

АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВНУТРЕННЕЙ НОРМЫ ДОХОДНОСТИ К ВАРИАТИВНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАЧАЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Дмитрий Алексеевич ГУЖЕВ

соискатель департамента экономики, менеджмента и бизнес-технологий,
Университет БРИКС (ЮниБРИКС),
Москва, Российская Федерация
guzhevd@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0002-7789-8037>
SPIN-код: 7374-3005

История статьи:

Per. № 98/2023
Получена 27.03.2023
Получена
в доработанном виде
10.04.2023
Одобрена 24.04.2023
Доступна онлайн
31.07.2023

Специальность: 5.2.4

УДК 336.61
JEL: E22, G31, O16

Ключевые слова:

внутренняя норма доходности, анализ чувствительности, начальные инвестиции, эффективность инвестиций

Аннотация

Предмет. Чувствительность внутренней нормы доходности к определению начальных инвестиций на основных этапах жизненного цикла инвестиционного проекта в форме капитальных вложений.

Цели. Выполнить анализ чувствительности внутренней нормы доходности к вариативной оценке объемов начальных инвестиций, определяемых в базовом, оптимистическом и пессимистическом сценарии реализации в разрезе жизненного цикла инвестиционного проекта в форме капитальных вложений.

Методология. Используются методы анализа и синтеза информации.

Результаты. Осуществлен обзор современных публикаций как зарубежных, так и отечественных исследователей по вопросам анализа чувствительности динамических показателей эффективности инвестиций, в том числе внутренней нормы доходности. Кратко рассмотрены зарубежные и международные, а также отечественные современные и классические нормативные методики выполнения анализа чувствительности внутренней нормы доходности инвестиционного проекта. Выполнен анализ чувствительности внутренней нормы доходности на основных этапах жизненного цикла инвестиционного проекта на примере одного успешно реализованного проекта в пятигодичном горизонте планирования полезного использования в трех сценариях реализации инвестиционного проекта (базовом, оптимистическом и пессимистическом).

Область применения. Полученные результаты возможны к применению в комплексной оценке эффективности инвестиций, также на ранних этапах жизненного цикла реализации инвестиционного проекта, когда принимается принципиальное решение о старте проекта и устанавливаются требуемые показатели эффективности инвестиций, в том числе важнейшего динамического показателя — внутренней нормы доходности инвестиционного проекта.

Выводы. В анализе чувствительности внутренней нормы доходности инвестиционного проекта определено влияние вариативной оценки начальных инвестиций на исследуемый динамический показатель эффективности.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2023

Для цитирования: Гужев Д.А. Анализ чувствительности внутренней нормы доходности к вариативному определению начальных инвестиций в жизненном цикле инвестиционного проекта // *Финансы и кредит*. — 2023. — Т. 29, № 7. — С. 1496 — 1513.
<https://doi.org/10.24891/fc.29.7.1496>

Введение

Анализ чувствительности внутренней нормы доходности (далее — ВНД) инвестиционного проекта относится к общепризнаваемым практикам исследования эффективности инвестиций. Международные и отечественные подходы к анализу чувствительности показателей эффективности инвестиций, в том числе показателя ВНД, установлены различными нормативно-правовыми актами и методиками. Современные зарубежные и отечественные исследователи в своих публикациях уделяют много внимания вопросам анализа чувствительности показателя ВНД инвестиционного проекта, рассматривая различные способы выполнения такого анализа в зависимости от различных факторов, влияющих на изменение показателя ВНД при реализации инвестиционного проекта.

Актуальность исследования состоит в следующем: несмотря на наличие различных подходов современных авторов, в признанных методиках и современных публикациях недостаточно исследован вопрос оценки вариативности начальных инвестиций в анализе чувствительности внутренней нормы доходности.

Исследования современных зарубежных и отечественных авторов

Зарубежными авторами в современных исследованиях немало разработаны вопросы анализа чувствительности показателя ВНД (IRR в иностранной литературе). Например, в работе австрийских авторов J.L. Prol, K.W. Steininger [1] выполнен анализ чувствительности показателя IRR фотогенерирующих мощностей Испании с учетом директив Евросоюза 2019 г. (RD 244/2019). Статья М. Kovač, S. Tadić, M. Krstić, V. Elia, F. De Leo [2] посвящена анализу чувствительности показателей IRR, NPV в стохастической финансовой оценке интермодальных терминалов на примере логистических проектов Белграда. Исследование турецких авторов О. Gönül, А.С. Duman, В. Barutçu, О. Güler [3] раскрывает анализ чувствительности динамических показателей эффективности, в том числе показателя IRR, турецких инвестиционных проектов по фотоэлектрической генерации. Работа польского автора J. Jablonowski [4] раскрывает вопросы анализа чувствительности показателя IRR при инвестициях в высшее образование в Евросоюзе на основе данных 2014—2016 гг. Европейского ЦБ. В исследовании нигерийского автора А.С. John [5] раскрыты в числе прочего вопросы анализа чувствительности показателя IRR при различных подходах составления бюджета проекта. Работа индонезийских ученых G.F.M. Gafli, W.M. Dayanto [6] посвящена вопросам принятия государственных инвестиционных решений (на примере энергетических проектов Калимантана) с помощью анализа чувствительности показателя IRR. Статья международной группы

исследователей F. Cubbage, B. Kanieski, R. Rubilar, A. Bussoni et al. [7] раскрывает на примере инвестиционных проектов в лесопользовании и лесной промышленности Бразилии, Аргентины, США, Новой Зеландии, Китая и других стран влияние на чувствительность показателя IRR к комплексу факторов реализации лесохозяйственных долгосрочных инвестиционных проектов. В работе индийских авторов S. Singh, A. Anand, A. Shukla, A. Sharma [8] предлагается применение специализированного программного обеспечения (RETScreen Expert) для применения анализа чувствительности показателя IRR при инвестиционном проектировании солнечных водонагревателей в промышленных и гражданских объектах Индии. Работа иранских исследователей M. Keshavarz, H. Iranmanesh, R. Dehghan [9] раскрывает особенности анализа чувствительности показателя IRR в условиях различных налоговых режимов с использованием математической теории игр. В исследовании иорданских авторов A. Alshare, B. Tashtoush, S. Altarazi, H. El-khalil [10] приведен анализ чувствительности показателя IRR фотогениерирующих установок от технических параметров и геостационарного фактора. В статье канадских исследователей D.J. Wright, J. Ashwell, J. Ashworth, S. Badruddin, M. Ghali, C. Robertson-Gillis [11] поднимается вопрос влияния тарифов на показатели экономической эффективности распределяющей сети (в том числе на IRR) и предложена интерполяция на планируемые в период 2019–2025 гг. инвестиционные проекты по созданию энергетической инфраструктуры провинции Онтарио. В работе испанских исследователей A. Martinez-Lopez, A. Romero-Filgueira, M. Chica [12] выполнен анализ чувствительности показателя IRR инвестиционных проектов по использованию судов от некоторых факторов портового энергообеспечения. В статье других испанских ученых A. Filgueira-Vizoso, D. Cordal-Iglesias, F. Puime-Guillen, I. Lamas-Galdo, A. Martinez-Rubio, I. Larrinaga-Calderon, L. Casteo-Santos [13] приведен анализ чувствительности показателей экономической эффективности, также IRR инвестиционного проекта, по морской ветрогениерирующей электростанции в условиях атлантического побережья Испании.

Кроме того, по мнению автора, стоит отметить современные работы по рассматриваемой теме следующих исследователей: S. Roenganan, M. Misran, N. Phewchean [14], G.A. Talebnia, M. Bahadori, M. Dehghani [15], A. Khodamipour, E. Amiri [16], O.F. Tan, E. Avci [17], M. Illes [18], G.A. Akeke, M.S. Osok [19].

Отечественные современные исследователи в своих публикациях уделяют много внимания вопросам анализа чувствительности показателя ВНД к различным факторам реализации инвестиционного проекта. С точки зрения автора, следует отметить работы Ю.В. Медяник, Э.И. Шагиахметовой [20], М.В. Лысенковой, А.В. Молчанова [21], М.Р. Сихимбаева, И.С. Бабыкиной [22], З.С. Терентьевой, М.М. Филатова [23] А.Н. Бирюкова [24], Н.Ю. Суховольской [25], С.В. Пупенцовой, И.И. Поняевой [26], Э.В. Наговицыной, Д.С. Тусина [27], О.С. Тамера [28] и других ученых.

Признанные международные подходы к определению анализа чувствительности показателей эффективности инвестиций

Основным, ставшим по праву классическим подходом, возможно назвать нормативный документ, подготовленный специализированным учреждением ООН по промышленному развитию (UNIDO) — «Руководство по подготовке промышленных технико-экономических исследований»¹ (далее — Руководство UNIDO), в десятой главе которого приведены методы анализа чувствительности основных показателей эффективности инвестиций, в том числе внутренней нормы доходности.

Среди международных стандартов финансовой отчетности (далее — IFRS), присутствует IFRS 7², в статутах B17, B18, B19, B20, B21 которого указаны подходы к анализу чувствительности показателей эффективности инвестиций.

Современные отечественные нормативно-правовые акты, регламентирующие анализ чувствительности показателей эффективности инвестиций. Среди отечественных нормативно-правовых актов особенно стоит выделить инструментарий проведения аудита привлекаемых государственных средств (федерального, регионального и муниципального уровней бюджета) в форме капитальных вложений, а именно стандарты внешнего государственного аудита. Например, стандарты СГА 304³ (п. 4.5, 4.6), СГА 104⁴ (п. 4.2) устанавливают среди прочего порядок анализа эффективности инвестиций и анализ чувствительности соответствующих показателей эффективности, также ВНД.

Материалы исследования

Исходными данными (материалами настоящего исследования) послужили авторские проработки по расчетам объема начальных инвестиций, определяемых на различных этапах жизненного цикла, успешно реализованного инвестиционного проекта, опубликованные в авторской статье [29] и приведенные в *табл. 1*.

Объем начальных инвестиций определялся на следующих этапах: технико-экономического обоснования инвестиционного проекта (далее — ТЭО), утверждения технико-экономических показателей инвестиционного проекта, после экспертизы проектно-сметной документации, утверждения рабочей документации «в производство работ» в целях возведения объекта, фактических затрат по вводу в эксплуатацию объекта, завершеного строительством (далее — факт затраты). Денежный плановый поток от полезного использования объекта в течение пяти лет

¹ Руководство по подготовке промышленных технико-экономических исследований. М.: АОЗТ «Интерэксперт», 1995. URL: <https://www.unido.ru>

² IFRS 7 «Финансовые инструменты раскрытия информации».

³ СГА 304 «Аудит государственных и международных инвестиционных проектов», утв. постановлением Коллегии Счетной палаты РФ от 23.12.2016 № 8ПК.

⁴ СГА 104 «Аудит эффективности», утв. постановлением Коллегии Счетной палаты РФ от 09.02.2021 № 2ПК.

также приведен в статье [29] и использован в качестве исходных данных в настоящем исследовании.

Авторский подход к расчету показателя ВНД с учетом вариативности определения начальных инвестиций (методом коэффициентов эффективности инвестиций) в базовом, оптимистическом и пессимистическом сценариях реализации инвестиционного проекта обоснован в авторской работе [30]. Порядок расчета показателя ВНД приведен в *табл. 2*.

Результаты

Результаты расчета показателя ВНД на соответствующих этапах проекта по исходным данным согласно указанным формулам (1–10) приведены в *табл. 3*. Расчет показателя внутренней нормы доходности производился посредством Microsoft Excel с использованием стандартной финансовой функции «ВСД».

Обсуждение

Итог выполненного анализа чувствительности показателя ВНД к вариативному определению объема начальных инвестиций в базовом, оптимистическом и пессимистическом сценариях реализации проекта на соответствующих этапах жизненного цикла представлен в *табл. 4*.

По результатам анализа чувствительности показателя ВНД к определению объема начальных инвестиций в различных сценариях реализации инвестиционного проекта, рассчитанного на соответствующих этапах жизненного цикла, можно определить следующие закономерности.

1. При базовом сценарии реализации (который является расчетным в классическом способе, например, в Руководстве UNIDO) на этапе ТЭО показатель ВНД достигает наибольшего значения, уменьшается на 37% на следующем этапе и при поступательной реализации жизненного цикла инвестиционного проекта далее остается константой, вплоть до расчетов по фактическим затратам после ввода объекта в эксплуатацию. Эта закономерность (неизменность показателя ВНД с этапа утверждения технико-экономических показателей проекта) свидетельствует одновременно о достоинствах классического способа расчета показателя (стабильность расчетов с этапа обоснования начальных инвестиций, подтвержденных экспертизой проектно-сметной документации) и недостатках (на раннем этапе жизненного цикла инвестиционного проекта (ТЭО) показатель ВНД значительно (на 60%) выше фактического).
2. При оптимистическом сценарии, крайне редко случающемся на практике, также на этапе технико-экономического обоснования инвестиционного проекта, значение показателя ВНД наибольшее и в два раза превышает значение, определенное по фактическим затратам. При поступательной реализации

жизненного цикла инвестиционного проекта значение показателя закономерно уменьшается и незначительно (на 6% на этапе утверждения рабочей документации) превышает значение, определенное по фактическим затратам.

3. При пессимистическом сценарии, который реально осуществился на практике в рассматриваемом примере, значение показателя ВНД, определенное на этапе ТЭО, оказалось практически равным (на 1% выше) определенному по фактическим затратам, что является качественным преимуществом предлагаемого авторского метода расчета показателя ВНД с учетом вариативного подхода к оценке начальных инвестиций. Примечательно, что на любом этапе жизненного цикла инвестиционного проекта в рассматриваемом сценарии значение показателя ВНД больше текущей ставки рефинансирования.

Также стоит отметить, что чувствительность показателя ВНД к вариативному определению начальных инвестиций связаны в сценарном подходе обратно-пропорционально: при уменьшении начальных инвестиций в сравнении с базовым сценарием наблюдается соразмерный рост показателя ВНД (оптимистический сценарий), при увеличении начальных инвестиций наблюдается соразмерное уменьшение показателя ВНД в пессимистическом сценарии.

Заключение

В исследовании выполнен анализ чувствительности показателя внутренней нормы доходности инвестиционного проекта к вариативному определению объема начальных инвестиций на примере успешно реализованного проекта в базовом, оптимистическом и пессимистическом сценариях в разрезе качественно важных этапов жизненного цикла инвестиционного проекта: на этапе технико-экономического обоснования инвестиционного проекта (принятие управленческого решения о реализации инвестиционного проекта), этапах утверждения технико-экономических показателей и рабочей документации, ввода объекта в эксплуатацию.

Применение предложенного подхода к анализу чувствительности показателя внутренней нормы доходности к вариативному определению объема начальных инвестиций в сценарном подходе позволит уже на раннем этапе инвестиционного проекта определить достижимое при его реализации значение одного из важнейших динамических показателей эффективности — внутренней нормы доходности инвестиционного проекта.

Таблица 1**Объем начальных инвестиций****Table 1****The volume of initial investments**

Этап жизненного цикла	Объем начальных инвестиций (базовый сценарий), CFO, млн руб.
ТЭО	662,2
Утверждение ТЭП	864,97
Утверждение РД	864,98
Факт затрат	865

Источник: [29]

Source: [29]

Таблица 2**Порядок расчета показателя ВНД****Table 2****The procedure for IRR calculation**

Этап жизненного цикла	Сценарий реализации		
	базовый	оптимистический	пессимистический
ТЭО	$NPV_b = -CF_0 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0$ (1)	$NPV_o = -CF_0 \cdot 0,85 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0$ (2)	$NPV_p = -CF_0 \cdot 1,3 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0$ (3)
Утверждение ТЭП	$NPV_b = -CF_0 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0$ (4)	$NPV_o = -CF_0 \cdot 0,9 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0$ (5)	$NPV_p = -CF_0 \cdot 1,15 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0$ (6)
Утверждение РД	$NPV_b = -CF_0 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0$ (7)	$NPV_o = -CF_0 \cdot 0,92 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0$ (8)	$NPV_p = -CF_0 \cdot 1,1 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0$ (9)
Факт затрат	$NPV_{\phi 3} = -CF_0(\phi 3) + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0$ (10)		

Источник: [30]

Source: [30]

Таблица 3
Результаты расчета показателя ВНД

Table 3
Results of IRR calculation

CF, млн руб./ВНД, %	Сценарий реализации (номер формулы)		
	базовый	оптимистический	пессимистический
	ТЭО		
CFO	662,2 (1)	$662,2 \times 0,85 = 562,87$ (2)	$662,2 \times 1,3 = 860,86$ (3)
CF первого года	287,45	287,45	287,45
CF второго года	336,95	336,95	336,95
CF третьего года	336,95	336,95	336,95
CF четвертого года	285,5	285,5	285,5
CF пятого года	310	310	310
ВНД	37	47	24
	Этап утверждения технико-экономических показателей проекта		
CFO	864,97 (4)	$864,97 \times 0,9 = 778,47$ (5)	$864,97 \times 1,15 = 994,71$ (6)
CF первого года	287,45	287,45	287,45
CF второго года	336,95	336,95	336,95
CF третьего года	336,95	336,95	336,95
CF четвертого года	285,5	285,5	285,5
CF пятого года	310	310	310
ВНД	23	27	17
	Этап утверждения рабочей документации		
CFO	864,98 (7)	$864,98 \times 0,92 = 795,78$ (8)	$864,98 \times 1,1 = 951,48$ (9)
CF первого года	287,45	287,45	287,45
CF второго года	336,95	336,95	336,95
CF третьего года	336,95	336,95	336,95
CF четвертого года	285,5	285,5	285,5
CF пятого года	310	310	310
ВНД	23	29	19
	Этап фактических затрат после ввода в эксплуатацию		
CFO	—	—	865(10)
CF первого года	—	—	287,45
CF второго года	—	—	336,95
CF третьего года	—	—	336,95
CF четвертого года	—	—	285,5
CF пятого года	—	—	310
ВНД	—	—	23

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 4**Итог анализа чувствительности показателя ВНД к объему начальных инвестиций****Table 4****The result of sensitivity analysis of IRR indicator to the volume of initial investments**

Сценарий реализации	CF ₀ , млн руб.	ΔCF ₀ от базового, млн руб.	ВНД, %	ΔВНД от базового в этапе		ΔВНД от базового по факт затратам	
				ед.	%	ед.	%
ТЭО							
Базовый	662,2	—	37	—	—	14	60
Оптимистический	562,87	-99,33	47	10	27	24	104
Пессимистический	860,86	198,66	24	-13	-35	1	4
Этап утверждения технико-экономических показателей проекта							
Базовый	864,97	—	23	—	—	0	0
Оптимистический	778,47	-86,5	27	4	17	6	26
Пессимистический	994,71	129,74	17	-6	-26	-6	-26
Этап утверждения рабочей документации							
Базовый	864,98	—	23	—	—	0	0
Оптимистический	795,78	-69,2	29	6	26	6	26
Пессимистический	951,48	86,5	19	-4	-17	-4	-17
Этап фактических затрат после ввода в эксплуатацию							
Базовый (факт затраты)	865	—	23	—	—	—	—

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Prol J.L., Steininger K.W.* Photovoltaic self-consumption is now profitable in Spain: Effects of the new regulation on prosumers' internal rate of return. *Energy Policy*, 2020, vol. 146, no. 111793. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111793>
2. *Kovač M., Tadić S., Krstić M. et al.* Stochastic financial evaluation: The case of an intermodal terminal. *Sustainable Futures*, 2023, vol. 5, no. 100104. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2022.100104>
3. *Gönül Ö., Duman A. C., Barutçu B., Güler O.* Techno-economic analysis of PV systems with manually adjustable tilt mechanisms. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 2022, vol. 35, no. 101116. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2022.101116>
4. *Jablonowski J.* Internal Rate of Return on Investment in Higher Education in Europe. *Wroclaw Review*, 2021. vol. 11(1), pp. 1–19.
5. *Agbeye Seyi John.* Capital Budgeting Techniques: Estimation of Internal Rate of Returns. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 2019, vol. 13, iss. 2, pp. 1–10. URL: <https://doi.org/10.9734/AJEBA/2019/v13i230167>
6. *Gafli G.F.M., Dayanto W.M.* Decision making on project feasibility using capital budgeting model and sensitivity analysis. Case study: development solar PV power plant project. *International Journal of Business, Economics and Law*, 2019, vol. 19, iss. 1, pp. 50–58. URL: https://www.ijbel.com/wp-content/uploads/2019/10/ACC_43.pdf
7. *Cubbage F., Kanieski B., Rubilar R. et al.* Global timber investments, 2005 to 2017. *Forest Policy and Economics*, 2020, vol. 112, no. 102082. URL: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.102082>
8. *Singh S., Anand A., Shukla A., Sharma A.* Technical, financial, and environmental feasibility of solar water heater for residential, commercial, and industrial application: A theoretical approach. *Materials Science for Energy Technologies*, 2020, vol. 3, pp. 648–671. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mset.2020.07.001>
9. *Keshavarz M., Iranmanesh H., Dehghan R.* Modelling the Iranian Petroleum Contract fiscal regime using bargaining game theory to guide contract negotiators. *Petroleum Science*, 2021, vol. 18, iss. 6, pp. 1887–1898. URL: <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2021.09.018>
10. *Alshare A., Tashtoush B., Altarazi S., El-khalil H.* Energy and economic analysis of a 5 MW photovoltaic system in northern Jordan. *Case Studies in Thermal*

- Engineering*, 2020, vol. 21, no. 100722.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2020.100722>
11. Wright D.J., Ashwell J., Ashworth J. et al. Impact of tariff structure on the economics of behind-the-meter solar microgrids. *Cleaner Engineering and Technology*, 2021, vol. 2, no. 100039. URL: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2020.100039>
12. Martinez-Lopez A., Romero-Filgueira A., Chica M. Specific environmental charges to boost Cold Ironing use in the European Sea Shipping. *Transportation Research. Part D: Transport and Environment*, 2021, vol. 94, no. 102775.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102775>
13. Filgueira-Vizoso A., Cordal-Iglesias D., Puime-Guillen F. et al. Sensitivity study of the economics of a floating offshore wind farm. The case study of the SATH® concrete platform in the Atlantic waters of Europe. *Energy Reports*, 2023, vol. 9, pp. 2604–2617. URL: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.01.091>
14. Roenganan S., Misran M., Phewchean N. A study of Life Internal Rate of Return. *WSEAS Transactions on Mathematics*, 2021, vol. 20, pp. 122–133.
URL: <https://doi.org/10.37394/23206.2021.20.13>
15. Bahadori M., Dehghani M. Sensitivity to changes in Cash Flows and Firm Value and Changes of Investments. *Academic Journal of Accounting and Economic Researches*, 2018, vol. 7(3), pp. 32–40. URL: <https://www.ajaer.worldofresearches.com>
16. Khodamipour A., Amiri E. The Effect of the Audit Fee Type on Investment Cash Flow Sensitivity. *Journal of Accounting and Auditing Review*, 2019. vol. 26, iss. 1, pp. 65–86. URL: <https://doi.org/10.22059/acctgrev.2019.262249.1007939>
17. Tan O. F., Avci E. Inventory investment and cash flow sensitivity: Evidence from Turkish firms. *Journal of Business, Economics and Finance*, 2020, vol. 9, iss. 2, pp. 182–188. URL: <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2020.1223>
18. Illes M. Aggregate Capital Tied-up by Investment Projects – The Possibility of a Simple Estimation. *Management Studies*, 2019, vol. 7, no. 2, pp. 87–95.
URL: <https://doi.org/10.17265/2328-2185/2019.02.001>
19. Akeke G.A., Osok M.S. Analysis of different impact rates on the forecasts cost of building project using sensitivity analysis techniques. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 2021, vol. 4, iss. 1, pp. 40–51.
URL: <https://doi.org/10.30574/wjaets.2021.4.1.0083>
20. Медяник Ю.В., Шагуахметова Э.И. Инвестиционная привлекательность строительства социальной инфраструктуры в регионах // Региональные проблемы преобразования экономики. 2022. № 8. С. 32—40.
URL: <https://doi.org/10.26726/1812-7096-2022-8-32-40>

21. *Лысенкова М.В., Молчанов А.В.* Методики и методы оценки эффективности инвестиционно-проектной деятельности: сравнительный анализ и практические рекомендации // *Белорусский экономический журнал*. 2022. № 2. С. 48—70.
URL: <https://doi.org/10.46782/1818-4510-2022-2-48-70>
22. *Сихимбаев М.Р., Бабыкина И.С.* Анализ методов оценки рынка недвижимости на примере инвестиционного проекта строительства жилого комплекса в Казахстане // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017. № 2-1. С. 82—87.
23. *Терентьева З.С., Филатов М.М.* Применение имитационного моделирования при оценке эффективности инвестиционных проектов в условиях неопределенности // *Инновации в менеджменте*. 2021. № 1. С. 72—79.
24. *Бирюков А.Н.* Анализ чувствительности показателей эффективности инвестиционных проектов методом вариации параметров // *Современные научные исследования и разработки*. 2018. Т. 2. № 5. С. 82—100.
25. *Суховольская Н.В.* Оценка результатов анализа чувствительности инвестиционных проектов // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2018. № 4. С. 185—189.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-rezultatov-analiza-chuvstvitelnosti-investitsionnyh-proektov>
26. *Пупенцова С.В., Поняева И.И.* Оценка рисков инновационного проекта, основанная на синтезе методов нечетких множеств и анализа иерархий // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. 2020. Т. 13. № 6. С. 66—78. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-riskov-innovatsionnogo-proekta-osnovannaya-na-sinteze-metodov-nechetkih-mnozhestv-i-analiza-ierarhiy>
27. *Наговицына Э.В., Тусин Д.С.* Совершенствование системы подхода к оценке рисков инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе // *Вестник НГИЭИ*. 2022. № 11. С. 81—91.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-podhoda-k-otsenke-riskov-investitsionnoy-deyatelnosti-v-agropromyshlennom-komplekse>
28. *Тамер О.С.* Аддитивные и мультипликативные модели временных рядов в инвестиционном проектировании // *Вестник волжского университета им. В.Н. Татищева*. 2020. Т. 2. № 1. С. 227—233.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/additivnye-i-multiplikativnye-modeli-vremennyh-ryadov-v-investitsionnom-proektirovanii>
29. *Гужев Д.А.* Анализ чувствительности показателя чистого дисконтированного дохода при вариативном подходе к определению начальных инвестиций

на этапах инвестиционного проекта // *Экономическая безопасность*. 2023. Т. 6. № 1. С. 245—262. URL: <https://1economic.ru/lib/117392>

30. Гужев Д.А. Оценка влияния денежного потока капитальных вложений на внутреннюю норму доходности инвестиционного проекта // *Вестник Самарского государственного экономического университета*. 2022. № 9. С. 71—78.

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

ANALYZING THE SENSITIVITY OF INTERNAL RATE OF RETURN TO THE VARIABLE DETERMINATION OF INITIAL INVESTMENTS IN THE LIFE CYCLE TO CALCULATE THE NET PRESENT VALUE OF AN INVESTMENT PROJECT

Dmitrii A. GUZHEV

BRICS University (UniBRICS),
Moscow, Russian Federation
guzhevd@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0002-7789-8037>

Article history:

Article No. 98/2023
Received 27 Mar 2023
Received in revised form
10 Apr 2023
Accepted 24 Apr 2023
Available online
31 Jul 2023

JEL classification: E22,
G31, O16

Keywords: internal
rate of return, IRR,
sensitivity analysis, initial
investment, investment
efficiency

Abstract

Subject. The article analyzes the sensitivity of internal rate of return (IRR) to the determination of initial investments at the main stages of life cycle of an investment project in the form of capital investments.

Objectives. The aim is to analyze the sensitivity of IRR to a variable estimate of the initial investment volume determined in the basic, optimistic and pessimistic scenario of implementation, in the context of investment project life cycle in the form of capital investments.

Methods. The study employs generally recognized scientific methods of information analysis and synthesis.

Results. I reviewed recent publications on sensitivity analysis of dynamic indicators of investment efficiency by foreign and domestic researches, including the IRR, briefly considered international and domestic modern and classic regulatory techniques of sensitivity analysis of IRR for an investment project, performed the sensitivity analysis of IRR at the main stages of investment project life cycle, on the case of a successfully implemented project, in the five-year useful life planning horizon, in three scenarios of investment project implementation (basic, optimistic, and pessimistic). The findings can be used in the comprehensive assessment of return on investment, including at early stages of investment project life cycle, when a fundamental decision is made on the start of the project, and required investment performance indicators are established, including IRR for investment project.

Conclusions. In the sensitivity analysis of IRR for an investment project, I determined the influence of variable assessment of initial investments on the dynamic performance indicator under study.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2023

Please cite this article as: Guzhev D.A. Analyzing the Sensitivity of Internal Rate of Return to the Variable Determination of Initial Investments in the Life Cycle to Calculate the Net Present Value of an Investment Project. *Finance and Credit*, 2023, vol. 29, iss. 7, pp. 1496–1513.
<https://doi.org/10.24891/fc.29.7.1496>

References

1. Prol J.L., Steininger K.W. Photovoltaic self-consumption is now profitable in Spain: Effects of the new regulation on prosumers' internal rate of return. *Energy Policy*, 2020, vol. 146, no. 111793. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111793>

2. Kovač M., Tadić S., Krstić M. et al. Stochastic financial evaluation: The case of an intermodal terminal. *Sustainable Futures*, 2023, vol. 5, no. 100104. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2022.100104>
3. Gönül Ö., Duman A. C., Barutçu B., Güler O. Techno-economic analysis of PV systems with manually adjustable tilt mechanisms. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 2022, vol. 35, no. 101116. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2022.101116>
4. Jablonowski J. Internal Rate of Return on Investment in Higher Education in Europe. *Wroclaw Review of Law, Administration & Economics*, 2021, vol. 11(1), pp. 1–19.
5. Agbeye Seyi John. Capital Budgeting Techniques: Estimation of Internal Rate of Returns. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 2019, vol. 13, iss. 2, pp. 1–10. URL: <https://doi.org/10.9734/AJEBA/2019/v13i230167>
6. Gafli G.F.M., Dayanto W.M. Decision making on project feasibility using capital budgeting model and sensitivity analysis. Case study: development solar PV power plant project. *International Journal of Business, Economics and Law*, 2019, vol. 19, iss. 1, pp. 50–58. URL: https://www.ijbel.com/wp-content/uploads/2019/10/ACC_43.pdf
7. Cabbage F., Kanieski B., Rubilar R. et al. Global timber investments, 2005 to 2017. *Forest Policy and Economics*, 2020, vol. 112, no. 102082. URL: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.102082>
8. Singh S., Anand A., Shukla A., Sharma A. Technical, financial, and environmental feasibility of solar water heater for residential, commercial, and industrial application: A theoretical approach. *Materials Science for Energy Technologies*, 2020, vol. 3, pp. 648–671. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mset.2020.07.001>
9. Keshavarz M., Iranmanesh H., Dehghan R. Modelling the Iranian Petroleum Contract fiscal regime using bargaining game theory to guide contract negotiators. *Petroleum Science*, 2021, vol. 18, iss. 6, pp. 1887–1898. URL: <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2021.09.018>
10. Alshare A., Tashtoush B., Altarazi S., El-khalil H. Energy and economic analysis of a 5 MW photovoltaic system in northern Jordan. *Case Studies in Thermal Engineering*, 2020, vol. 21, no. 100722. URL: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2020.100722>
11. Wright D.J., Ashwell J., Ashworth J. et al. Impact of tariff structure on the economics of behind-the-meter solar microgrids. *Cleaner Engineering and Technology*, 2021, vol. 2, no. 100039. URL: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2020.100039>

12. Martinez-Lopez A., Romero-Filgueira A., Chica M. Specific environmental charges to boost Cold Ironing use in the European Sea Shipping. *Transportation Research. Part D: Transport and Environment*, 2021, vol. 94, no. 102775.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102775>
13. Filgueira-Vizoso A., Cordal-Iglesias D., Puime-Guillen F. et al. Sensitivity study of the economics of a floating offshore wind farm. The case study of the SATH® concrete platform in the Atlantic waters of Europe. *Energy Reports*, 2023, vol. 9, pp. 2604–2617. URL: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.01.091>
14. Roenganan S., Misran M., Phewchean N. A study of Life Internal Rate of Return. *WSEAS Transactions on Mathematics*, 2021, vol. 20, pp. 122–133.
URL: <https://doi.org/10.37394/23206.2021.20.13>
15. Bahadori M., Dehghani M. Sensitivity to Changes in Cash Flows and Firm Value and Changes of Investments. *Academic Journal of Accounting and Economic Researches*, 2018, vol. 7(3), pp. 32–40. URL: <https://www.ajaer.worldofresearches.com>
16. Khodamipour A., Amiri E. The Effect of the Audit Fee Type on Investment Cash Flow Sensitivity. *Journal of Accounting and Auditing Review*, 2019, vol. 26, iss. 1, pp. 65–86. URL: <https://doi.org/10.22059/acctgrev.2019.262249.1007939>
17. Tan O.F., Avci E. Inventory investment and cash flow sensitivity: Evidence from Turkish firms. *Journal of Business, Economics and Finance*, 2020, vol. 9, iss. 2, pp. 182–188. URL: <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2020.1223>
18. Illes M. Aggregate Capital Tied-up by Investment Projects – The Possibility of a Simple Estimation. *Management Studies*, 2019, vol. 7, no. 2, pp. 87–95.
URL: <https://doi.org/10.17265/2328-2185/2019.02.001>
19. Akeke G.A., Osok M.S. Analysis of different impact rates on the forecasts cost of building project using sensitivity analysis techniques. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 2021, vol. 4, iss. 1, pp. 40–51.
URL: <https://doi.org/10.30574/wjaets.2021.4.1.0083>
20. Medyanik Yu.V., Shagiakhmetova E.I. [Investment attractiveness of the construction of social infrastructure in the regions]. *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki = Regional Problems of Economic Transformation*, 2022, no. 8, pp. 32–40. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.26726/1812-7096-2022-8-32-40>
21. Lysenkova M.V., Molchanov A.V. [Methods for assessing the efficiency of investment and project activities: Comparative analysis and practical recommendations]. *Belorusskii ekonomicheskii zhurnal*, 2022, no. 2, pp. 48–70. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.46782/1818-4510-2022-2-48-70>

22. Sikhimbaev M.R., Babykina I.S. [Analysis of real estate market appraisal methods by the example of residential complex building investment project in the Republic of Kazakhstan]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy = International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2017, no. 2-1, pp. 82–87. (In Russ.)
23. Terent'eva Z.S., Filatov M.M. [Application of simulation modeling in evaluating the effectiveness of investment projects in conditions of uncertainty]. *Innovatsii v menedzhmente = Innovation in Management*, 2021, no. 1, pp. 72–79. (In Russ.)
24. Biryukov A.N. [Sensitivity analysis of performance indicators of investment project by the method of parameter variation]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i razrabotki = Modern Scientific Researches and Development*, 2018, vol. 2, no. 5, pp. 82–100. (In Russ.)
25. Sukhovol'skaya N.V. [Results assessment of the sensitivity analysis in investment projects]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceeding of the St. Petersburg State Agrarian University*, 2018, no. 4, pp. 185–189. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-rezultatov-analiza-chuvstvitelnosti-investitsionnyh-proektov> (In Russ.)
26. Pupentsova S.V., Ponyaeva I.I. [Risk assessment of innovative project based on the synthesis of fuzzy set methods and hierarchy analysis]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki = Scientific and Technical Bulletin of the St. Petersburg State Polytechnic University. Economic Sciences*, 2020, vol. 13, no. 6, pp. 66–78. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-riskov-innovatsionnogo-proekta-osnovannaya-na-sinteze-metodov-nechetkih-mnozhestv-i-analiza-ierarhiy> (In Russ.)
27. Nagovitsyna E.V., Tusin D.S. [Improving the system of approach to risk assessment of investment activities in the agro-industrial complex]. *Vestnik NGIEI = Bulletin NGIEI*, 2022, no. 11, pp. 81–91. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-podhoda-k-otsenke-riskov-investitsionnoy-deyatelnosti-v-agropromyshlennom-komplekse>
28. Tamer O.S. [Additive and multiplicative time series models in investment design]. *Vestnik volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva = Vestnik of Volga Region University named after V.N. Tatishchev*, 2020, vol. 2, no. 1, pp. 227–233. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/additivnye-i-multiplikativnye-modeli-vremennyh-ryadov-v-investitsionnom-proektirovanii> (In Russ.)
29. Guzhev D.A. [Sensitivity analysis of net discounted income for a variable initial investment approach in the stages of an investment project]. *Ekonomicheskaya bezopasnost' = Economic Security*, 2023, vol. 6, no. 1, pp. 245–262. URL: <https://1economic.ru/lib/117392> (In Russ.)

30. Guzhev D.A. [Assessment of the impact of the cash flow of capital investments on the internal rate of return of the investment project]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Vestnik of Samara State University of Economics*, 2022, no. 9, pp. 71–78. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.