

ОБ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

© И.В. Трищенко^а, А.В. Каклюгин^б

Академия строительства и архитектуры Донского государственного технического университета, 344022, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162.

РЕЗЮМЕ. ЦЕЛЬ. Проведение технико-экономических расчетов, доказывающих эффективность внедрения результатов научно-исследовательских работ (НИР) в производство, бывает затруднено вследствие неполноты или отсутствия необходимой исходной информации. Поставлена задача: разработка методики оценки эффективности инвестиций в реализацию результатов завершённых научных исследований. **МЕТОДЫ.** Выбор метода исследования обоснован необходимостью учета неполноты исходных данных по инвестиционному проекту. В качестве примера рассмотрена оценка эффективности инвестиций в организацию производства стеновых камней на основе безобжигового ангидритового вяжущего. Показатели коммерческой эффективности инвестиций (чистый доход, чистый дисконтированный доход, индекс доходности дисконтированных затрат, индекс доходности дисконтированных инвестиций, срок окупаемости) определены по правилам действующих методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов. Дополнительно привлечен метод варьирования параметров. **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.** Рассчитаны показатели коммерческой эффективности. Установлены ограничения по норме прибыли и объему капитальных вложений, определяющие границы технико-экономической эффективности рассматриваемого бизнес-предложения с учетом инвестиционного риска. Поправка на риск учтена в ставке дисконта. Ее максимальное значение – 20%, что соответствует очень высокому уровню риска (для вложений в исследования и инновации). Расчетные данные представлены в виде графических зависимостей (номограмм). Это удобно для анализа, обсуждения и выбора оптимального варианта, а также наглядно отражает влияние рисков. **ВЫВОДЫ.** Предложенная методика может использоваться при расчетах эффективности инвестиций в реализацию результатов выполненных НИР и альтернативных вариантов технического перевооружения производства, а также при разработке бизнес-планов. Анализ полученных графических зависимостей позволяет сделать обоснованное заключение об эффективности предложенного технического решения и целесообразности организации бизнеса с учетом поправки на риск.

Ключевые слова: бизнес-предложение, эффективность инвестиций, показатели коммерческой эффективности, чистый дисконтированный доход, срок окупаемости, инвестиционный риск, номограмма.

Информация о статье. Дата поступления 28 февраля 2018 г.; дата принятия к печати 20 марта 2018 г.; дата онлайн-размещения 26 июня 2018 г.

Формат цитирования: Трищенко И.В., Каклюгин А.В. Об оценке эффективности инвестиций в инновационные направления развития промышленности строительных материалов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8, № 2. С. 73-83. DOI: 10.21285/2227-2917-2018-2-73-83

EFFECTIVENESS OF INVESTMENTS IN THE INNOVATIVE DIRECTIONS OF THE CONSTRUCTION MATERIALS INDUSTRY

I.V. Trishchenko, A.V. Kaklyugin

^аТрищенко Инна Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных материалов, e-mail: ivt523w@gmail.com

Inna V. Trishchenko, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of Department of Building Materials, e-mail: ivt523w@gmail.com

^бКаклюгин Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных материалов, e-mail: kaklyugin@gmail.com

Alexander V. Kaklyugin, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of Department of Building Materials, e-mail: kaklyugin@gmail.com

ABSTRACT. AIM. The calculation of the effectiveness of the implementation and adoption of R&D results can sometimes be hampered by the lack of a comprehensive initial information. This study sets out to develop a methodology for assessing the effectiveness of investments in the implementation of R&D results. **METHODS.** The choice of research methods is justified by the need to take into account the incompleteness of the input information about the investment project under evaluation. The assessment of the effectiveness of investments in the production of wall stones based on non-calcined unhydrite binders is presented as an example. The indicators of the commercial efficiency of investments, such as net income, net present value, profit investment ratio, net present value of returns and payback period, are defined according to the rules provided in the existing methodical recommendations for the assessment of investment project efficiency in Russia. In addition, the method of parameter variation is applied. **RESULTS AND DISCUSSION.** The indicators of commercial efficiency are calculated. Restrictions on rate of return and the amount of capital investment, defining the boundaries of the techno-economic efficiency of a business proposal are established, taking into account the investment risk. The risk adjustment is included in the discount rate. The maximum value of risk adjustment is shown to be 20%, which corresponds to a very high level of risk (for investments in research and innovation). The calculated data are represented as graphical dependencies (nomogramms). This is useful for the analysis, discussion and choice of an optimal variant; moreover, it clearly reflects the effects of risks. **CONCLUSIONS.** The proposed methodology can be used for calculating the efficiency of investments spent on the implementation and adoption of R&D results and the technical re-equipment of plants. In addition, this approach can be applied in the development of business plans. The analysis of the obtained graphical dependencies confirms the expediency of both the proposed technical solution and the feasibility of business organization taking into account the risk adjustment.

Keywords: *business offer, effectiveness of investments, indexes of commercial effectiveness, net present profit, payback period, investment risk, nomogram*

Information about the article. Received February 28, 2018; accepted for publication March 20, 2018; available online June 26, 2018.

For citation. Trishchenko I.V., Kaklyugin A.V. Effectiveness of investments in the innovative directions of the construction materials industry. *Izvestiya vuzov. Investisii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate. 2018, vol. 8, no. 2, pp. 73-83. (In Russian). DOI: 10.21285/2227-2917-2018-2-73-83.

Введение

Стратегией развития промышленности строительных материалов на перспективу до 2030 года определены инновационные направления развития отрасли. В их числе модернизация предприятий за счет использования современных энерго- и ресурсосберегающих технологий, в т.ч. замещение природного сырья накопленными техногенными отходами. Разработке таких технологий посвящены научные исследования, выполняемые в Академии строительства и архитектуры Донского государственного технического университета.

Научно-исследовательские работы должны завершаться не только получением научного результата, подтверждающего возможность получения серьезного технического эффекта от внедрения предложенного

решения, но и представлением его в виде бизнес-идеи, бизнес-предложения. Такой комплексный подход позволяет продемонстрировать потенциальную выгоду для бизнеса. Проведение технико-экономических расчетов, доказывающих эффективность внедрения результатов НИР в производство, бывает затруднено вследствие неполноты или отсутствия необходимой исходной информации. В первую очередь это касается конкретных производственных условий (потребность в производственных площадях и спецоборудованиях, состав и конкретные технические характеристики технологического оборудования, используемые материалы и сырье и т.д.), а также финансовых возможностей инвестора. В отмеченных случаях целесообразна укрупненная оценка эффектив-

ности инвестиций в реализацию результатов НИР. Авторами предложено использование расчетных зависимостей показателей коммерческой эффективности от основных факторов, определяющих их величину. В качестве примера рассмотрена оценка эффективности инвестиций в организацию производства безобжигового ангидритового вяжущего и стеновых камней на его основе.

Методы

Возможность получения и использования в производстве строительных материалов безобжигового ангидритового вяжущего изучалась авторами в течение ряда лет. Результаты исследования запатентованы [1] и опубликованы [2, 3 и др.]. Они отражают основные особенности, преимущества и рациональные области применения вяжущего этого вида.

Ангидритовое вяжущее исследуется и зарубежными исследователями [4, 5]. Его получают из природного или техногенного сырья. Авторами изучен способ, предусматривающий переработку ангидритового камня, неизбежно накапливающегося в виде отходов при добыче гипсового камня.

Производство ангидритового вяжущего и строительных материалов на его основе отвечает отдельным принципам наилучших доступных технологий, т.к. является одной из разновидностей рециклинга, способствует экологизации сектора отходов [6–8].

Организация производства изделий на основе предложенного вяжущего рациональна только в составе действующих гипсовых заводов, расположенных вблизи карьеров гипсового камня.

Создание производства на стороне непривлекательно в связи с необходимостью транспортировки исходного сырья, что сопровождается повышением его стоимости и негативно отражается на технико-экономических показателях. Поэтому

в приводимом примере рассмотрен вариант размещения технологической линии по производству стеновых камней на существующих производственных площадях.

При выполнении НИР экспериментально установлены зависимости свойств гипсобетона от основных рецептурных факторов, рациональный способ и оптимальные режимы формования изделий, предложена технология производства стеновых камней на основе безобжигового ангидритового вяжущего и т.д. [9]. В завершение работы планировалось выполнение оценки экономической эффективности использования предложенной технологии.

И здесь возникает проблема с формированием ряда исходных данных, необходимых для полноценной оценки эффективности рассматриваемого технического решения и представления его в виде бизнес-предложения, имеющего инвестиционную привлекательность. Это связано с особенностями конечного результата исследований – возможностью его использования в технологии производства продукции различного вида и назначения.

Кроме того, следует учитывать, что технологические схемы производства продукции одного вида могут иметь серьезные отличия. Например – в способе организации производства (стендовый, агрегатно-поточный, конвейерный); в количестве рабочих смен; количестве постов формования и числе одновременно формируемых изделий; способах транспортирования отформованных изделий; способах сушки и типах сушильных камер и т.д.

Отмеченные особенности на данном этапе являются причиной неопределенности инвестиционного проекта, неполноты и неточности информации об условиях его реализации.

В рассматриваемом случае речь идет о внутренней неопреде-

ленности (относящейся к самому проекту), под которой понимается отсутствие конкретных данных о технологической линии: ее производительности, численности производственных рабочих, установочной мощности и стоимости технологического оборудования, стоимости производственного корпуса и спецсооружений, а следовательно – и невозможности однозначно рассчитать себестоимость выпускаемой продукции и установить потребность в инвестициях.

Их значения различны в зависимости от особенностей выбранной технологической линии и условий производства, учет которых возможен при разработке конкретных альтернативных вариантов проектных решений. В рамках выполненных научных исследований такая цель не предусматривалась.

Другие возможные причины неопределенности инвестиционного проекта (колебания рыночной конъюнктуры и цен, форс-мажорные обстоятельства, неопределенность политической и экономической ситуации, риск неблагоприятных социально-политических изменений, возможность неплатежей, банкротства и т.д.) в настоящей статье не рассматривались.

Отмеченное явилось основанием для поиска приемлемой методики оценки эффективности инвестиций в реализацию результатов НИР, базирующейся на положениях методических рекомендаций [10] и учитывающей неопределенность, неполноту исходной информации по инвестиционному проекту.

Решение поставленной задачи возможно с привлечением метода варьирования параметров, позволяющего оценивать влияние изменений значений отдельных параметров на выходные показатели проекта.

В соответствии с методическими рекомендациями [10], к числу основных показателей коммерческой эффективности инвестиций отнесены:

чистый доход – ЧД; чистый дисконтированный доход – ЧДД; индекс доходности дисконтированных затрат; индекс доходности дисконтированных инвестиций; срок окупаемости. Решение об эффективности инвестиций принимают на основе анализа результатов расчета этих показателей.

Рассматриваемое техническое решение считают эффективным, если показатели чистого дохода ЧД и чистого дисконтированного дохода ЧДД положительны, а значения индексов доходности дисконтированных затрат и дисконтированных инвестиций не меньше единицы.

Результаты и их обсуждение

Оценка показателей эффективности организации производства стеновых камней с использованием безобжигового ангидритового вяжущего выполнена на основе анализа зависимостей чистого дисконтированного дохода ЧДД и срока окупаемости инвестиций от основных факторов, определяющих их величину.

Выбор указанных показателей в качестве основных обусловлен тем, что ЧДД является обобщающим показателем эффективности проекта, а срок окупаемости всегда представляет интерес для инвесторов.

Поскольку на величину ЧДД и продолжительность срока окупаемости наиболее значимое влияние оказывают объем инвестиций и норма прибыли, эти факторы выбраны варьируемыми. Их предельные значения определены ориентировочно – исходя из анализа доступной информации об уровне цен на технологическое оборудование, исходные материалы и готовую продукцию.

В основу расчета показателей эффективности положены следующие положения и ограничения:

– Рассмотрена организация производства стеновых камней на технологической линии годовой производительностью 10 000 тыс. шт. у.к. Размещение линии условно предусмотрено в существующем производ-

ственном корпусе стоимостью 8000 тыс. руб. (с учетом стоимости спецсооружений). При сроке службы 50 лет сумма амортизационных отчислений – 160 тыс. руб.;

– Базовое изделие – камень стеновой на безобжиговом ангидритовом вяжущем размерами 390×188×190 мм, пустотностью 20,4%;

– За единицу продукции принята 1000 шт. у.к. Предельный уровень стоимости единицы продукции зафиксирован на уровне рыночной стоимости аналогичных по назначению керамзитобетонных камней на цементном вяжущем. На момент выполнения расчетов – 40 руб. за один камень (5600 руб. за 1000 шт. у.к.). Такой подход необходим для обеспечения конкурентоспособности стеновых камней на предложенном безобжиговом вяжущем;

– Проанализированы варианты организации производства, для реализации которых требуются капитальные вложения на технологическое оборудование от 20 до 80 млн руб. (табл. 1). Границы указанного

диапазона объемов капитальных вложений установлены на основе анализа цен на комплектное и некомплектное технологическое оборудование, приведенных на официальных сайтах заводов-изготовителей. Одновременно учитывалось, что потребность в оборудовании может серьезно различаться в зависимости от конкретных производственных условий и особенностей выбранной технологии изготовления стеновых камней.

Сумма амортизационных отчислений по технологическому оборудованию определена при сроке его службы 15 лет;

– Стоимость оборотных средств, учитываемая в объеме инвестиций, для всех вариантов принята равной 3000 тыс. руб.

Возможные расчетные значения себестоимости 1000 шт. у.к. установлены исходя из фиксированной цены единицы продукции при различном размере (норме) планируемой прибыли – от 10 до 50% (табл. 2), без проведения детальных расчетов по отдельным статьям затрат.

Таблица 1

Капитальные вложения и объем инвестиций

Table 1

Capital Investment and volume of investment

Показатели / Indicators	Значения показателей, тыс. руб. / Values of indicators, thousand rubles						
Капитальные вложения на технологическое оборудование / Capital investment in processing equipment	20000	30000	40000	50000	60000	70000	80000
Амортизационные отчисления по технологическому оборудованию / Depreciation charges on processing equipment	1333	2000	2827	3333	4000	4667	5333
Сумма амортизационных отчислений по производственным зданиям, спецсооружениям и технологическому оборудованию / The amount of depreciation on process building, special constructions and processing equipment	1493	2160	2987	3493	4160	4827	5493
Объем инвестиций / Volume of investment	23000	33000	43000	53000	63000	73000	83000

Estimated cost of production 1000 pcs. of conventional brick

Норма прибыли, % / Rate of return, %	Расчетная себестоимость, руб. / Estimated cost, rubles	Прибыль, руб. / Profit, rubles
10	4314	432
20	3955	791
30	3651	1095
40	3390	1356
50	3164	1582

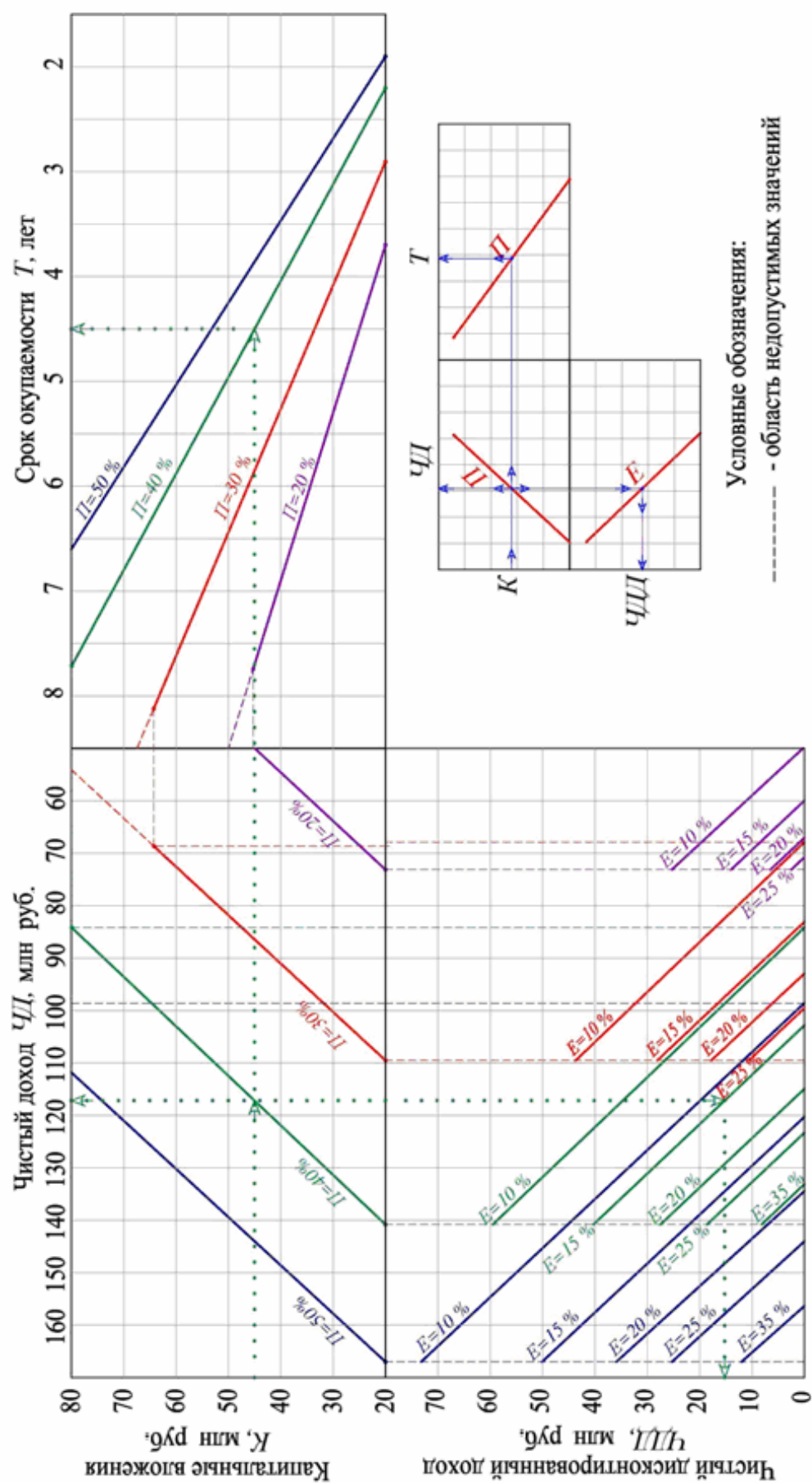
Величина НДС во всех случаях постоянна и составляет 854 руб. При вышеперечисленных ограничениях и расчетных исходных данных, приведенных в табл. 1 и табл. 2, по методике [10] определены показатели коммерческой эффективности инвестиций. Расчеты выполнены при норме дисконта $E = 15\%$. Продолжительность расчетного периода принята равной сроку полезного использования технологического оборудования – 15 годам. При норме прибыли 10% организация производства стеновых камней неэффективна при любом объеме инвестиций. Поэтому эти результаты исключены из дальнейшего рассмотрения. На рисунке в виде номограммы представлены зависимости ожидаемого чистого дисконтированного дохода ЧДД и срока окупаемости инвестиций от объема капитальных вложений (инвестиций) и нормы прибыли. Пользуясь ими, инвесторы могут исследовать функциональные зависимости без сложных технико-экономических расчетов, делать выводы о возможной привлекательности рассмотренного бизнес-предложения, принимать решение о необходимости проведения детальных расчетов с привязкой их к конкретным условиям.

Анализ полученных зависимостей позволил установить область допустимых значений нормы прибыли и объема инвестиций, при которых предложенное техническое решение можно считать финансово реализуемым. Для них значения чистого дохода ЧД и чис-

того дисконтированного дохода ЧДД положительны, а значения индексов доходности дисконтированных затрат и доходности дисконтированных инвестиций не ниже 1,0. При увеличении нормы прибыли отмечается улучшение показателей коммерческой эффективности инвестиций. Так, эффективность производства достигается при одновременном выполнении следующих условий:

- норма прибыли 20% и объем инвестиций не выше 33 млн руб.;
- норма прибыли 30% и объем инвестиций не выше 43 млн руб.;
- норма прибыли 40% и объем инвестиций не выше 53 млн руб.;
- норма прибыли 50% и объем инвестиций не выше 63 млн руб.

При норме прибыли 50% и объеме инвестиций выше 63 млн руб. техническое решение можно считать эффективным, но значения показателей коммерческой эффективности приближены к минимально допустимым (значение ЧДД близко к нулю, а индексы доходности затрат и инвестиций незначительно превышают единицу). Поэтому варианты, предусматривающие объем инвестиций выше 63 млн руб., из дальнейшего рассмотрения исключены. Последующие расчеты выполнены с учетом установленных ограничений по норме прибыли и объему капитальных вложений, определяющих границы технико-экономической эффективности рассматриваемого бизнес-предложения.



Номограмма для определения чистого дисконтированного дохода и срока окупаемости инвестиций
 Nomogram to determine net present value and the payback period of investments

В составе себестоимости можно выделить две основные составляющие: затраты на материалы (стоимость гипсобетонной смеси) и их переработку. Стоимость гипсобетонной смеси в рассматриваемых вариантах постоянна, не зависит от нормы прибыли и объема инвестиций. Она

составляет 1886 руб. При сохранении установленных ограничений (фиксированной цены единицы продукции и неизменной стоимости гипсобетонной смеси) увеличение нормы прибыли возможно только за счет уменьшения затрат на переработку (табл. 3).

Таблица 3

Затраты на переработку

Table 3

Processing costs

Норма прибыли, % / Rate of return, %	Капитальные вложения, млн руб. / Capital investment, million rubles	Расчетная себестоимость, руб. / Estimated cost, rubles	Затраты на переработку, руб. / Processing costs, rubles	Затраты на переработку за вычетом амортизационных отчислений, руб. / Processing costs without depreciation charges, rubles
20	20	3955	2069	1920
	30			1853
30	20	3651	1765	1616
	30			1549
	40			1466
40	20	3390	1504	1355
	30			1288
	40			1205
	50			1155
50	20	3164	1278	1129
	30			1062
	40			979
	50			929
	60			862

При норме прибыли 50% отмечаются самые низкие затраты на переработку и самая высокая эффективность инвестиций при любом их объеме. Но в настоящий момент не представляется возможным сделать заключение о возможности обеспечения такого низкого уровня затрат, особенно при потребности в значительных капитальных вложениях (вследствие чего увеличивается доля амортизационных отчислений в составе затрат на переработку).

Анализируя представленные на номограмме зависимости, можно сделать ряд выводов. Например, такие (при норме дисконта $E = 15\%$):

– При объеме капитальных вложений 45 млн руб. и норме прибыли 40% чистый доход составляет ~ 118 млн руб., ЧДД ~ 15 млн руб., срок окупаемости около 4,5 лет;

– При уменьшении нормы прибыли до 30% и сохранении того же объема капитальных вложений чистый доход снизится до 86 млн руб., ЧДД составит ~ 3 млн руб., срок оку-

паемости возрастет и составит ~ 5,8 лет. Известно, что при осуществлении инвестиционных проектов неизбежны инвестиционные риски, т.е. появление таких условий, которые приведут к негативным последствиям для участников проекта [11].

Основные виды риска: государственный риск, риск ненадежности участников проекта, риск неполучения предусмотренных проектом доходов. Т.к. детальный учет влияния каждого из них не представляется возможным, авторами выполнена укрупненная оценка устойчивости рассмотренного инвестиционного проекта. С этой целью дополнительно рассчитаны значения исследуемых показателей коммерческой эффективности с учетом риска в ставке дисконта E (10, 20, 25 и 35%).

При этом максимальная поправка на риск составила 20%, что согласно рекомендациям Р 50.1.103-2015 соответствует очень высокому уровню риска, предусмотренному для вложений в исследования и инновации. Полученные результаты также представлены на номограмме. При увеличении нормы дисконта отмечается значительное снижение значения ЧДД.

Применительно к рассмотренному выше примеру (объем капитальных вложений 45 млн руб. и норма прибыли 40%), при норме дисконта 20% ЧДД остается положительным, но значительно уменьшается; при норме дисконта 25% ЧДД отрицателен. При максимальной поправке на риск ($E = 35\%$) эффективной можно считать только организацию производства с низким объемом капитальных вложений (до 30 млн руб.) и высокой нормой прибыли (40 и 50%). В других случаях инвестиционный проект является неустойчивым.

Сформулированные выше выводы могут быть дополнены:

– В случае улучшения экономической ситуации (снижении нормы дисконта E до 10%) при норме прибыли 40% ЧДД увеличится до 34 млн руб.;

– При $E = 10\%$ и норме прибыли 30% организацию производства стеновых камней уже можно считать достаточно эффективной, поскольку ЧДД составит 20 млн руб.

Анализ полученных графических зависимостей позволяет сделать обоснованное заключение об эффективности предложенного технического решения и целесообразности организации бизнеса с учетом поправки на риск, а также выбрать оптимальное решение.

Выводы

Предложенная методика может использоваться при расчетах эффективности инвестиций в реализацию результатов научно-исследовательских работ, выполненных специалистами научно-исследовательских организаций, а также обучающимися в аспирантуре и магистратуре.

Направления проводимых научно-исследовательских работ значения не имеют. В каждом конкретном случае важно грамотно определить состав исходной информации, выбрать варьируемые факторы и установить интервалы их варьирования. Также эта методика применима для оценки эффективности инвестиций в реализацию альтернативных вариантов технического перевооружения производства и при разработке бизнес-планов.

Авторы планируют провести доработку предложенной методики – увязать оценку экономической эффективности с оценкой достигаемого экологического результата от внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий и мероприятий. Это позволит всесторонне, системно оценивать инвестиционный проект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2566154 Рос. Федерация. Технологическая линия для приготовления безобжигового ангидритового вяжущего / Мирская М.В., Каклюгин А.В., Трищенко И.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ростовский государственный строительный университет. № 2014110985/03; заявл. 21.03.2014; опубл. 20.10.2015, М.: Бюл. № 29. 6 с.

2. Каклюгин А.В., Козлов А.В., Мирская М.В. Получение безобжигового ангидритового вяжущего в аппаратах вихревого слоя // Известия вузов. Строительство. 2007. № 8. С. 39–43.

3. Каклюгин А.В., Трищенко И.В., Козлов А.В., Чижов А.В. Стеновые камни на основе безобжигового ангидритового вяжущего // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2016. № 3. С. 70–77. DOI: 10.21285/2227-2917-2016-3-70-77

4. C.M. Murali, Vivek Vardhan, Gabriela Rajan, G.J. Janani, N. Shifu Jajan and R. Ramya Sri. Experimental study on recycled aggregate concrete. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). ISSN: 2248-9622 www.ijera.com. Vol. 2, Issue 2, Mar-Apr 2012, pp. 407–410.

5. A. Mirza and M.A. Saif. Mechanical properties of recycled aggregate concrete incorporating silica fume, in Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies, Coventry University and The University of Wisconsin Mil-

waukee Centre for By-products Utilization, Ancona, Italy, June 2010.

6. Касторных Л.И., Трищенко И.В., Гикало М.А. Эффективность системы рециклинга на заводах товарного бетона и сборного железобетона // Строительные материалы. 2016. № 3. С. 35–39.

7. Contreras M., Teixeira S.R., Lucas M.C., Lima L.C.N., Cardoso D.S.L., da Silva G.A.C., Gregório G.C., de Souza A.E., dos Santos A. Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (brazil case-study). Construction and Building Materials. 2016, vol. 123, pp. 594–600.

8. Wang L., Xu Y., Guo J., Wang J., Qian X., Chen P. An environmentally friendly method to improve the quality of recycled concrete aggregates. Construction and Building Materials. 2017, vol. 144, pp. 432–441.

9. Каклюгин А.В., Трищенко И.В., Козлов А.В., Мирская М.В. Мелкозернистый керамзитобетон на основе безобжигового ангидритового вяжущего // Известия вузов. Строительство. 2013. № 6. С. 23–29.

10. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / М-во экономики РФ, М-во финансов РФ, ГК по строительству, архит. и жил. политике. М.: Экономика, 2000. 421 с.

11. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 5th edition. Project Management Institute, 2013. 590 p.

REFERENCES

1. Mirskaya M.V., Kaklyugin A.V., Trishchenko I.V. *Tehnologicheskaya liniya dlya prigotovleniya bezobzhigovogo angidritovogo vyazhushchego* [Technological line to prepare an unburnt anhydrite binder]. Patent RF, no. 2566154, 2015. Moscow, Byulleten' № 29 Publ., p. 6. (In Russian).

2. Kaklyugin A.V., Kozlov A.V., Mirskaya M.V. *Poluchenie bezobzhigovogo angidritovogo vyazhushchego v apparatakh vikhrevogo sloya* [Obtaining an unburnt anhydrite astringent in the apparatus of the vortex layer]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. [News of higher education institutions. Construction]. 2007, no. 8, pp. 39–43. (In Russian).

3. Kakiugin A.V., Trischenko I.V., Kozlov A.V., Chizhov A.V. *Stenovyie kamni na osnove bezobzhigovogo angidritovogo vyazhushchego* [Wall stones based on unburnt synthanite]. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* [Proceedings of Universities. Investments. Construction. Real estate]. 2016, no. 3, pp. 70–77. (In Russian). DOI: 10.21285/2227-2917-2016-3-70-77

4. C.M. Murali, Vivek Vardhan, Gabriela Rajan, G.J. Janani, N. Shifu Jajan and R. Ramya Sri. Experimental study on recycled aggregate concrete. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). ISSN: 2248-9622 www.ijera.com. Vol. 2, Issue 2, Mar-Apr 2012, pp. 407–410.

5. A. Mirza and M.A. Saif. Mechanical properties of recycled aggregate concrete incorporating silica fume, in Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies, Coventry University and The University of Wisconsin Milwaukee Centre for By-products Utilization, Ancona, Italy, June 2010.

6. Kastornykh L.I., Trishchenko I.V., Gikal M.A. *Effektivnost' sistemy retsiklinga na zavodakh tovarnogo betona i sbornogo zhelezobetona* [Efficiency of the recycling system at the ready-mix concrete and precast concrete plants]. *Stroitel'nyye materialy* [Building materials], 2016, no. 3, pp. 35–39. (In Russian).

7. Contreras M., Teixeira S.R., Lucas M.C., Lima L.C.N., Cardoso D.S.L., da Silva

G.A.C., Gregório G.C., de Souza A.E., dos Santos A. Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (brazil case-study). *Construction and Building Materials*. 2016, vol. 123, pp. 594–600.

8. Wang L., Xu Y., Guo J., Wang J., Qian X., Chen P. An environmentally friendly method to improve the quality of recycled concrete aggregates. *Construction and Building Materials*. 2017, vol. 144, pp. 432–441.

9. Kaklyugin A.V., Trishchenko I.V., Kozlov A.V., Mirskaya M.V. *Melkozernistyi keramzitobeton na osnove bezobzhigovogo angidritovogo vyazhushchego* [Fine-grained

ceramsite concrete at the basis of a non-burnt anhydrite binder]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. [News of higher education institutions. Construction]. 2013, no. 6, pp. 23–29. (In Russian).

10. *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh projektov* [Methodical recommendations to estimate the effectiveness of investment projects]. Moscow, Ekonomika Publ., 2000, 421 p. (In Russian).

11. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 5th edition. Project Management Institute, 2013. 590 p.

Критерии авторства

Трищенко И.В., Каклюгин А.В. имеют равные авторские права. Трищенко И.В. несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

Trishchenko I.V., Kaklyugin A.V. have equal author's rights. Trishchenko I.V. bears the responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.