

## REFERENCES

1. Soboleva M. G. Analysis of innovative concepts in modern economic system. European science and technology. Materials of the VI International scientific and practical conference. Munich, Germany, 2013. Vol. 1. P. 267.
2. Sergeev V. A., Kiparsky E. V., Raised D. K. Fundamentals of innovative design: textbook / under edition of the doctor of technical sciences A. Sergeev. Ulyanovsk : UISTU, 2010. 246 p.
3. Enterprise life cycle: stages and stages [Electronic resource] // BizYou.Ru. Information business resource [web-site]. URL: [http://www.bizyou.ru/management/jizneniy\\_cikl\\_organizacii\\_predpriyatiya\\_atapi\\_i\\_stadii.html](http://www.bizyou.ru/management/jizneniy_cikl_organizacii_predpriyatiya_atapi_i_stadii.html)(dateofviewing:05.04.2017). Screen title.
4. Smetanina T., Zykina O. «Standardization». Phenomenon of management, a system of rules, quality assessment. Saarbruecken: Lap Lambert academic publishing, 2016. 72 p.

**Как цитировать статью:** Сметанина Т. В., Соболева М. Г. Элементы инновационного развития организации по стадиям ее жизненного цикла // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2017. № 2 (39). С. 187–191.

**For citation:** Smetanina T. V., Soboleva M. G. The elements of the innovative development of the organization by the stages of its life cycle // Business. Education. Law. Bulletin of Volgograd Business Institute. 2017. No. 2 (39). P. 187–191.

**УДК 330.322.54**  
**ББК 65.263**

**Yatsko Vladimir Aleksandrovich**,  
candidate of technical sciences,  
associate professor of the department of Industrial management  
and economics of power engineering  
of Novosibirsk State  
Technical University,  
Novosibirsk,  
e-mail: jatsko@ngs.ru

**Kocharli Khazar Elburusogly**,  
undergraduate of the department  
of Industrial management  
and economics of power engineering  
of Novosibirsk State  
Technical University,  
Novosibirsk,  
e-mail: xazar\_2013@mail.ru

**Яцко Владимир Александрович**,  
канд. техн. наук,  
доцент кафедры Производственного менеджмента  
и экономики энергетики  
Новосибирского государственного  
технического университета,  
г. Новосибирск,  
e-mail: jatsko@ngs.ru

**Кочарли Хазар Эльбурсоглы**,  
магистрант кафедры  
Производственного менеджмента  
и экономики энергетики  
Новосибирского государственного  
технического университета,  
г. Новосибирск,  
e-mail: xazar\_2013@mail.ru

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ

### COMPARATIVE ANALYSIS OF INVESTMENT PROJECTS OF DIFFERENT DURATION

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики  
08.00.13 – Mathematical and instrumental methods of economics

*В статье выполнен сравнительный анализ различных методов анализа инвестиционных проектов различной продолжительности. Рассмотрены достоинства и недостатки известных методов расчета чистого дисконтированного дохода для случая анализа инвестиционных проектов различной продолжительности. Предложен вариант метода эквивалентного аннуитета с использованием срочного непрерывного аннуитета, позволяющий решить задачу сравнения проектов в самом общем случае. Введена в рассмотрение матричная модель для сравнения проектов различной продолжительности. Показано, что для большинства известных методов сравнения проектов матрица обладает свойством инвариантности к выбору метода сравнения.*

*A comparative analysis of different methods of analysis of investment projects of different duration. The advantages and disadvantages of the known methods of calculation of the net present value for the case of the analysis of investment projects of different duration are examined. An option of the method of equivalent annuity using continuous term annuity is proposed, which allows solving the problem of comparison of the projects in the most general case. We introduce the matrix model for comparison of the projects of different duration. It is shown that for the most projects' comparison methods, the matrix has the property of invariance to the choice of the method of comparison.*

*Ключевые слова:* проекты различной продолжительности, методы цепного повтора, метод эквивалентного аннуитета, матричная модель, дисконтированный доход, матрица сравнения инвестиционных проектов, метод бесконечного цепного повтора, метод эквивалентного аннуитета, окупаемость.

*Keywords:* projects of different duration, replacement-chain methods, equivalent annuity method, matrix model, discounted income, comparison matrix of investment projects, an infinite chain repeat method, an equivalent annuity method, payback.

### Введение

При анализе инвестиционных проектов наиболее часто используют показатели чистого дисконтированного дохода  $NPV$ , индекса доходности  $PI$ , внутренней нормы доходности  $IRR$  и дисконтированного срока окупаемости  $PBP$ . Практически все из перечисленных показателей (за исключением чистого дисконтированного дохода  $NPV$ ) можно использовать при анализе проектов различной продолжительности. К сожалению, существует проблема несопоставимости показателя чистого дисконтированного дохода  $NPV$  при сравнении проектов различной продолжительности. Для решения указанной проблемы был предложен целый ряд методов (метод цепного повтора, метод бесконечного цепного повтора, метод эквивалентного аннуитета и др.) [1; 2]. Фактически многие из этих методов эквивалентны, так как они дают практически идентичные результаты в плане выбора наиболее эффективного проекта. Хотя с практической точки зрения эти методы позволяют корректно решать данную проблему, однако в общем случае (например, при ставке дисконтирования равной нулю, при длительности проекта выраженной в виде иррационального числа) данные методы оказываются неработоспособными. Кроме того, используемый в известных методах показатель «модифицированного  $NPV$ » был получен при нереалистичных предположениях о многократном повторении одного и того же инвестиционного проекта, что в конечном итоге приводит к тому, что рассчитанное значение «модифицированного  $NPV$ » завышено и не имеет практического значения.

**Актуальна** задача разработки единого универсального метода анализа инвестиционных проектов различной продолжительности, позволяющего решать указанную задачу в наиболее общем случае. Кроме того, введение в рассмотрение показателя среднегодового чистого дисконтированного дохода позволит повысить наглядность сравнительного анализа инвестиционных проектов (даже безотносительно проектов различной продолжительности).

**Целью** данной работы является разработка универсального метода анализа инвестиционных проектов различной продолжительности, являющегося обобщением известных методов решения указанной проблемы.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие основные **задачи**:

- проанализировать достоинства и недостатки существующих подходов к анализу инвестиционных проектов различной продолжительности;
- на основе использования непрерывного аннуитета разработать метод расчета среднегодового чистого дисконтированного дохода проекта;
- разработать универсальную матричную модель анализа проектов различной продолжительности.

**Объектом** исследования являются методы анализа инвестиционных проектов различной продолжительности.

### Основной материал статьи

В настоящее время предложен ряд методов расчета показателей эффективности инвестиционных проектов, обеспечивающих их корректное сопоставление. В рамках данной работы ограничимся рассмотрением четырех основных показателей эффективности проектов, рассчитываемых при использовании динамических методов инвестиционного анализа: чистый дисконтированный доход ( $NPV$ ), внутренняя норма доходности ( $IRR$ ), индекс доходности ( $PI$ ) и дисконтированный срок окупаемости ( $DPP$ ).

Можно отметить, что для относительных показателей эффективности проектов  $IRR$  и  $PI$  не существует никаких различий при анализе альтернативных проектов с различной продолжительностью по сравнению с анализом проектов одинаковой продолжительности [1; 2]. Более предпочтительным является проект с большими значениями показателей  $IRR$  и  $PI$ . Похожая ситуация встречается при использовании показателя  $DPP$  — предпочтительным является тот проект, который обеспечивает меньший дисконтированный срок окупаемости безотносительно длительности самого инвестиционного проекта [3].

Для случая чистого дисконтированного дохода  $NPV$  ситуация выбора более эффективного проекта существенно усложняется. В большинстве руководств по инвестиционному анализу рассматривается три метода расчета модифицированного показателя  $NPV$  [1; 3; 4].

1. Метод цепного повтора.

$$NPV_M(n_A, T_A) = NPV(T_A) \left( \frac{1 - (1 + e)^{-n_A T_A}}{1 - (1 + e)^{-T_A}} \right), \quad (1)$$

где  $T_A$  — продолжительность проекта А;  $NPV(T_A)$  — чистый дисконтированный доход исходного проекта А;  $n_A$  — число повторений проекта А;  $e$  — ставка дисконтирования.

2. Метод бесконечного цепного повтора.

$$NPV_M(\infty, T_A) = NPV(T_A) \frac{1}{1 - (1 + e)^{-T_A}}. \quad (2)$$

3. Метод эквивалентного аннуитета.

$$A_A = \frac{P_A}{e} = NPV(T_A) \frac{1}{1 - (1 + e)^{-T_A}}, \quad (3)$$

где  $A_A$  — современная стоимость бессрочного аннуитета с платежами  $P_A$ .

Первые два метода предполагают, что рассматриваемые инвестиционные проекты гипотетически будут многократно последовательно реализовываться друг за другом таким образом, чтобы общие продолжительности гипотетических проектов были одинаковыми. В случае метода бесконечного цепного повтора предполагается, что анализируемый проект повторяется бесконечное число раз. Предпочтительным считается проект, для которого больше значения  $NPV$  соответствующего гипотетического проекта [5].

В случае использования метода эквивалентного аннуитета производится замена чистого денежного потока проекта на эквивалентный (с точки зрения значения  $NPV$ ) бессрочный аннуитет с дискретными платежами постнумерандо таким образом, чтобы современная стоимость бессрочного аннуитета была равна значению  $NPV$  исходного проекта. Проект, имеющий большее значение современной стоимости эквивалентного аннуитета является предпочтительным.

Анализ этих трех методов показывает, что при сравнении различных инвестиционных проектов эти методы приводят к одинаковым результатам в плане выбора наиболее эффективного проекта. А для метода бесконечного цепного повтора и метода эквивалентного аннуитета даже совпадают получаемые числовые результаты. Таким образом, данные методы практически дублируют друг друга. Кроме того, значения показателей, рассчитываемых при использовании этих методов ( $NPV$  гипотетического повторяющегося проекта или современная стоимость эквивалентного аннуитета), существенно отличаются от значений  $NPV$  исходного проекта. Таким образом, у инвестиционного аналитика может создаваться ложное представление о масштабности эквивалентного проекта, тогда как значение  $NPV$  исходного проекта значительно меньше [6].

Кроме того, при ставке дисконтирования  $e$ , стремящейся к нулю, величина модифицированного показателя  $NPV$  в формулах (2) и (3) стремится к бесконечности. Справедливости ради отметим, что в случае формулы (1) модифицированный  $NPV$  при  $e$ , стремящейся к нулю, стремится к конечной величине  $n_A \times NPV(T_A)$ .

Другой очевидный недостаток рассмотренных методов заключается в искусственности сконструированных гипотетических проектов или бесконечного эквивалентного аннуитета. На практике трудно себе представить, что один и тот же проект будет повторяться многократно при одних и тех же размерах инвестиций и ожидаемых доходов, при неизменных условиях реализации проектов (уровень инфляции, банковские ставки, курсы валют и т. д.). Поэтому не удивительно, что в результате рассмотрения этих методов в [2] делается вывод о том, «...при высокой неопределенности исходных данных по проектам можно не учитывать различную продолжительность проектов».

В качестве другого недостатка рассматриваемых методов можно указать то, что неявно предполагается целочисленность величины продолжительности проекта  $T_A$ . С практической точки зрения это справедливо, так как в действительности проекты обычно продолжаются целое число лет (два года, три года и т. д.). Однако с формальной точки зрения продолжительность проекта  $T_A$  может оказаться, например, иррациональным числом, и тогда метод цепного повтора вынужденно превращается в метод бесконечного цепного повтора. В случае иррациональности величины  $T_A$  также возникает проблема конструирования бессрочного аннуитета постнумерандо, так как данная модель аннуитета предполагает ежегодные дискретные платежи.

Чтобы преодолеть данное формальное затруднение, связанное с использованием известных методов анализа проектов различной продолжительности, вместо бессрочного аннуитета с дискретными платежами постнумерандо рассмотрим срочный аннуитет на срок  $T_A$  с непрерывными платежами. Тогда, приравняв чистый дисконтированный доход проекта к современной стоимости срочного аннуитета на срок  $T_A$  с непрерывными платежами, получим:

$$NPV(T_A) = \int_0^{T_A} \frac{P_A}{(1+e)^t} dt. \tag{4}$$

Отсюда получаем величину непрерывного платежа срочного аннуитета:

$$P_A = NPV(T_A) \frac{\ln(1+e)}{1 - (1+e)^{-T_A}}. \tag{5}$$

Данный показатель можно интерпретировать как некоторый среднегодовой чистый дисконтированный доход и использовать в качестве критерия при выборе оптимального инвестиционного проекта. Отметим очевидные преимущества использования этого показателя:

- 1) при конструировании данного показателя не выдвигается гипотетических предположений о многократном последовательном повторе инвестиционного проекта;
- 2) в качестве продолжительности проекта  $T_A$  может выступать любое неотрицательное действительное число;
- 3) при ставке дисконтирования  $e$ , стремящейся к нулю, величина  $P_A$  сходится к конечному значению  $NPV(T_A)/T_A$ .

Чтобы решить существующую проблему множественности подходов к анализу чистого дисконтированного дохода проектов различной продолжительности, введем в рассмотрение матрицу сравнения эффективности инвестиционных проектов  $C$ . Пусть анализируется  $N$  различных инвестиционных проектов. Тогда:

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & \dots & c_{1N} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{N1} & \dots & c_{NN} \end{pmatrix}, \tag{6}$$

где  $c_{ij}$  — частное от деления некоторого модифицированного показателя  $NPV$  (например, рассчитанного согласно (1), (2), (3) или (5)) для  $i$ -го проекта на соответствующий показатель для  $j$ -го проекта.

Легко можно показать, что матрица сравнения проектов  $C$  не зависит от выбора рассмотренных выше методов расчета модифицированного  $NPV$  и имеет вид:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 1/c_{21} & \dots & 1/c_{N1} \\ c_{21} & 1 & \dots & 1/c_{N2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{N1} & c_{N2} & \dots & 1 \end{pmatrix}, \tag{7}$$

где  $c_{ij} = \frac{NPV(T_i)}{NPV(T_j)} \times \frac{1 - (1+e)^{-T_j}}{1 - (1+e)^{-T_i}}$ .

В частности, при  $e = 0$ ,  $c_{ij} = \frac{NPV(T_i)}{NPV(T_j)} \times \frac{T_j}{T_i}$ .

Таким образом, элементы матрицы  $C$  представляют собой относительные показатели эффективности инвестиционных проектов по чистому дисконтированному доходу.

Наиболее эффективный проект соответствует строке с максимальным значением  $c_{ij}$  или, что то же самое,— столбцу с минимальным значением  $c_{ij}$ . Очевидно, что на практике достаточно рассчитать только нижнюю треугольную матрицу либо только верхнюю треугольную матрицу.

В результате использования предлагаемой матрицы сравнения эффективности инвестиционных проектов отпадает необходимость в рассмотрении различных методов сравнения проектов различной продолжительности, так как данная матрица демонстрирует свойство инвариантности к выбору конкретной формулы для расчета показателя модифицированного *NPV*.

### Заключение

Предлагаемый в данной работе показатель среднегодового чистого дисконтированного дохода (5) может быть использован не только для анализа эффективности

инвестиционных проектов различной продолжительности, но также может применяться при анализе любых проектов, расширяя линейку традиционных показателей эффективности инвестиций. При этом рассматриваемый показатель обладает рядом преимуществ по сравнению с известными подходами к анализу проектов различной продолжительности.

Введенная в рассмотрение матрица сравнения инвестиционных проектов представляет собой унифицированный инструмент выбора наиболее эффективного проекта вне зависимости от продолжительности проектов. Данная матрица позволяет единообразно проводить сравнительный анализ проектов различной продолжительности, в известной мере обобщая все использованные ранее методы расчета показателей чистого дисконтированного дохода.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Comparing Projects With Unequal Lives. Corporate Finance [Электронный ресурс] // Investopedia, LLC. URL: <http://www.investopedia.com/exam-guide/cfa-level-1/corporate-finance/comparing-projects-unequal-lives.asp> (дата обращения: 01.02.2017).
2. Ковалев В. В. Финансовый менеджмент. Теория и практика. М. : Проспект, 2010. 1024 с.
3. Чернов С. С. Оценка влияния источников финансирования на интегральные показатели проектов энергосбережения // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2014. № 3 (28). С. 178–182.
4. Чернов С. С., Суханов И. С. Вопросы оценки эффективности реализации социально значимых проектов // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2016. № 4 (37). С. 92–97.
5. Чернов С. С., Фильченкова М. В. Специфика целевых инвестиций в энергетике // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2015. № 3 (32). С. 105–109.
6. Кочарли Х. Э., Яцко В. А. Сравнительный анализ показателей доходности инвестиционных проектов // Сб. науч. трудов «Наука. Технологии. Инновации». Новосибирский государственный технический университет. 2016. С. 440–442.

### REFERENCES

1. Comparing Projects with Unequal Lives. Corporate Finance [Electronic resource] // Investopedia, LLC. URL: <http://www.investopedia.com/exam-guide/cfa-level-1/corporate-finance/comparing-projects-unequal-lives.asp>. (date of viewing: 01.02.2017).
2. Kovalev V. V. Financial management. Theory and practice. M. : Prospect, 2010. 1024 p.
3. Chernov S. S. Evaluation of the impact of funding sources on the integrated energy efficiency projects // Business indicators. Education. Law. Bulletin of Volgograd Business Institute. 2014. No. 3 (28). P. 178–182.
4. Chernov S. S., Sukhanov I. S. Issues for evaluating effectiveness of the social projects implementation. // Business. Education. Law. Bulletin of Volgograd Business Institute. 2016. No. 4 (37). P. 92–97.
5. Chernov S. S., Filchenkova M. V. The specifics of targeted investments in energy // Business. Education. Law. Bulletin of Volgograd Business Institute. 2015. No. 3 (32). P. 105–109.
6. Kocharli K. E., Yatsko V. A. Comparative analysis of returns on investment projects // Collected of Scientific Papers: «Science. Technology. Innovations» Novosibirsk State Technical University. 2016. P. 440–442.

**Как цитировать статью:** Яцко В. А., Кочарли Х. Э. Сравнительный анализ инвестиционных проектов различной продолжительности // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2017. № 2 (39). С. 191–194.

**For citation:** Yatsko V. A., Kocharli Kh. E. Comparative analysis of investment projects of different duration // Business. Education. Law. Bulletin of Volgograd Business Institute. 2017. No. 2 (39). P. 191–194.