

УДК 330.42

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИЕВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ**

***Птицын С. Д.***

*Магистрант 1-го курса*

*Самарский государственный национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва,*

*Самара, Россия*

***Хромова А. В.***

*Магистрант 1-го курса*

*Самарский государственный национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва,*

*Самара, Россия*

**Аннотация**

На настоящий момент для промышленных предприятий актуальным является вопрос перераспределения денежных ресурсов в новые источники дохода. В работе описывается пример реализации модели перераспределения денежных ресурсов на основе расчета коэффициентов экономической эффективности проектов. В качестве критериев оптимальности инвестиционного проекта выступают чистый дисконтированный доход, индекс рентабельности инвестиций и срок окупаемости проекта. Проведен анализ эффективности исходя из заданных исходных данных и финансовых потоков. На примере проведения 4 инвестиционных проектов, осуществлён выбор наиболее оптимального.

**Ключевые слова:** экономико-математическая модель, эффективность проектов,  
Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

чистый денежный поток, индекс рентабельности инвестиций, срок окупаемости.

***DEFINITION OF THE OPTIMAL INVESTMENT PROJECT USING  
CRITERIA OF ECONOMIC EFFICIENCY***

***Ptitsyn S. D.***

*1st year undergraduate*

*Samara State National Research University named after S.P. Korolev,*

*Samara, Russia*

***Khromova A. V.***

*1st year undergraduate*

*Samara State National Research University named after S.P. Korolev,*

*Samara, Russia*

**Abstract**

At the moment, for industrial enterprises, the issue of redistributing cash resources to new sources of income is relevant. The paper describes an example of the implementation of the model of redistribution of monetary resources based on the calculation of the coefficients of economic efficiency of projects. The criteria for optimality of the investment project are the net present value, return on investment index and the payback period of the project. The analysis of efficiency is carried out on the basis of the given initial data and financial flows. Using 4 investment projects as an example, the most optimal one has been selected.

**Keywords:** economic and mathematical model, project efficiency, net cash flow, return on investment index, payback period.

В отечественной экономике наблюдается ухудшение благосостояния предприятий. Одной из причин данной ситуации служит отсутствие  
Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

перераспределение накопленной денежной массы в прочие источники финансирования, что и приводит к снижению суммы чистой прибыли.

Источником перераспределения денежных средств служат вложения в инвестиционные проекты, которые позволяют компаниям находить новые источники дохода и повышать их благосостояние. Так как денежные ресурсы предприятия не застаиваются на счетах, то предприятия получают дополнительный экономический эффект в виде прироста прибыли от инвестиционной деятельности.

В поиске максимальной прибыли от инвестиций возникает задача нахождения оптимального инвестиционного проекта. С целью выбора наилучшего вложения следует применить экономико-математическую модель, основанную на нахождении нормализованных критериев эффективности и их оценок.

Рассмотрим четыре инвестиционных проектов. На их примере применим экономико-математическую модель, произведем выбор наиболее оптимального. Критериями оптимальности инвестиционного проекта являются чистый дисконтированный доход, индекс рентабельности инвестиций и срок окупаемости проекта [8].

Первый проект. Проведем анализ эффективности проекта, исходя из заданных исходных данных и финансовых потоков, представленных в таблице 1. Ставка дисконтирования определена по формуле Ирвинга Фишера [9]:

$$r = (j_b + 1) \times (j_u + 1) - 1 = (0,097 + 1) \times (0,073 + 1) - 1 = 0,18,$$

где  $j_b$  – средняя ставка по банковским депозитам;

$j_u$  – индекс инфляции.

Объем инвестирования составил 15 000 000 рублей.

Начало проекта 2020 год, проект рассчитан на 6 лет.

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} = \sum_{n=1}^6 \frac{P_t}{(1+0,18)^6} = 52\,464\,038,4 \text{ руб.}$$

$$NPV = \sum_{n=1}^t \frac{P_t}{(1+r)^t} - I = 195\,822\,855 - 15\,000\,000 = 180\,822\,885 \text{ руб.}$$

где CF – чистый денежный поток;

I – величина исходной инвестиции;

R – ставка дисконтирования.

Таблица 1 - Исходные данные для проведения анализа первого проекта

	Год						
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
t	0	1	2	3	4	5	6
P <sub>t</sub> , руб.	-15 000 000	35 060 827	43 419 107	53 245 347	64 784 020	78 309 172	94 149 905
PV, руб.	0	29 712 565	31 182 926	32 406 762	33 414 877	34 229 661	34 876 094

Полученный чистый приведенный доход больше нуля. Это означает, что проект следует принять.

Экономический показатель NPV отражает прогнозную оценку изменения экономического потенциала предприятия в случае реализации проекта; представляет собой доход от проекта, если капиталовложения осуществляются за счет заемных средств, причем ссуда выдана под ставку r. Показатель аддитивен, то есть NPV различных проектов можно суммировать, что позволяет использовать его при анализе оптимальности инвестиционного портфеля. Абсолютная величина NPV зависит от выбора момента времени оценки. При увеличении ставки дисконтирования величина NPV снижается [10].

Произведем расчет индекса рентабельности инвестиций по формуле:

$$PI = \frac{1}{I} \times \sum_{n=1}^n \frac{P_t}{(1+r)^n} = \frac{1}{15\,000\,000} \times 195\,822\,885 = 13,05.$$

Полученный индекс рентабельности больше единицы, поэтому проект следует принять, так как он является прибыльным: на один рубль инвестированных в проект денежных средств приходится 13,05 рублей получаемых денежных средств [5].

Проведем расчет срока окупаемости проекта и определим целую часть  $m$  срока окупаемости, полученные данные представим в таблице 2.

$$A_m = \sum_{m=1}^m \frac{P_t - I_n}{(1+r)^m}.$$

Таблица 2 - Расчет срока окупаемости первого проекта

	Год						
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
t	0	1	2	3	4	5	6
PV, руб.	0	29 712 565	31 182 926	32 406 762	33 414 877	34 229 661	34 876 094
Pt, руб.	-15 000 000	35 060 827	43 419 107	53 245 347	64 784 020	78 309 172	94 149 905
Am, руб.	0	29 712 491	60895 491	93 302 254	126 717 130	160 946 791	195 822 885

Исходя из полученных данных видно, что инвестиции полностью окупаются в 2021 году, что соответствует первому году реализации проекта, т.к. значение  $A_m$  в этом периоде положительно. Теперь определим точное значение срока окупаемости (с учетом долей года) по формуле:

$$T_{ok}^A = m + \frac{\sum \frac{I_n}{(1+r)^n}}{(P_{m+1} - I_{m+1}) \times (1+r)^{-(m+1)}}.$$

$$T_{ok} = 1 + \frac{\frac{15\,000\,000}{(1 + 0,18)^1} - 29\,712\,565}{(60\,895\,491 - 0) \times (1 + 0,18)^{-(1+1)}} = 0,61 \text{ года.}$$

Полученные критерии оценки первого инвестиционного проекта представим в таблице 3.

Таблица 3 - Итог анализа первого проекта

Критерий	Значение
NPV, руб.	180 822 885
PI	13,05
Ток, лет	0,61

Второй проект. Данный проект заключается в покупке акций «Объединённой авиастроительной корпорации», с целью получения прибыли в долгосрочном периоде. Годовой рост котировок составляет 188%. Стоимость одной акции на май 2016 года составляет 0,51 руб. за штуку. Рыночная капитализация компании составляет 257,89 млрд. руб. Было решено приобрести акции на 10 000 тыс. руб. Денежные потоки будут рассчитаны исходя из условия, что держателю акций будет выплачиваться дивиденд. Проанализировав динамику выплаты дивидендов, было выявлено увеличение выплат с каждым годом на 1,9% каждому участнику. Исходные данные представлены в таблице 4. Срок проекта рассчитан на 10 лет [4].

Таблица 4 - Исходные данные для проведения анализа второго проекта

	Год										
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P <sub>t</sub> , руб.	-10 000 000	2 789 412	2 842 411	2 896 417	2 951 449	3 007 526	3 064 669	3 122 898	3 182 233	3 242 695	3 304 306
PV, руб.	0	2 363 908	2 041 375	1 762 849	1 522 324	1 314 617	1 135 250	980 356	846 595	731 085	631 336

Проведем анализ критериев эффективности второго инвестиционного проекта.

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} = \sum_{n=1}^{10} \frac{P_t}{(1+0,18)^t} = 13\,329\,696 \text{ руб.}$$

$$NPV = \sum_{n=1}^t \frac{P_t}{(1+r)^t} - I = 13\,329\,696 - 10\,000\,000 = 3\,329\,696 \text{ руб.}$$

$$PI = \frac{1}{I} \times \sum_{n=1}^n \frac{P_t}{(1+r)^n} = \frac{1}{10\,000\,000} \times 13\,329\,696 = 1,33.$$

В таблице 5 отобразим параметры для расчета срока окупаемости.

Таблица 5- Расчет срока окупаемости второго проекта

	Год										
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PV, руб.	0	2 363 908	2 041 375	1 762 849	1 522 324	1 314 617	1 135 250	980 356	846 59 5	731 085	631 336
Pt	-10 000	2 789 412	2 842 411	2 896 417	2 951 449	3 007 526	3 064 669	3 122 898	3 182 233	3 242 695	3 304 306
Am	0	2 363 908	4 405 284	6 168 132	7 690 457	9 005 074	10 140 324	11 120 680	11 967 275	12 698 361	13 329 696

$$T_{ok} = 1 + \frac{\frac{10\,000\,000}{(1+0,18)^1} - 2\,363\,908}{(4\,405\,284 - 0) \times (1+0,18)^{-(6+1)}} = 5,99 \text{ лет.}$$

Полученные критерии оценки первого инвестиционного проекта представим в таблице 6.

Таблица 6 - Итог анализа второго проекта

Критерий	Значение
NPV, руб.	3 329 696
PI	1,33
Ток, лет	5,99

Третий проект. Третий инвестиционный проект заключается в инвестировании предприятия в научно-конструкторскую деятельность, то есть

разработка патентов и технологий, и последующая их продажа. Покупателями будут являться производственные предприятия, занимающиеся конструкторской деятельностью в области авиастроения. Инвестиции будут составлять 2 000 000 рублей, проект рассчитан на 5 лет. В течении 5 лет предприятие будет выпускать нематериальные активы и сразу же выставлять их на полную продажу, показатель  $P_t$ , в исходных данных, есть ничто иное, как денежный поток от продажи прав интеллектуальной собственности. Темп роста продаж интеллектуальной собственности составляет 18% [2].

Таблица 7 - Исходные данные для проведения анализа третьего проекта

	Год					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
t	0	1	2	3	4	5
$P_t$ , руб.	-2 000 000	5 708 000	6 735 440	6 863 413	6 993 818	7 126 701
PV, руб.	0	4 837 288	4 837 288	4 177 285	3 607 334	3 115 147

Проведем анализ критериев эффективности третьего инвестиционного проекта.

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} = \sum_{n=1}^{10} \frac{P_t}{(1+0,18)^t} = 20\,574\,342 \text{ руб.}$$

$$NPV = \sum_{n=1}^t \frac{P_t}{(1+r)^t} - I = 20\,574\,342 - 2\,000\,000 = 18\,574\,342 \text{ руб.}$$

$$PI = \frac{1}{I} \times \sum_{n=1}^n \frac{P_t}{(1+r)^n} = \frac{1}{2\,000\,000} \times 20\,574\,342 = 10,28.$$

В таблице 8 отобразим параметры для расчета срока окупаемости.

Таблица 8 - Расчет срока окупаемости третьего проекта

	Год					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
t	0	1	2	3	4	5



PV, руб.	0	4 837 288	4 837 288	4 177 285	3 607 334	3 115 147
Pt	-20 000 000	5 708 000	6 375 440	6 863 413	6 993 818	7 126 701
Am	0	4 837 288	9 674 576	13 851 862	17 459 195	20 574 343

$$T_{ок} = 1 + \frac{\frac{20\,000\,000}{(1 + 0,18)^1} - 1\,404\,237}{(2\,808\,475 - 0) \times (1 + 0,18)^{-(1+1)}} = 0,55 \text{ лет.}$$

Полученные критерии оценки третьего инвестиционного проекта представим в таблице 9.

Таблица 9 - Итог анализа третьего проекта

Критерий	Значение
NPV, руб.	20 574 342
PI	10,8
Ток, лет	0,55

Четвертый проект. Четвертый проект заключается в разработке и выпуске нового, технологичного оборудования, для производства компонентов двигателя летательных аппаратов и последующая продажа данного оборудования. Для данного проекта объем финансирования будет составлять 20 000 000 рублей, срок реализации проекта 10 лет. Поток платежей от реализации проекта представим в таблице 10 [3].

Таблица 10 - Исходные данные для проведения анализа четвертого проекта

	Год										
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P <sub>t</sub> , руб.	- 20 000 000	13 000 000	16 250 000	16 558 750	16 873 366	17 193 960	17 520 645	17 853 538	18 192 755	18 538 417	18 890 647
PV, руб.	0	11 016 949	11 670 497	10 078 166	8 703 095	7 515 638	6 490 200	5 604 672	4 839 967	4 179 599	3 609 331

Проведем анализ критериев эффективности четвертого инвестиционного проекта.

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} = \sum_{n=1}^{10} \frac{P_t}{(1+0,18)^t} = 73\,708\,115 \text{ руб.}$$

$$NPV = \sum_{n=1}^t \frac{P_t}{(1+r)^t} - I = 73\,708\,115 - 20\,000\,000 = 53\,708\,115 \text{ руб.}$$

$$PI = \frac{1}{I} \times \sum_{n=1}^n \frac{P_t}{(1+r)^n} = \frac{1}{20\,000\,000} \times 73\,708\,115 = 3,68.$$

В таблице 11 отобразим параметры для расчета срока окупаемости.

Таблица 11 - Расчет срока окупаемости четвертого проекта

	Год										
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pt	-20 000 000	13 00 0 000	16 25 0 000	16 558 750	16 87 3 366	17 19 3 960	17 520 645	17 853 538	18 19 2 755	18 53 8 417	18 89 0 647
PV, руб.	0	11 01 6 949	11 67 0 497	10 078 166	8 703 095	7 515 638	6 490 200	5 604 672	4 839 967	4 179 599	3 609 331
Am	0	13 00 0 000	29 25 0 000	45 808 750	62 68 2 116	79 87 6 076	97 396 722	115 25 0 260	133 4 43 015	151 9 81 432	170 8 72 079

$$T_{ок} = 1 + \frac{\frac{20\,000\,000}{(1+0,18)^1} - 13\,000\,000}{(29\,250\,000 - 0) \times (1+0,18)^{-(2+1)}} = 1,19 \text{ лет.}$$

Полученные критерии оценки четвертого инвестиционного проекта представим в таблице 12.

Таблица 12 - Итог анализа четвертого проекта

Критерий	Значение
NPV, руб.	23 708 115
PI	3,68
Ток, лет	1,19

Теперь, когда был проведен анализ критериев четырех проектов, сформируем таблицу 13 сводного анализа  $X_i$  критерия.

Таблица 13 - Сводные критерии по четырем проектам

Критерий	№ проекта			
	ИП 1	ИП 2	ИП 3	ИП4
NPV, руб.	180 822 885	3 329 626	20 574 342	53 708 115
PI	13,05	1,33	10,8	3,68
Ток, лет	0,61	5,99	0,55	2,43

Теперь составим граф инвестиционных проектов, отразим в вершинах графа критерии:

$$Z1\{NPV = 180,82 \text{ млн. руб.}; PI = 13,05; Tok = 0,61\},$$

$$Z2\{NPV = 3,33 \text{ млн. руб.}; PI = 1,33; Tok = 5,99\},$$

$$Z3\{NPV = 20,57 \text{ млн. руб.}; PI = 10,8; Tok = 0,55\},$$

$$Z4\{NPV = 53,71 \text{ млн. руб.}; PI = 3,68; Tok = 1,19\}.$$

Применим разработанную математическую модель и произведем выбор наилучшего проекта, для этого произведем нормализацию критериев, это необходимо для приведения их к общему экономическому смыслу.

Проведем нормализацию критериев по всем проектам, полученные результаты запишем в таблицу 14.

Таблица 14 - Расчет параметров нормализации для каждого критерия

Нормализованный критерий NPV i-го проекта	Значение	Нормализованный критерий PI i-го проекта	Значение	Нормализованный критерий Ток i-го проекта	Значение
X1Z1	1	X2Z1	1	X3Z1	0,99
X1Z2	0	X2Z2	0	X3Z2	0
X1Z3	0,10	X2Z3	0,81	X3Z3	1
X1Z4	0,11	X2Z4	0,20	X3Z4	0,88

Теперь необходимо произвести оценку параметров, для этого введем переменную  $Y_k$ . Данный коэффициент служит для определения удельного веса критерия [6]. Оценка будет дана логически, исходя из условия оптимальности:

$$NPV_{opt} \rightarrow \max,$$

$$PI_{opt} \rightarrow \max,$$

$$Tok_{opt} \rightarrow \min.$$

Оценки выставляются логически от 1 до 4. В таблице 15 представлены результаты оценок.

Таблица 15 - Оценка критериев

Нормализованный критерий NPV i-го проекта	Значение	Оценка	Нормализованный критерий PI i-го проекта	Значение	Оценка	Нормализованный критерий Ток i-го проекта	Значение	Оценка
X1Z1	1	4	X2Z1	1	4	X3Z1	0,99	3
X1Z2	0	1	X2Z2	0	1	X3Z2	0	1
X1Z3	0,10	2	X2Z3	0,81	3	X3Z3	1	4
X1Z4	0,11	3	X2Z4	0,20	2	X3Z4	0,88	2

Произведем нахождение оптимального проекта, путем умножения нормализованного критерия на коэффициент оценки:

$$Z1 = 1 \times 4 + 1 \times 4 + 0,99 \times 3 = 10,97,$$

$$Z2 = 0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 1 = 0,$$

$$Z3 = 0,10 \times 3 + 0,81 \times 3 + 1 \times 4 = 6,73,$$

$$Z4 = 0,11 \times 3 + 0,20 \times 2 + 0,88 \times 2 = 2,49.$$

Теперь, когда определены коэффициенты нормализации критериев и расставлены оценки, произведем расчет целевой функции. Целевая функция есть

наша математическая модель, определяющая оптимальный инвестиционный проект из ряда представленных [1].

$$\text{ИП}_i^{\text{opt}} = \sum_{k=1}^K \overline{X}_{ik} \times Y_k = (1 \times 4 + 1 \times 4 + 0,99 \times 3) = 10,97,$$

где  $\overline{X}_k$  – коэффициент нормирования k-го критерия;

$Y_k$  – коэффициент оценки, определяющий удельный вес k-критерия.

Проведя алгоритм выбора оптимального инвестиционного проекта, было выявлено, что основными критериями в выборе проекта являются такие характеристики как чистый дисконтированный доход, индекс рентабельности инвестиции и срок окупаемости. Определив критерии эффективности, было установлено, при каких значениях данных параметров инвестиционный проект является максимально привлекательным, после чего был проведен расчет коэффициента нормирования критерия и установлены относительные оценки этих критериев. Произведя подсчет целевой функции, было выявлено что самым оптимальным проектом является проект под номером 1, так как его значение целевой функции максимально по сравнению с другими. Целевая функция оптимального проекта равна 10,97, а его параметры NPV=180,82 млн. руб., PI=13,05, Ток=0,6. Потратив на реализацию данного проекта 15 000 000 рублей, будет получено на 13,05 денежных средств больше, а это 19 575 0000 рублей [7].

Таким образом, в проведённом исследовании была применена математической модель нахождения оптимального инвестиционного проекта, основанная на нахождении нормализованных критериев эффективности и их оценок.

При реализации экономико-математической модели достигается положительный эффект в виде сокращения времени анализа перспектив проектов, а также сводится к минимуму возможные ошибки при произведении расчетов. Оптимизировав процесс перераспределения денежных потоков,

предприятия могут получить возможность принимать максимально взвешенные стратегические решения и тем самым укрепить свою позицию на рынке.

### **Библиографический список:**

1. Городничев П. Н. Финансовое и инвестиционное прогнозирование. – М.: Экзамен, 2009.
2. Дэниел Л. ERP-системы. Современное планирование и управление ресурсами перевод с английского/ Водянова Ю.И. С.Б. Аврин. – М.: Вершина, 2004.-272 с.
3. Клейнер Г.Б. Производственные функции: Теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986 г. - 298с.
4. Ковалев В. В. Финансовый менеджмент: теория и практика. - М.: Проспект, 2010 г. – стр. 15.
5. Методика анализа экономических процессов [Электронный ресурс] - URL: <http://www.cfin.ru/management/controlling/fsa/bp> (дата обращения: 30.04.2020).
6. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. / перевод с англ. – М: Дело, 2012. – 344 с.
7. Репин В.В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. – М.:Манн, Иванов и Фербер, 2012.-512 с.
8. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – Мн: ИП " Экоперспектива ", 2010. –322 с.
9. Сажина М. А. Экономическая теория. – М.: НОРМА, 2009.
10. Шелобаев С. И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: учебное пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2012

*Оригинальность 88%*