставимому виду разновременных затрат и результатов в денежном потоке при оценке инвестиционных проектов осуществляется с помощью дисконтирования [Виленский, Лившиц, Смоляк, 2002]. Еще одна трактовка дисконта – учет доходности альтернативных доходов в денежном потоке, например, сравнение с доходностью депозита [Есипов и др., 2006].

Значение денежного потока (*cash flow - CF*) в каждом периоде умножается на коэффициент дисконтирования. Его расчет представляет собой обратную формулу сложного процента:

$$\alpha_n = \frac{1}{(1+r)^n}, \quad (1)$$

где n – порядковый номер шага расчета, как правило, год (для базового - $n = 0$), r – ставка дисконтирования.

Величина коэффициентов дисконтирования с ростом порядкового номера периода уменьшается. Чем выше ставка дисконтирования, тем сильнее с годами проекта уменьшаются коэффициенты. Сравнение значений коэффициентов дисконтирования при ставках 5 и 10 % по годам представлено в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты дисконтирования при ставках 5 и 10 %

№ года	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент дисконта при ставке 5%	1,000	0,952	0,907	0,864	0,823	0,784	0,746	0,711	0,677	0,645
Коэффициент дисконта при ставке 10%	1,000	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621	0,564	0,513	0,467	0,424

Анализируя табл. 1 логично предположить, что итоговый результат проекта при дисконтировании будет стремиться к значению инвестиций в базовом периоде, где коэффициент дисконтирования равен 1. То есть величина NPV при увеличении ставки дисконтирования будет снижаться, если суммарное значение CF проекта положительное, или расти, если суммарное значение CF отрицательное (рис. 1).

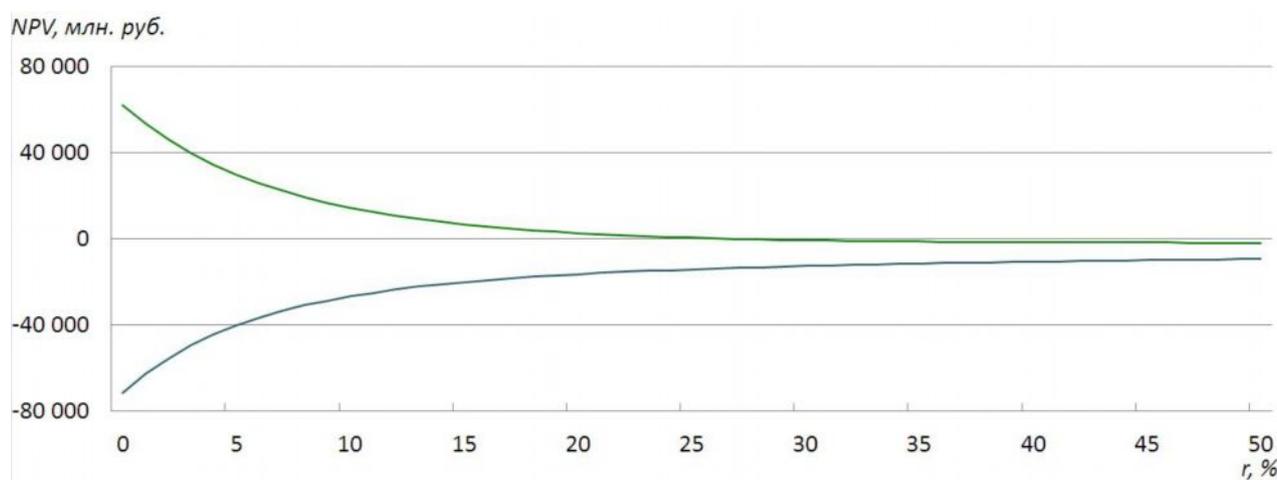


Рис. 1. Примеры зависимости чистой приведенной стоимости от ставки дисконтирования

Однако в ходе работы с инвестиционными проектами в области геологоразведки и разработки нефтяных месторождений, автору встречались проекты, в которых значения NPV в отрицательном поле увеличивались по модулю с ростом ставки дисконтирования. Проекты проверялись на ошибки, но их обнаружено не было. В изученных литературных изданиях и научных работах описания этого явления не найдено [Виленский, Лившиц, Смоляк, 2002; Rose, 2003; Галасюк, Галасюк, Вишневская, 2005а, 2005б; Ампилов, Герт, 2006; Есипови и

др., 2006; Староверова, Медведев, Сорокина, 2006; Макаров, 2009; Герт и др., 2010; Mackevicius, Tomasevic, 2010].

Методы

Для изучения выявленного поведения денежного потока и определения его закономерностей было проанализировано 60 инвестиционных проектов в области геологоразведки и разработки нефтяных месторождений. Все проекты имеют ординарный денежный поток (инвестиционная фаза в начале, затем операционная). Проектам присвоены номера от 1 до 60 в порядке увеличения значений суммарного денежного потока ΣCF .

Первым этапом был сформирован массив значений NPV проектов при ставках дисконтирования от 0 до 50 %, шаг – 1 %.

Далее были проанализированы денежные потоки отрицательных проектов выборки (15 штук) при ставках дисконтирования от 0 до 20 %, шаг – 2 %, по годам и накопленным итогом.

Для описания закономерностей поведения денежного потока введен показатель Q , характеризующий долю изменения положительной части потока к отрицательной при дисконтировании (формула и подробное описание представлено в Обсуждениях).

Следующим этапом на основе отрицательных проектов были смоделированы по три положительных проекта с помощью изменения ключевых параметров расчетов – цены нефти марки Brent, эксплуатационных затрат и налогов, капитальных вложений. Изменение параметров производилось до достижения окупаемости 15%. Смоделированные проекты, или итерации, названы соответственно изменяемым параметрам: цена нефти марки Brent – *Price*, эксплуатационные затраты и налоги – *Opex*, капитальные вложения – *Capex*. Для базовых 15 проектов и их итераций рассчитаны значения показателя Q при изменении ставки дисконтирования от 0 до 20 %, шаг – 2 %.

Обсуждения

Зависимость NPV от r некоторых из 60 проектов представлена на рис. 2.

Поведение NPV с изменением ставки дисконтирования большинства проектов согласуются с ранее предложенными закономерностями – NPV проектов с положительным ΣCF снижается (зеленые линии), а NPV проектов с отрицательным ΣCF растет (синие линии). Однако зависимость 8 из 15 изученных отрицательных проектов имеет иной характер – NPV в начале падает, а затем растет (красные линии).

Отнесем проекты, чья эффективность неизменно растет с ростом дисконта, к типу «1», а те, чья эффективность в начале падает, а затем растет - к типу «2».

В каких же случаях отрицательное значение NPV может быть больше CF ? На рис. 3, 4 приведены графики, иллюстрирующие значения CF и PV проекта при разных ставках дисконтирования по годам и накопленным итогом. Здесь и далее принято проекты первого типа отображать оттенками голубого цвета, проекты второго типа – оттенками красного. Линии на графиках соответствуют денежным потокам проекта при ставках от 0 % до 20 % (от темных линий к светлым) с шагом 2 %.

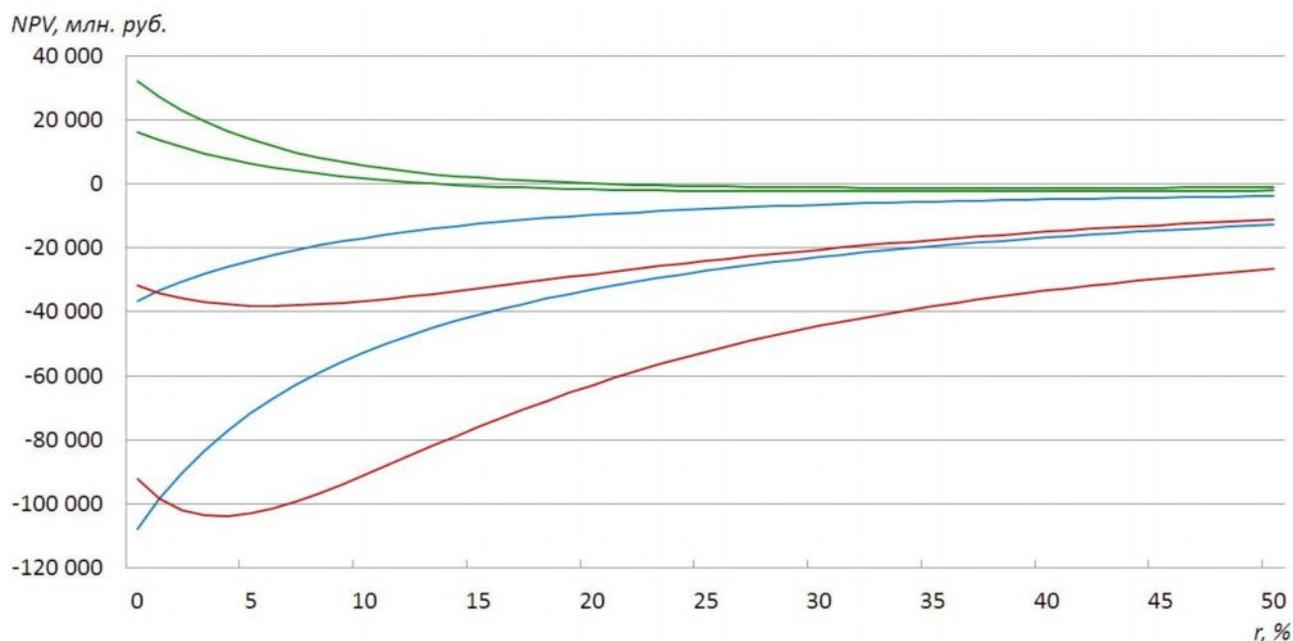


Рис. 2. Изменение чистой приведенной стоимости при увеличении ставки дисконтирования от 0 до 50 %

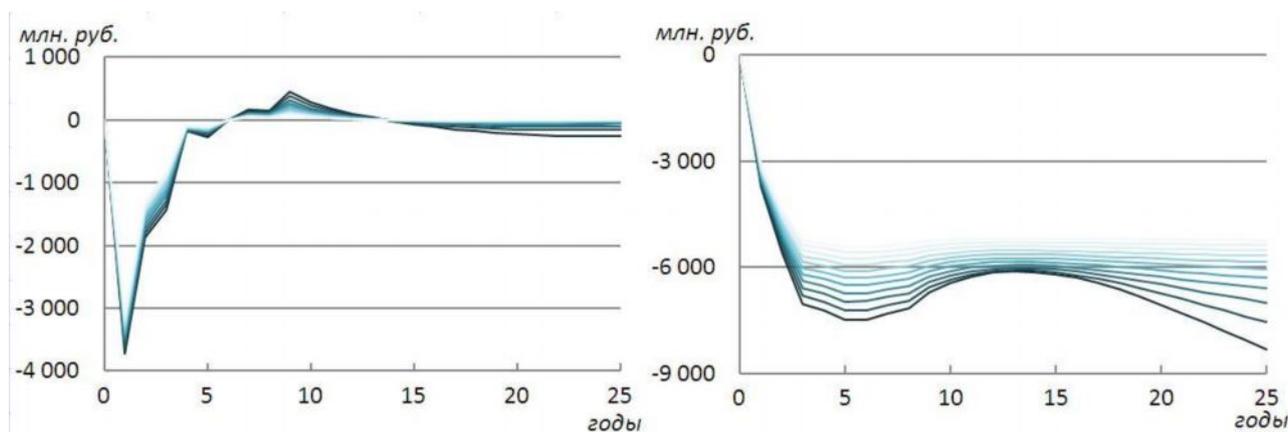


Рис 3. Денежный поток при ставках дисконтирования 0-20 % по годам (слева) и накопленным итогом (справа), первый тип проектов (9-й проект)

На рис. 3 проиллюстрированы денежные потоки проекта первого типа. Линии накопленных значений денежных потоков с увеличением дисконта (от темных линий к светлым) расположены в порядке друг за другом.

На рис. 4 представлен проект второго типа. На графике накопленных значений денежных потоков линии образуют перехлест, примерно с 15-ого года проекта значение суммарного CF становится меньшим по модулю, чем значения PV при разных ставках дисконта.

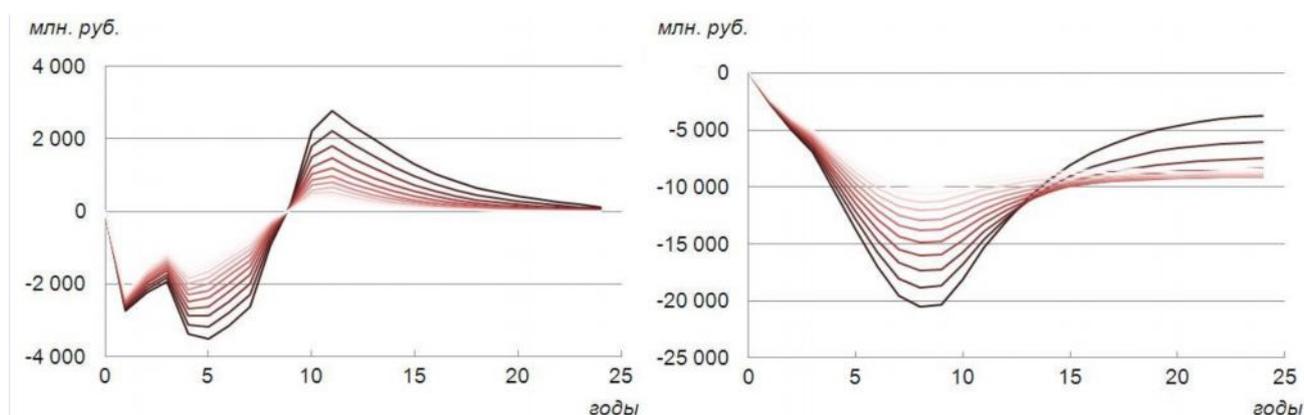


Рис. 4. Денежный поток при ставках дисконтирования 0-20 % по годам (слева) и накопленным итогом (справа), второй тип проектов (10-й проект)

Так как доходная, или положительная, часть денежного потока отнесена на более поздний этап, нежели инвестиционная, или отрицательная, она подлежит более мощному сокращению при дисконтировании по сравнению с отрицательной частью. Из-за этого сумма положительной и отрицательной частей дисконтированного потока может быть больше по модулю, чем не дисконтированного.

Анализ распределения денежного потока отрицательных проектов по годам подтверждает то, что характеристики денежного потока являются определяющими факторами, относящими проект к тому или иному типу (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что положительная часть денежных потоков проектов второго типа имеет большую мощность (под мощностью понимаем отношение суммы положительных значений потока к сумме отрицательных), дольше длится, позже заканчивается. Именно поэтому дисконтирование таких потоков приводит к явлению перехлеста, когда отрицательное значение NPV больше CF .

Для математического описания отношения скорости сокращения положительной части потока к отрицательной введем показатель Q : если отношение продисконтированной положительной части потока к недисконтированной разделить на отношение

продисконтированной отрицательной части потока к недисконтированной, то получим некий показатель, характеризующий долю изменения положительной части потока к отрицательной при дисконтировании:

$$Q_{a-b} = \frac{Q_b}{Q_a} = \frac{PV_b^+ / PV_b^-}{PV_a^+ / PV_a^-}, \quad (2)$$

где PV^+ сумма положительных значений дисконтированного денежного потока (PV present value – текущая, приведенная стоимость денег), PV^- – сумма отрицательных, a, b – ставки дисконтирования, причем $a < b$.

Таблица 2

Характеристики положительной части денежного потока проектов

Тип проекта	Проект	Характеристики положительной части потока				
		мощность*	период	год окончания	длительность	период пика
1	1	0,003	11-11	11	1	11
	3	0,000	-	0	0	0
	4	0,037	13-16	16	4	14
	7	0,037	10-12, 19-22	22	7	19
	8	0,457	7-15	15	9	7
	9	0,141	6-13	13	8	9
	13	0,137	4-12	12	9	6
	среднее	0,116		13	5	9
2	2	0,583	14-25	25	12	17
	5	0,615	9-21	21	8	15
	6	0,464	13-24	24	12	14
	10	0,808	9-25	25	17	11
	11	0,329	3-24	24	22	7
	12	0,781	6-19	19	14	8
	14	0,739	3, 5-24	24	21	5
	15	0,902	6-23	23	18	8
	среднее	0,653		23	16	11

*Интегральное отношение положительной части денежного потока к отрицательной.

Выражение « $Q=1$ » характеризует ситуацию, когда отношение положительной к отрицательной части денежного потока неизменно при дисконтировании. Чем Q меньше единицы, тем больше разница между отношениями сокращений положительной части потока к отрицательной при дисконтировании.

Для проектов второго типа характерны более низкие значения Q , чем для первого. Это свидетельствует о большей разнице между скоростями сокращения положительной и отрицательной частей денежного потока, что и вызывает вогнутость линий зависимости NPV от r проектов второго типа. Кроме того, для проектов второго типа характерен рост Q с ростом ставки дисконтирования, что говорит о выравнивании разности сокращений положительной части к отрицательной при увеличении ставки, для проектов первого типа – наоборот, что видно на рис. 5.

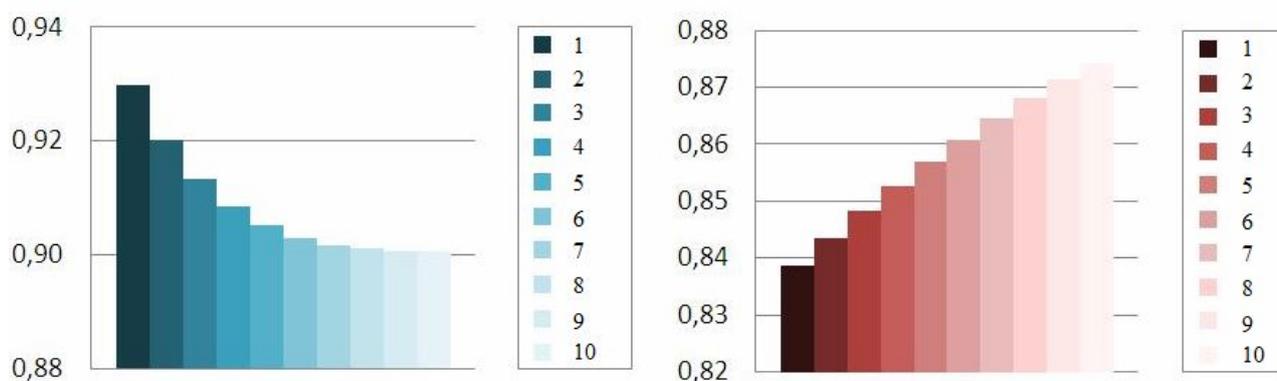


Рис. 5. Средние значения показателя Q при изменении ставки дисконтирования от 0 до 20% проектов первого (слева) и второго типа (справа)

1 - Q 0→2; 2 - Q 2→4; 3 - Q 4→6; 4 - Q 6→8; 5 - Q 8→10; 6 - Q 10→12; 7 - Q 12→14; 8 - Q 14→16; 9 - Q 16→18; 10 - Q 18→20.

Для последующего анализа закономерностей поведения денежных потоков проектов двух типов, на базе отрицательных проектов были смоделированы положительные проекты (итерации) с помощью изменения трех параметров: цены Brent - $Price$, эксплуатационных затрат и налогов - $Opex$, капитальных вложений - $Capex$. Изменения параметров производились до достижения окупаемости 15 %.

Итерации проектов второго типа не меняют принадлежность к типу, линии зависимостей NPV от r имеют вогнутую форму, динамика Q положительная (рис. 6).

Итерации проектов первого типа имеют переходный характер. Если ΣCF итерации не вышло в положительное поле, то проект не меняет принадлежность к типу. Если ΣCF становится положительным, то итерации как по форме линии зависимости NPV от r , так по динамике Q принадлежат ко второму типу, например, итерации $Opex$ и $Capex$ 9-ого проекта (рис. 7).

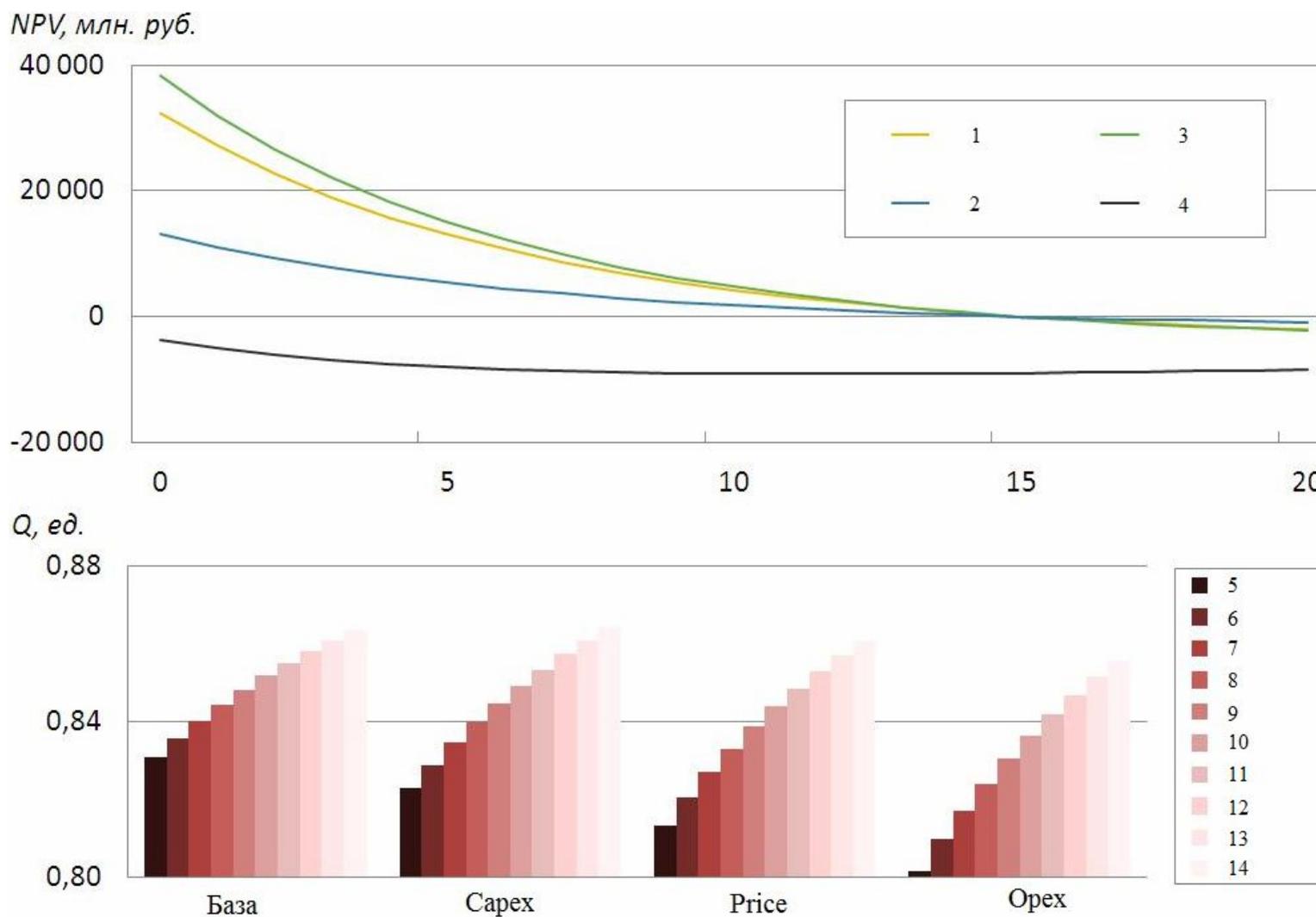


Рис 6. Зависимость чистой приведенной стоимости от ставки дисконтирования и динамика показателя Q 10-ого проекта и его итераций
 1 – Price; 2 – Сарех; 3 – Орех; 4 – База; 5 - Q 0→2; 6 - Q 2→4; 7 - Q 4→6; 8 - Q 6→8; 9 - Q 8→10; 10 - Q 10→12; 11 - Q 12→14; 12 - Q 14→16; 13 - Q 16→18; 14 - Q 18→20.

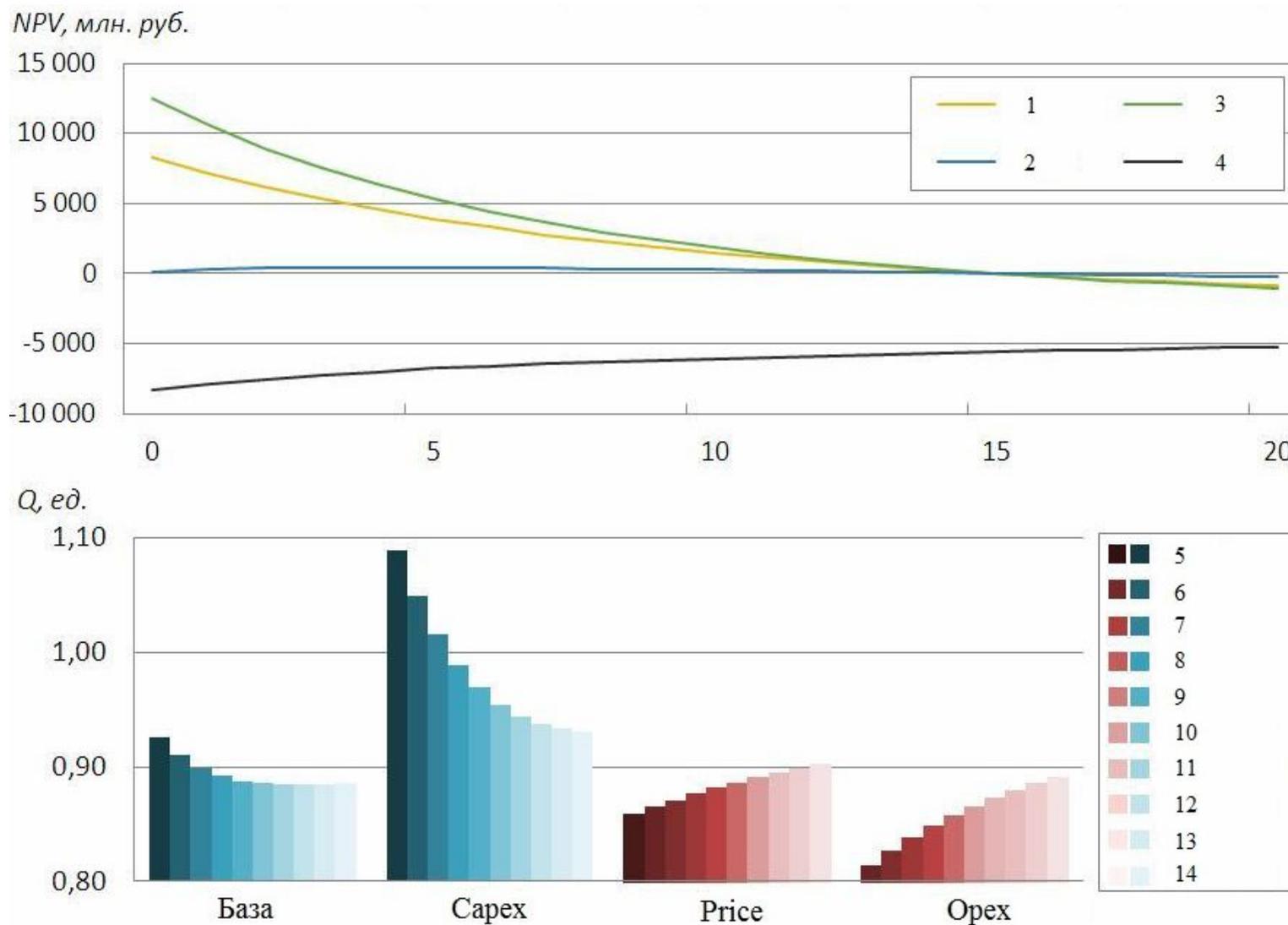


Рис 7. Зависимость чистой приведенной стоимости от ставки дисконтирования и динамика показателя Q 9-ого проекта и его итераций
 Условные обозначения см. на рис. 6.

Следует отметить, что среди проектов первого типа проекты как с отрицательными значениями ΣCF , так и с небольшими положительными. Например, итерация *Capex* рассмотренного 9-ого проекта имеет линию зависимости NPV от r выпуклой формы (рис. 8), динамика Q отрицательная (видно на рис. 7), что соответствует первому типу проектов.

Итак, проектам первого типа соответствует выпуклая форма линии зависимости NPV от r и отрицательная динамика Q . К нему могут относиться проекты с отрицательными значениями ΣCF и небольшими положительными. Проектам второго типа соответствует вогнутая форма линии зависимости NPV от r и положительная динамика Q . К нему могут относиться проекты как с отрицательными, так и с положительными значениями ΣCF .

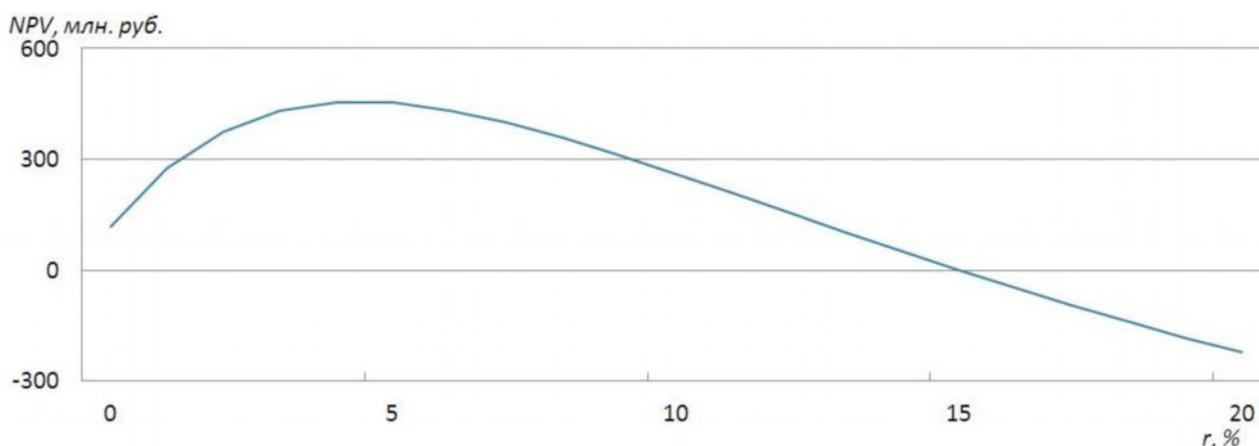


Рис. 8. Зависимость чистой приведенной стоимости от ставки дисконтирования итерации *Capex* 9-ого проекта

Выводы

1. Инвестиционные проекты делятся на два типа по поведению чистой приведенной стоимости (NPV) с ростом ставки дисконтирования:

- 1 тип. Имеет выпуклую форму линии на графике зависимости NPV от ставки дисконтирования, что обусловлено ростом NPV при увеличении ставки дисконтирования, в случае если суммарный CF проекта отрицательный, и ростом, а затем падением NPV , если суммарный CF проекта положительный;

- 2 тип. Имеет вогнутую форму линии на графике зависимости NPV от ставки дисконтирования. Значения NPV падают с ростом ставки дисконтирования до определенного уровня, а затем растут.

2. Поведение NPV определяют мощность и разнесение по периодам положительной части денежного потока проекта, что влияет на соотношение скорости сокращения положительной части потока к отрицательной при дисконтировании. Для проектов второго типа характерна более мощная и длительная положительная часть потока.

3. Предложенный автором показатель, характеризующий долю изменения положительной части денежного потока к отрицательной при дисконтировании, растет с ростом ставки дисконтирования для проектов второго типа и падает – для первого.

Результаты данной работы демонстрируют, что *NPV* проекта может иметь различную динамику с изменением ставки дисконтирования. При изменении ключевых факторов, влияющих на эффективность проекта, важно понимать направление ее изменения, выгоднее ли будет смотреться проект в иных условиях, какой эффект окажет на эффективность проекта совокупность изменяющихся факторов.

Знание двух типов поведения *NPV* при изменении ставки дисконтирования и понимание его закономерностей будет полезным любому специалисту в области экономического анализа, а в ряде случаев поможет избежать потери времени на поиски ошибок в расчетах.

Благодарность

Выражаю признательность Андрею Кудрину, чью помощь с технической реализацией анализа сложно переоценить; Оксане Голубевой, Роману Щекалеву за профессиональную критику, Наталье Косенковой, Валентине Лежневой, Олесе Орловой и Валере Гончаруку за поддержку и терпение.

Литература

Ампилов Ю.П., Герт. А.А. Экономическая геология. – М.: Геоинформмарк, 2006. – 329 с.

Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика: Учеб. пособие – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Дело, 2002. – 888 с.

Галасюк В.В., Галасюк В.В., Вишневская А. Метод NPV: Фундаментальные недостатки // Финансовый Директор, 2005а. - №1.

Галасюк В.В., Галасюк В.В., Вишневская А. ССF – Лучшая альтернатива NPV: Фундаментальные недостатки // Финансовый Директор, 2005б. - №3.

Герт А.А., Супрунчик Н.А., Немова О.Г., Кузьмина К.Н. Стоимостная оценка нефтегазовых месторождений и участков недр. Учебно-методическое пособие. – М.: ООО «Геоинформмарк», 2010. – 195 с.

Есипов В.Е., Маховикова Г.А., Бузова И.А., Терехова В.В. Экономическая оценка инвестиций. - СПб.: Вектор, 2006. – 288 с.

Макаров А.В. Экономические вопросы проектирования и разработки нефтяных месторождений. – СПб.: Недра, 2009. – 196 с.

Староверова Г.С., Медведев А.Ю., Сорокина И.В. Экономическая оценка инвестиций: учебное пособие. - Москва.: КНОРУС, 2006. – 312 с.

Mackevicius J., Tomasevic V. (2010) Evaluation of investment project in case of conflict between the internal rate of return and the net present value methods. *Ekonomika*. Vol.89(4), pp. 116-130.

Peter R. Rose (2003) Risk Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures – AAPG Methods in Exploration Series, No. 12. Published by American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A. – 164 p.

Kozlova M.A.

Gazpromneft NTC Ltd., Saint Petersburg, Russia, Kozlova.MA@gazpromneft-ntc.ru

ANALYSIS OF THE CASH FLOW BEHAVIOR OF INVESTMENT PROJECTS IN THE AREA OF OIL FIELDS EXPLORATION AND DEVELOPMENT DEPENDING ON THE DISCOUNT RATE

The issues of the Net Present Value behavior of the investment projects in the area of oil fields exploration and development depending on discount rate have been investigated. Two types of projects have been distinguished. The dependence diagram of the Net Present Value and discount rate has shown that lines of the first type projects have salient form, while the second type projects have concave one. The projects with negative and some positive cash flow are occurred among the first type projects; while among projects of second type both negative and positive cash flow appears.

Regularities of the Net Present Value different behavior are exposed. The results are useful for analysis and strategic planning of investment projects.

Key words: investment project, exploration, development, oil field, cash flow, net present value, discount rate.

References

Ampilov Yu.P., Gert. A.A. *Ekonomicheskaya geologiya* [Economical geology]. Moscow: Geoinformmark, 2006, 329 p.

Esipov V.E., Makhovikova G.A., Buzova I.A., Terekhova V.V. *Ekonomicheskaya otsenka investitsiy* [Economical evaluation of investments]. Saint Petersburg: Vektor, 2006, 288 p.

Galasyuk V.V., Galasyuk V.V., Vishnevskaya A. *Metod NPV: Fundamental'nye nedostatki* [The method of NPV: Fundamental flaws]. Finansovyy Direktor, 2005, no. 1.

Galasyuk V.V., Galasyuk V.V., Vishnevskaya A. *SSF – Luchshaya al'ternativa NPV: Fundamental'nye nedostatki* [CCF as the best alternative to NPV: Fundamental flaws]. Finansovyy Direktor, 2005, no. 3.

Gert A.A., Suprunchik N.A., Nemova O.G., Kuz'mina K.N. *Stoimostnaya otsenka neftegazovykh mestorozhdeniy i uchastkov nedr* [The valuation of oil and gas fields and subsoil blocks]. Moscow: Geoinformmark, 2010, 195 p.

Mackevicius J., Tomasevic V. (2010) Evaluation of investment project in case of conflict between the internal rate of return and the net present value methods. *Ekonomika*. Vol.89(4), pp. 116-130.

Makarov A.V. *Ekonomicheskie voprosy proektirovaniya i razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy* [Economical issues of projecting and development of oil fields]. Saint Petersburg: Nedra, 2009, 196 p.

Peter R. Rose (2003) Risk Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures – AAPG Methods in Exploration Series, No. 12. Published by American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A. – 164 p.

Staroverova G.S., Medvedev A.Yu., Sorokina I.V. *Ekonomicheskaya otsenka investitsiy* [Economical evaluation of investments]. - Moscow: KNORUS, 2006, 312 p.

Vilenskiy P.L., Livshits V.N., Smolyak S.A. *Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov. Teoriya i praktika* [Evaluating the effectiveness of investment projects. Theory and Practice]. Moscow: Delo, 2002, 888 p.