



ISSN 2072-8441

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.eiup.html>

Новыш, Б.В. Имитационная модель выбора стратегий развития организации в условиях риска / Б.В. Новыш, И.В. Гваева // Экономика и управление. – 2013. – № 2 (34). – С. 24–29.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ РИСКА

Б.В. Новыш^а, И.В. Гваева^б

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

проблемная ситуация, имитационная модель, имитационное моделирование, оптимизация, интервальные оценки, вероятность

СТАТЬЯ ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ

5 марта 2013 г.

АННОТАЦИЯ

Разработана многоэтапная имитационная модель анализа стратегий развития организаций на основе функции распределения суммарной ожидаемой прибыли. Входными параметрами модели являются интервальные экспертные оценки прибыли и вероятности успешного завершения в срок проектов, реализуемых на каждом этапе развития организации. Модель позволяет определить наиболее эффективные многоэтапные стратегии развития организации в условиях риска.

ВЕБ

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.eiup/issue.34/article.5.html>

SIMULATION MODEL OF SELECTION OF ORGANIZATION'S DEVELOPMENT STRATEGIES UNDER RISK CONDITIONS

B.V. Novysh^a, I.V. Gvaeva^b

KEYWORDS

problem situation, simulation model, simulation modeling, optimization, interval estimations, probability

RECEIVED

March 5, 2013

ABSTRACT

Multistage simulation model for analysis of the organization's development strategies on the basis of the distribution function of the total expected profit is developed. Interval expert appraisals as well as probability of successful close-out of projects are used as input parameters of the model. The model allows to determine the most effective multistage strategies of organization's development strategies under risk conditions.

WEB

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.eiup/issue.34/article.5.html>

В процессе стратегического управления анализируются стратегии развития и функционирования организаций (формулируются цели, определяются требуемые ресурсы, взаимоотношения с внешним окружением и т.д.). Стратегии обычно включают выполнение ряда проектов, селекция которых производится с учетом их эффективности, а также имеющих финансовых и иных ограничений. Иначе говоря, из

потенциально возможного множества проектов создается портфель, подлежащий реализации.

Процесс формирования портфеля включает, как правило, этап ранжирования и собственно этап отбора проектов. На первом этапе проекты ранжируются по значимости с учетом различных критериев на основе экономических критериев (чистой приведенной стоимости, внутренней нормы доходности, периода окупаемости и т.д.), социальной, технологической эффективности и т.д. На втором этапе реализуется процесс формирования эффективного портфеля.

Развитие организации может рассматриваться как динамический многоэтапный процесс, каждый этап которого включает реализацию ряда различных по природе проектов (инвестиционных, организационных, технологических и т.д.). С точки зрения руководства организации портфель проектов на каждом этапе должен обладать наибольшей эффективностью (с учетом ресурсных ограничений), и наибольшей вероятностью завершения всех проектов в необходимый (директивный) срок.

^а *Новыш Борис Владимирович*, кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой экономико-математических методов управления УО «Академия управления при Президенте Республики Беларусь»
Novysh B.V., PhD in Physico-mathematical sciences, Associate Professor, head of the Department of Mathematical Methods in Management and Economics at Academy of Public Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus

^б *Гваева Ирина Викторовна*, магистр экономических наук, старший преподаватель кафедры управления информационными ресурсами УО «Академия управления при Президенте Республики Беларусь»
Gvaeva I.V., Master of Economic sciences, senior lecturer in the Department of Information Resources Management at Academy of Public Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus

В настоящей работе рассматривается однокритериальная имитационная модель выбора стратегий развития организации. В качестве критерия эффективности может рассматриваться ожидаемая суммарная прибыль от реализации портфелей проектов на всех этапах развития организации, либо иной аддитивный параметр, представляющий интерес.

Модель основана на интервальных экспертных оценках и позволяет определить «наиболее эффективную траекторию» развития организации, которой соответствуют максимальные ожидаемые значения суммарной прибыли. В то же время она позволяет оценить вероятность совместной реализации любой группы из анализируемого портфеля проектов на любом из этапов.

В условиях неопределенности и риска точные количественные оценки прибыли и иных параметров невозможны, и можно говорить лишь о вероятностном распределении критерия и соответствующих характеристиках, получаемых в результате имитационных экспериментов — доверительных интервалах, математическом ожидании, дисперсии, вероятности локализации в некотором интервале и т.д. Проведение серии имитационных экспериментов требует некоторой информации о параметрах, единственным источником получения которой часто являются экспертные данные.

Применительно к рассматриваемой проблемной ситуации требуется найти долгосрочную стратегию развития, которой соответствует максимальная ожидаемая прибыль организации в результате реализации ряда портфелей проектов (мультипроектов). Будем считать, что различные проекты портфеля не связаны друг с другом «технологически», хотя возможность их совместной реализации и определяется бюджетным ограничением. В принципе, в рамках данной модели может быть учтено несколько ограничений, на-

пример, — технологические, материально-технические, людские, и т.д., что не приведет к существенным осложнениям при проведении расчетов.

Будем считать, что ожидаемая прибыль от реализации некоторого портфеля проектов на каждом этапе развития организации может быть представлена в виде:

$$E = \sum_{i=1}^n F_i \cdot P(S_i), \tag{1}$$

где F_i — ожидаемая прибыль от реализации в срок i -го проекта портфеля, а $P_i(S_i)$ — вероятность его реализации в директивный срок при финансировании S_i денежных единиц.

Как видно из формулы (1), необходимой входной информацией для расчетов является не только совокупность значений $\{F_i\}$, но также и экспертные кривые $P_i(S_i)$ для всех проектов.

Предоставление данной информации является достаточно сложной задачей и предполагает высокий уровень квалификации и степени объективности эксперта (или экспертов) [2], [3].

Описание и алгоритм использования модели будем проводить с помощью следующего модельного примера. При планировании очередного этапа развития организации рассматривается возможность реализации некоторого количества проектов (для определенности, примем общее число проектов $P_i(S_i)$ равным 10). От эксперта получена информация о величинах ожидаемых прибылей и распределении вероятностей выполнения проектов при определенных суммах финансирования. Соответствующие данные приведены на рисунке 1; при их интерполяции использовалась логистическая подгонка, которая для рассматриваемого примера наилучшим образом описывает поведение определенных экспертом кривых $P_i(S_i)$.

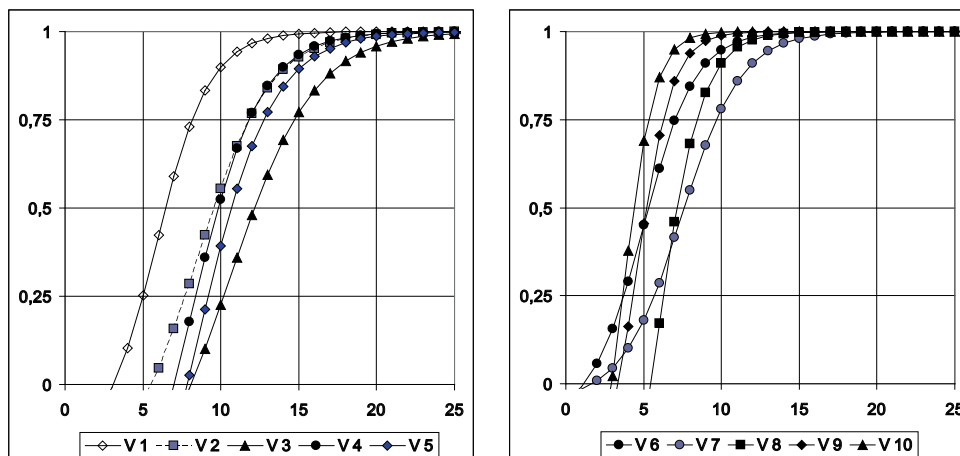


Рисунок 1 — Зависимость вероятности реализации проектов в директивный срок от величины финансирования. Слева приведены данные о проектах № 1–5, справа — о проектах № 6–10. Данные эксперта обозначены значками, линии представляют аппроксимирующие кривые, полученные при интерполяции (в данном примере используются логистические кривые)

Ожидаемые значения прибыли от реализации отдельных проектов приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Экспертные данные о значениях ожидаемой прибыли

Проект	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ожидаемая прибыль, д.е.	120	80	50	70	140	200	220	160	90	110

Сначала предположим, что ожидаемые значения прибылей могут быть определены точно; в дальнейшем мы откажемся от этого нереалистического предложения. В условиях определенности задача сводится к нелинейной задаче математического программирования о поис-

ке максимума целевой функции (1) при ограничении общей величины средств, доступных для инвестирования. Эта задача легко решается с помощью стандартного оптимизатора, например, в MS Excel; соответствующий условиям примера результат приведен на рисунке 2.

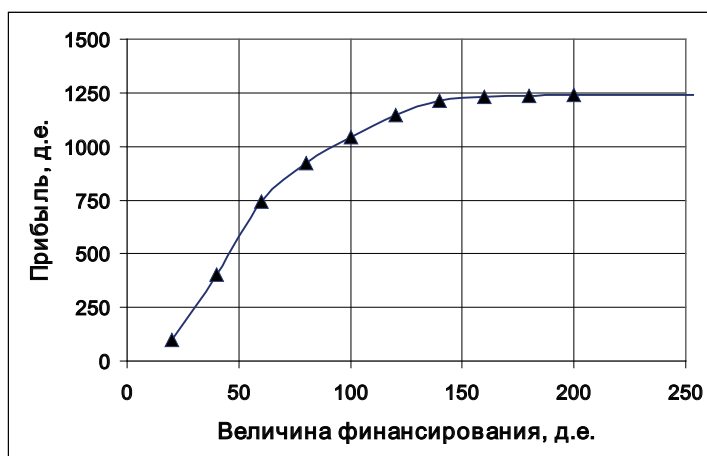


Рисунок 2 — Зависимость прибыли от реализации проектов от величины финансирования; при малых суммах реализуется лишь часть проектов

Параллельно может быть найдена зависимость вероятности реализации в срок любой группы проектов от суммарного финансирования. В реализующей оптимизационные расчеты программе предусмотрена

возможность «включения» в рассмотрение любого набора из 10 анализируемых проектов; результаты расчетов для нескольких групп проектов приведены на рисунке 3.

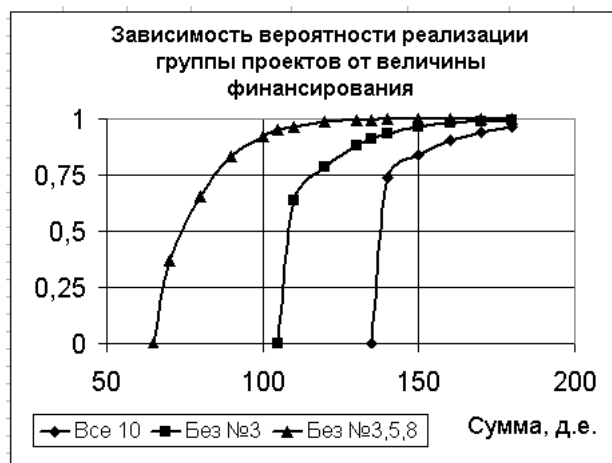


Рисунок 3 — Зависимость вероятности реализации группы проектов от общей суммы финансирования. Приведены зависимости для всех 10 проектов, 9 проектов (без учета проекта № 3), и 7 проектов (без учета проектов № 3, 5 и 8)

Как видно из рисунка 3, вероятность реализации группы проектов достаточно быстро возрастает на начальных этапах и затем достигает насыщения. Обращение в ноль вероятности при значениях финансирования ниже некоторых пороговых значений объясняется наличием некоторой минимальной суммы финансирования, требуемой для «запуска» каждого проекта группы.

На следующей фазе анализа снимем предположение о возможности точной количественной оценки прибыли от реализации каждого проекта. Предположим, что эксперт определяет значение этого параметра в пределах некоторого диапазона, например, с точностью $\pm 10\%$

по величине (случай, характеризующийся наибольшей энтропией — равномерное распределение). Учет фактора риска требует разработки имитационной модели. Фрагмент рабочего листа файла, производящего расчеты, приведен на рисунке 4, где показаны параметры логгистических кривых, интерполирующих экспертные данные, вероятности реализации каждого из выбранных проектов при определенных в процессе оптимизации суммах финансирования, значение суммарной прибыли от реализации портфеля проектов и элементы управления, позволяющие производить смену всех данных при переходе к очередному этапу и проводить новый расчет.

	A	B	C	D	E	F	G	J	K	L	M	N	O	P
1	Рассматривается до 10 потенциально возможных вариантов развития													
2														
3		Проект	k_i	b_i	a_i	r_i		Вероятности выполнения	ЦФ	S_i	$S_{i \min}$	Ограничение		
4	*	1	1,2024	26,092	0,5779	0,2024		0,9992	1224,5	18,282	4	200	<=	200
5		2	1,1452	48,808	0,4722	0,1452		0,9993		23,916	6			
6	*	3	1,2534	54,256	0,4036	0,2534		0,9986		26,818	9			
7		4	1,8119	38,368	0,4096	0,8119		0,9937		22,707	8			
8	*	5	1,5827	30,712	0,3924	0,5827		0,9983		26,198	8			
9	*	6	1,2179	18,561	0,612	0,2179		0,9996		17,967	2			
10		7	1,189	47,75	0,5219	0,189		0,9994		21,942	2			
11	*	8	1,5968	68,532	0,6224	0,5968		0,9981		17,572	6			
12	*	9	1,318	60,709	0,8794	0,318		0,9992		13,065	4			
13	*	10	1,2461	48,738	0,8758	0,2461		0,9975		11,532	3			
14								0,9738	Сумма	200				
15														
16		STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4	STEP 5								
17														
18														
19		STEP 6	STEP 7	STEP 8	STEP 9	STEP 10								
20														
21														
22														
23														
24														
25														

Рисунок 4 – Фрагмент одного из рабочих листов файла Excel, производящего имитационные расчеты. Указаны параметры логистических кривых, звездочками отмечены проекты, которые предполагается реализовывать на данном этапе. Указано ограничение по сумме (в данном случае 200 д.е.). На каждом этапе рассматриваются различные группы проектов, запускаемые с помощью соответствующей кнопки STEP J, где J – номер этапа

В столбце L приведено распределение финансовых ресурсов по группе проектов, максимизирующее суммарную прибыль. На каждом этапе имитационных расчетов производится оптимизация ресурсов. При малых значениях финансирования возможна ситуация, когда вероятность реализации одного или нескольких из выбранных (отмеченных звездочками на рисунке 4) проектов оказывается нулевой. Для случая, когда принципиально выполнение **всего набора** выбранных проектов (например, невыполнение хотя бы одного из них приводит к невозможности реализации дальнейших этапов развития организации) в программе предусмотрен вариант, позволяющий рассма-

тривать данную ситуацию как невыполнение всего этапа и оценивать вероятность данного негативного исхода.

Расчет вероятностей в зависимости от сумм финансирования производился по формуле

$$P(S_i) = \frac{k_i}{1 + b_i \cdot \exp(-a_i \cdot S_i)} - r_i \quad (2)$$

Параметры кривых, производящих интерполяцию экспертных оценок для всех этапов развития организации, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры, используемые в расчетах для рассматриваемого модельного примера. На каждом этапе развития организации в портфель могут включаться до 10 проектов

Первый этап

Проект	k_i	b_i	a_i	r_i	F_i
1	1,2	30	0,58	0,2	120
2	1,25	45	0,44	0,25	80
3	1,4	50	0,37	0,4	50
4	1,6	42	0,46	0,6	70
5	1,8	34	0,42	0,8	140
6	1,1	20	0,6	0,1	200
7	1,05	48	0,52	0,05	220
8	1,75	60	0,7	0,75	160
9	1,35	55	0,88	0,35	90
10	1,44	45	1,02	0,44	110

Второй этап

Проект	k_i	b_i	a_i	r_i	F_i
1	1,22	27,8	0,51	0,22	140
2	1,13	45,1	0,48	0,13	120
3	1,54	50,4	0,39	0,54	80
4	1,77	37,5	0,48	0,77	90
5	1,56	37	0,37	0,56	100
6	1,13	21,4	0,64	0,13	150
7	1,07	51,3	0,55	0,07	250
8	1,64	54,9	0,66	0,64	300
9	1,49	60,8	0,8	0,49	250
10	1,55	38,7	1,1	0,55	170

Третий этап

Проект	k_i	b_i	a_i	r_i	F_i
1	1,07	30	0,62	0,07	150
2	1,32	44	0,46	0,32	250
3	1,21	48	0,36	0,21	300
4	1,55	48	0,45	0,55	420
5	1,65	38	0,47	0,65	420
6	1,21	18	0,66	0,21	280
7	1,03	49	0,58	0,03	300
8	1,53	61	0,61	0,53	350
9	1,29	54	0,82	0,29	240
10	1,48	51	1,04	0,48	150

Четвертый этап

Проект	k_i	b_i	a_i	r_i	F_i
1	1,14	26,9	0,58	0,14	200
2	1,42	50,2	0,5	0,42	220
3	1,23	47,2	0,32	0,23	240
4	1,57	48,1	0,48	0,57	290
5	2,05	35,4	0,45	1,05	310
6	1,08	17,7	0,55	0,08	250
7	1,08	48	0,49	0,08	220
8	1,82	62,9	0,74	0,82	260
9	1,18	50,2	0,99	0,18	300
10	1,59	45	1,05	0,59	320

Продолжение таблицы 2 — Параметры, используемые в расчетах для рассматриваемого модельного примера. На каждом этапе развития организации в портфель могут включаться до 10 проектов

Пятый этап

Проект	ki	bi	ai	ri	Fi
1	1,1	30	0,59	0,1	220
2	1,3	42	0,43	0,3	180
3	1,59	55	0,34	0,59	150
4	1,41	42	0,43	0,41	300
5	1,63	39	0,43	0,63	320
6	1,06	22	0,63	0,06	340
7	1,08	41	0,45	0,08	270
8	1,82	52	0,72	0,82	400
9	1,48	47	0,76	0,48	430
10	1,61	45	0,88	0,61	260

Шестой этап

Проект	ki	bi	ai	ri	Fi
1	1,14	32,5	0,53	0,14	280
2	1,24	43,5	0,44	0,24	240
3	1,51	45,1	0,35	0,51	220
4	1,61	46,2	0,43	0,61	500
5	1,78	36,9	0,4	0,78	420
6	1,13	21,1	0,64	0,13	400
7	1,14	48,1	0,59	0,14	250
8	2	68,7	0,71	1	350
9	1,32	56,2	0,82	0,32	240
10	1,36	38,7	1,04	0,36	210

Седьмой этап

Проект	ki	bi	ai	ri	Fi
1	1,09	29	0,52	0,09	300
2	1,43	45	0,42	0,43	350
3	1,35	43	0,34	0,35	310
4	1,62	44	0,5	0,62	520
5	1,58	32	0,47	0,58	700
6	1,17	23	0,52	0,17	180
7	1,2	50	0,48	0,2	270
8	1,66	67	0,79	0,66	220
9	1,42	61	0,91	0,42	290
10	1,61	39	1,1	0,61	320

Восьмой этап

Проект	ki	bi	ai	ri	Fi
1	1,12	32,5	0,5	0,12	400
2	1,13	45,2	0,5	0,13	450
3	1,48	53,8	0,35	0,48	380
4	1,46	42,8	0,5	0,46	320
5	1,85	36,8	0,4	0,85	360
6	1,19	18,6	0,51	0,19	250
7	1,18	42,8	0,51	0,18	220
8	1,7	55,4	0,75	0,7	280
9	1,53	52,5	0,87	0,53	310
10	1,47	41,3	1,16	0,47	240

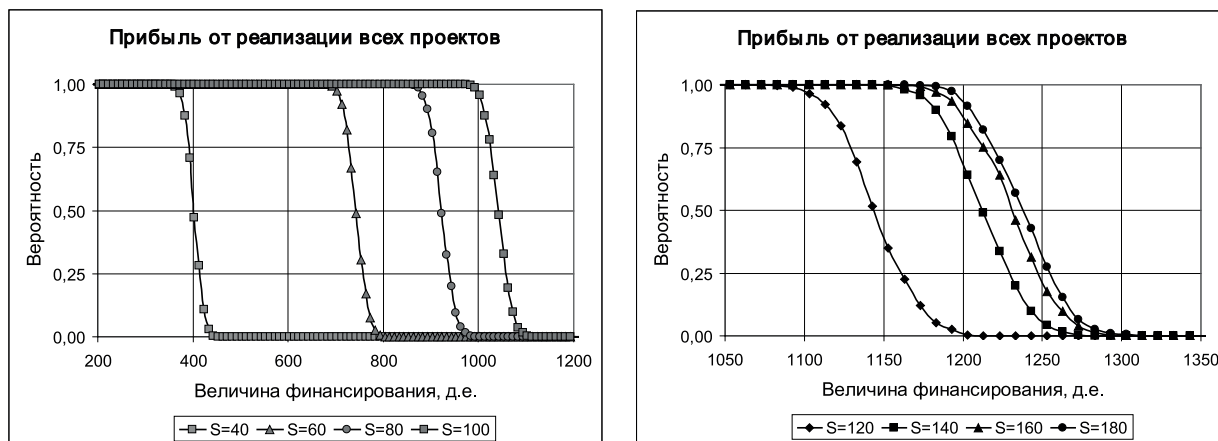
Девятый этап

Проект	ki	bi	ai	ri	Fi
1	1,12	29	0,53	0,12	280
2	1,25	50	0,42	0,25	240
3	1,52	48	0,42	0,52	210
4	1,51	37	0,42	0,51	230
5	1,73	30	0,43	0,73	300
6	1,15	23	0,58	0,15	360
7	1,08	47	0,57	0,08	380
8	1,64	67	0,8	0,64	320
9	1,38	62	0,9	0,38	250
10	1,35	45	1	0,35	270

Десятый этап

Проект	ki	bi	ai	ri	Fi
1	1,2	26,1	0,58	0,2	520
2	1,15	48,8	0,47	0,15	380
3	1,25	54,3	0,4	0,25	450
4	1,81	38,4	0,41	0,81	470
5	1,58	30,7	0,39	0,58	540
6	1,22	18,6	0,61	0,22	600
7	1,19	47,7	0,52	0,19	620
8	1,6	68,5	0,62	0,6	560
9	1,32	60,7	0,88	0,32	290
10	1,25	48,7	0,88	0,25	310

Используя приведенные входные данные, был проведен цикл имитационных расчетов, включающий несколько тысяч имитаций. Полученные после статистической обработки данных эксперимента результаты для случая, когда на каждом этапе реализуются все 10 проектов, приведены на рисунках 5 а, б.



а) (верхняя часть рисунка) суммы финансирования от 40 до 100 д.е.
 б) (нижняя часть рисунка) суммы финансирования от 120 до 180 д.е.

Рисунок 5 — Вероятностное распределение прибыли в результате реализации стратегии развития, включающей все 10 проектов на каждом этапе, сумма финансирования менялась от 40 до 180 д.е. с шагом 20 д.е.



Рисунок 6 — Ожидаемые значения прибыли от реализации 10-этапной стратегии развития организации, на каждом из этапов которой выполнялись по 10 проектов. Сумма финансирования менялась от 40 до 180 д.е. с шагом 20 д.е.

Как видно из рисунка 5, результаты для сумм финансирования 160 и 180 д.е. отличаются незначительно, что говорит о «насыщении» и неэффективности дальнейшего увеличения финансирования.

Ожидаемые значения суммарной прибыли приведены на рисунке 6, где видно, что ожидаемая прибыль монотонно возрастает, достигая насыщения при больших значениях S .

Приведенные результаты представляют лишь незначительную часть возможных вариантов развития организации. Программа расчетов позволяет анализировать каждый из интересующих руководство вариантов, соответствующих различным суммам финансирования и портфелям проектов. Продолжительность расчетов зависит от числа прогонов (имитаций) и составляет порядка нескольких минут. Анализ показывает, что уже при одной тысяче имитаций достигается достаточно высокая точность (несколько десятых процента).

В программе предусмотрена также возможность расчета вероятности локализации прибыли в любом

интервале, что позволяет получить более точную информацию об ожидаемых перспективах программы развития.

В дальнейшем планируется обобщить представленную модель в рамках многокритериального подхода, например, по аналогии с имитационной моделью целевого программирования [3], [4].

Литература / References

1. Поршнев, А.Г. Управление организацией: учеб. / А.Г. Поршнев; под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Саломашина. — М.: ИНФРА-М, 2009. — 735 с.
2. Новыш, Б.В. Имитационная модель оценки времени реализации сложных программ с использованием дерева целей / Б.В. Новыш, Д.В. Шаститко // Экономика и управление. — 2012. — № 1 (29). — С. 37–44.
3. Новыш, Б.В. Имитационная модель целевого программирования / Б.В. Новыш, Д.В. Шаститко, И.В. Гваева // Науч. тр. Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. — 2012. — № 3. — С. 153–163.
4. Новыш, Б.В. Многокритериальная игровая модель выбора управленческих решений в условиях риска / Б.В. Новыш, Д.В. Шаститко, И.В. Гваева // Экономика и управление. — 2012. — № 3. — 2012. — С. 21–28.