

УДК 681.3: 629.17

Модель оценки резервного фонда ресурсов при формировании инновационной программы развития производственной инфраструктуры

Канд. экон. наук **Яковлева А.В.**, yeif@mail.ru
Университет ИТМО

Институт холода и биотехнологий
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

д-р техн. наук **Искандеров Ю.М.**, iskanderov_y_m@mail.ru
ООО «Инновационные технологии»
199155, Санкт-Петербург, пр. КИМа, 4, литер Б, пом.25-Н

В современных условиях особую роль приобретает обоснование выделения, распределения и контроля за потреблением различного рода ресурсов (денежных, материальных, трудовых, энергетических и т.д.) при организации и планировании работ по инновационным программам развития производственной инфраструктуры предприятий. Управленческий персонал должен нести ответственность за определение основных факторов риска инновационных проектов предприятия, производить оценку уровня риска инновационных проектов согласно утвержденным методикам и моделям и выполнять ряд других функций. Предлагается модель, позволяющая реализовать один из подходов к решению задачи оценки объема и структуры резервных ресурсов при формировании инновационной программы развития производственной инфраструктуры с учетом факторов структурной и параметрической неопределенности. Изложены принципы данного подхода.

Дано описание решаемой задачи и рассмотрен алгоритм ее решения. В целях демонстрации возможностей алгоритма приведен соответствующий пример. Использование предложенного алгоритма позволит риск-менеджерам обоснованно учитывать негативное влияние неопределенности реализации инновационных программ развития и прогнозировать возможные риски. Данный алгоритм обладает высокой адаптивностью и к исходным данным, и к постановке задачи в определенных терминах, и к функциональным зависимостям используемых параметров. Это свойство позволяет осуществить его реализацию с максимальным эффектом в интеллектуальных системах поддержки принятия решений.

Ключевые слова: инновационная программа развития, производственная инфраструктура, риск-менеджмент, резерв ресурсов, неопределенность, надежность системы, отказ, модель оценки.

Model of estimate of the resources reserve in the formation of an innovative program of development of industrial infrastructure

Ph.D. **Yakovleva A.V.** iskanderov_y_m@mail.ru
University ITMO

Institute of Refrigeration and Biotechnologies
9, Lomonosov Street, St Petersburg, 191002D.Sc.

Iskanderov Y.M. yeif@mail.ru
Innovation Technologies Ltd.
199155, St. Petersburg, KIMa pr., 4, lit. B, office 25-N

Distribution and control of consumption of various resources (financial, material, labor, energy, etc.) are playing the special role in organizing and planning the development of innovative programs of industrial infrastructure. Management staff should be responsible for defining the major risk factors of innovative enterprise projects and perform estimation the level of risk of innovative projects in according to approved methods and models and perform other functions. This article about a model that allows to implement one of the approaches to the problem of estimating the amount and structure of reserve resources in the formation of an innovative program of development of industrial infrastructure, taking into account factors of structural and parametric uncertainty. The principles of this approach were outlined.

Description of solvable problem and an algorithm of its solution were outlined. In order to demonstrate the capabilities of the algorithm shows an example. Using the proposed algorithm will allow to reasonably consider the negative impact of the uncertainty of realization of innovative development programs and to predict possible risks. This algorithm has a high adaptability to the source data of the task and to the functional relationships of the used parameters. This property makes it possible to implement it with maximum effect in intelligent decision support systems.

Key words: innovative program development, industrial infrastructure, risk management, reserve resources, uncertainty, reliability, failure, the model of estimate.

Реформирование системы финансирования проектов, использование таких механизмов как государственно-частное партнерство, требуют от специалистов поиска адекватных путей решения проблем управления предприятиями в интересах поддержания требуемого уровня качества и эффективности.

В современных условиях особую роль приобретает обоснование выделения, распределения и контроля за потреблением различного рода ресурсов (денежных, материальных, трудовых, энергетических и т.д.) при организации и планировании работ по инновационным программам развития (ИПР) производственной инфраструктуры предприятий.

Управленческий персонал должен нести ответственность за определение основных факторов риска инновационных проектов предприятия, производить оценку уровня риска инновационных проектов согласно утвержденным методикам и моделям и выполнять ряд других функций.

Ключевую роль в управлении рисками должны играть риск-менеджеры, непосредственно работающие над реализацией проектов предприятия (проектные риск-менеджеры). В большинстве случаев роль проектных риск-менеджеров должны исполнять менеджеры соответствующих проектов. Однако в ряде случаев, ввиду стратегической важности, сложности, существенного размера проекта (объема инвестиций) и других факторов, признанных значимыми для управления риском проекта, выделяется отдельный риск-менеджер, подчиняющийся менеджеру проекта. Для эффективной реализации своих функций проектными риск-менеджерами необходимо наделять полномочиями требовать и получать всю необходимую для этого информацию.

Проектные риск-менеджеры должны выполнять следующие обязанности:

1. Сбор внешней и внутренней информации, ее анализ и идентификация рисков инновационного проекта;
2. Оценка и ранжирование рисков инновационного проекта в соответствии с утвержденными стандартами и методиками;
3. Разработка рекомендаций по реагированию на риски;

4. Предоставление регулярной отчетности об управлении рисками инновационного проекта, о реализовавшихся рисках и принятых мерах реагирования.

Основой деятельности риск-менеджеров должен быть метод системного анализа рисков, основанный на использовании инструментария сетевого и имитационного моделирования.

Исходя из вышесказанного ясно, что любой предложенный план реализации ИПР производственной инфраструктуры предприятия не может быть признан обоснованным, если в нем не учтены факторы неопределенности, т.е. риски, отрицательно влияющие на процесс реализации программы. Условимся различать 2 вида неопределенности, присущей процессу достижения целей ИПР: параметрическую и структурную. Первая связана с недостатком знаний о параметрах процесса в целом и каждой работы в частности, со стохастической природой поведения внутренней и внешней среды. Параметрическую неопределенность можно достаточно точно оценить и, используя некоторый объем ресурсов, минимизировать.

Структурная неопределенность отражает несоответствие между спецификой планируемого объекта и используемой при управлении им моделью. Поэтому количественную оценку величины неопределенности такого вида, т.е. степень несоответствия, прогнозировать при управлении процессом развития производственной инфраструктуры в настоящее время чрезвычайно затруднительно. Минимизация дезорганизующего влияния структурной неопределенности на процесс реализации плана осуществляется за счет привлечения дополнительных ресурсов, величина которых определяется на основании знаний, практического опыта и интуиции соответствующих специалистов. Следовательно, для обеспечения устойчивости разрабатываемых планов необходимо предусмотреть выделение дополнительных ресурсов (резервов), используемых для устранения влияния факторов неопределенности. Таким образом, под плановыми резервами будем понимать сознательно планируемый комплекс ресурсов, отвлекаемых от текущего производственного и непроизводственного потребления и предназначенных для компенсации факторов неопределенности [1, 456-463].

Конкретный состав, создание и применение тех или иных видов резервов должны по-разному планироваться в рамках краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного планирования, что обусловлено разными видом и влиянием на процесс достижения целей факторов неопределенности. Программно-целевое планирование развития производственной инфраструктуры в условиях интегральной автоматизации относится к ряду задач среднесрочного и долгосрочного планирования. Для таких задач характерно влияние на процесс достижения целей одновременно факторов структурной и параметрической неопределенности. Прогнозирование этих факторов дает возможность повысить обоснованность планов, что, в свою очередь, обеспечивает надежность их реализации, причем под надежностью некоторой системы (в том числе программы развития производственной инфраструктуры) будем понимать безотказность ее функционирования. Обычно для такой системы надежность оценивается количественно вероятностью ее безотказной работы в течение заранее заданного интервала времени.

Очевидно, что при оценке надежности функционирования системы на первый план выступают вопросы соотношения результатов и затрат, которыми эти результаты достигаются. Поэтому под надежностью системы, в данном случае, будем понимать ее свойство эффективно функционировать во времени [2]. Конкретное содержание понятия эффективного функционирования существенно зависит от специфики системы. Для предлагаемой системы управления процессом развития производственной инфраструктуры эффективное функционирование означает достижение общей (глобальной) цели ИПР при затрате минимума ресурсов.

Важнейшим понятием при определении надежности системы является отказ. Под отказом системы будем понимать событие, заключающееся в нарушении работоспособности ее отдельных элементов или системы в целом и обуславливающее снижение эффективности ее функционирования [2]. Каждый отказ есть проявление различного рода факторов неопределенности. Средством, противостоящим отрицательному влиянию отказов на надежность системы, являются резервы, совокупность которых будем называть резервным фондом ресурсов (РФР) ИПР [3]. РФР предназначен для «погашения» возмущений в системе, вызванных отказами.

Таким образом, важнейшей задачей при развитии производственной инфраструктуры на основе ИПР является определение величины и структуры резервируемых ресурсов.

В настоящей статье предлагается один из возможных подходов к решению задачи определения величины и структуры РФР ИПР, основополагающими принципами которого являются:

1. Планирование реализации процесса развития производственной инфраструктуры необходимо проводить с учетом влияния структурной и параметрической неопределенности.
2. Влияние факторов неопределенности следует оценивать через отрицательное влияние отказов в ходе процесса выполнения ИПР.
3. Для обеспечения маневренности резервов РФР должен состоять из централизованного и локальных фондов.
4. Процедура резервирования должна носить итерационный диалоговый характер, что обусловлено необходимостью учета не только формальных требований, но и неформальных предпочтений заказчиков и разработчиков и неполнотой информации о процессах развития производственной инфраструктуры.

Предположим, что заказчик (владелец или директор предприятия) принял решение о создании ИПР производственной инфраструктуры. В ходе проведенных научных исследований, консультаций и согласований выработаны желаемые технико-экономические требования к развитию инфраструктуры, определены сроки и инвестиции, необходимые для проведения работы. Для эффективного управления процессом развития производственной инфраструктуры разработана соответствующая ИПР. В ней определены этапы проведения работ, указаны исполнители работ – различные предприятия и организации, а также осуществлено распределение инвестиций

по этапам и исполнителям. Необходимо оценить величину резерва инвестиций, которые потребуются при реализации указанной ИПР для «погашения» возможных отказов, на основе этой оценки необходимо сделать соответствующие выводы о качестве сформированной ИПР.

Рассмотрим алгоритм решения поставленной задачи.

1. Формулирование глобальной цели ИПР

$$Z^0 = \{T^0, R^0, F^0\},$$

где T^0 - заданный срок развития производственной инфраструктуры;

R^0 - величина выделенных инвестиций;

F^0 - эффективность развития производственной инфраструктуры.

2. Определение перечня работ по ИПР

$$PR = \{p_j\},$$

Где p_j - j -ая работа по ИПР, $j = 1, \dots, m$. Множество PR определяет совокупность работ, необходимых для успешного выполнения ИПР.

3. Выбор исполнителей ИПР

$$IR = \{r_i\},$$

Где r_i - i -ый исполнитель ЦКП, $i = 1, \dots, n$. Множество IR определяет совокупность предприятий и организаций, которые могут успешно выполнить требуемые работы по ИПР.

4. Распределение инвестиций по этапам и исполнителям при допущении, что ИПР будет выполнена идеально, т.е. отказов в процессе развития транспортной инфраструктуры не произойдет (табл.1)

Таблица 1

PR	IR			
	r_1	...	r_n	
p_1	C_{11}	...	C_{1n}	S_{1}^{IR}
...
p_m	C_{m1}	...	C_{mn}	S_{m}^{IR}
	S_{1}^{PR}	...	S_{n}^{PR}	R^0

где

S_{j}^{IR} - сумма инвестиций, выделенных для проведения j -ой работы по ИПР;

S_{i}^{PR} - сумма инвестиций, выделенных i -му исполнителю на выполнение ИПР;

C_{ij} - инвестиции, выделенные i -му исполнителю для выполнения j -ой работы;

$$R^0 = \sum S_{i}^{PR} = \sum S_{j}^{IR}, i=1, n; j=1, m$$

5. Формирование оценок вероятностей появления отказов при выполнении работ по ИПР (табл.2)

Таблица 2

PR	IR		
	r_1	...	r_n

p_1	q_{11}	...	q_{1n}
...
p_m	q_{m1}	...	q_{mn}

где q_{ij} - вероятность появления отказа при выполнении j -ой работы i -ым исполнителем.

6. Определение оценки вероятности невыполнения ИПР:

$$Q = \sum \prod q_{ij}, \quad i=1,n; j=1,m$$

сравнение полученной оценки с допустимым уровнем $Q \leq Q_{доп}$, где $Q_{доп}$ - допустимая вероятность невыполнения ИПР.

7. Задание значений критических вероятностей $q_{кр}^1$ и $q_{кр}^2$ (причем $q_{кр}^1 < q_{кр}^2$) появления отказов при выполнении работ по ИПР таких, что:

а) $q_{ij} < q_{кр}^1$ - вероятность появления отказа считается недостаточной для резервирования ресурсов на его устранение;

б) $q_{кр}^1 \leq q_{ij} \leq q_{кр}^2$ - принимается решение о необходимости резервирования ресурсов для устранения соответствующего отказа, а резервы должны направляться в централизованный фонд $PФР_{ц}$;

в) $q_{ij} > q_{кр}^2$ - делается вывод о необходимости резервирования ресурсов для устранения отказа и хранения их у i -го исполнителя j -ой работы в локальном фонде $PФР_i$.

8. Определение размеров $PФР_{ц}$ и $PФР_i$ на основе размера выделяемого резерва d_{ij} для i -го исполнителя j -ой работы с учетом принятого соответствия между q_{ij} и c_{ij} : $d_{ij}=f(q_{ij}, c_{ij})$,

$PФР_{ц} = \sum \sum d_{ij}, i=1,n; j=1,m$; причем i и j такие, что $q_{кр}^1 \leq q_{ij} \leq q_{кр}^2$.

$PФР_{л} = \sum PФР_i$; $PФР_i = \sum d_{ij}, i=1,n; j=1,m$; причем i и j такие, что $q_{ij} > q_{кр}^2$.

$PФР_{ипр} = PФР_{ц} + PФР_{л}$.

9. Оценка уровня достижения глобальной цели ИПР $Z^k = \{T^k, R^k, F^k\}$,

где T^k - полученный срок развития производственной инфраструктуры;

R^k - полученная величина инвестиций;

F^k - полученная эффективность развития производственной инфраструктуры;

а) $|Z^k - Z^0| \leq E$ - задача планирования реализации ИПР решена, где E – допустимый уровень оценки;

б) $|Z^k - Z^0| > E$ - по решению лица, принимающего решение (ЛПР) проводится корректировка входной информации, алгоритма резервирования или параметров алгоритма.

В целях демонстрации возможностей алгоритма рассмотрим следующий упрощенный пример. Заказчиком принято решение об этапе развития производственной инфраструктуры:

1. Срок этапа развития – 3 года;

Выделенные инвестиции – 10 условных единиц;

Ожидаемая эффективность развития – 0,8.

2. Выделены следующие 4 этапа работ:

- Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР);
- Проведение строительных, ремонтных и модернизационных работ (СРМР);
- Проведение испытаний;
- Осуществление ввода в эксплуатацию.

3. Для выполнения работ привлечены 3 организации: ПР1, ПР2, ПР3.

4. Разработана соответствующая ИПР. Необходимо оценить величину резервного фонда инвестиций, выделенных для выполнения ИПР с учетом требований заказчика, а также того, что:

- Критические вероятности отказов выполнения работ лежат в пределах от 0,15 до 0,3;
- Допустимая вероятность невыполнения ИПР не должна превосходить 0,01;
- Допустимый уровень ошибки глобальной цели составляет не более 10%, т.е. резервный фонд ресурсов по величине не должен превышать 10% величины выделенных инвестиций на реализацию ИПР;
- Известно соотношение между отказом при выполнении работы и размером выделенных для нее инвестиций: $d_{ij} = q_{ij} c_{ij}; i=1,n; j=1,m$

В соответствии с ИПР произведено следующее распределение инвестиций (табл.3):

Таблица 3

<i>PR</i>	<i>IR</i>			
	ПР1	ПР2	ПР3	
НИОКР	1,1	0,6	0,3	2
СРМР	1,8	0,8	0,4	3
Испытания	0,3	1,1	0,6	2
Ввод в эксплуатацию	0,8	0,5	1,7	3
	4	3	3	10

5. Исходя из накопленной информации, а также экспертных оценок сформируем таблицу вероятностей появления отказов при выполнении работ по ИПР (табл.4):

Таблица 4

<i>PR</i>	<i>IR</i>		
	ПР1	ПР2	ПР3
НИОКР	0,1	0,25	0,35
СРМР	0,1	0,15	0,3
Испытания	0,35	0,1	0,2
Ввод в эксплуатацию	0,15	0,3	0,1

6. Определим оценку вероятности невыполнения ИПР и сравним с допустимой:

$$Q = 0,1*0,1*0,35*0,15 + 0,25*0,15*0,1*0,3 + 0,35*0,3*0,2*0,1 = 0,00375 < 0,01$$

Т.е. вероятность невыполнения ИПР существенно ниже допустимого уровня.

7. Определим величины резервных фондов:

$$P\Phi P_u = 0,35*0,3 + 0,35*0,3 = 0,21;$$

$$P\Phi P_1 = 0,15*0,8 = 0,12;$$

$$P\Phi P_2 = 0,25*0,6 + 0,15*0,8 + 0,3*0,5 = 0,42;$$

$$P\Phi P_3 = 0,3*0,4 + 0,2*0,6 = 0,24;$$

$$P\Phi P_{\text{л}} = P\Phi P_1 + P\Phi P_2 + P\Phi P_3 = 0,12 + 0,42 + 0,24 = 0,78;$$

$$P\Phi P_{\text{unp}} = P\Phi P_u + P\Phi P_{\text{л}} = 0,21 + 0,78 = 0,99.$$

8. Оценим достижение глобальной цели ИПР.

$$P\Phi P_{\text{unp}} = 0,99 \rightarrow 100\% \quad R = 10 \text{ у.е.} \rightarrow x\%$$

$$\Rightarrow x = \frac{0,99*100}{10} = 9,9\% < 10\%$$

Резервный фонд ИПР составляет **9,9%** от выделенных инвестиций для ее реализации, что меньше установленного допустимого уровня ошибки достижения глобальной цели. Таким образом, задача планирования реализации ИПР развития производственной инфраструктуры решена.

На основе результатов, полученных при решении этого примера, можно сделать следующие выводы:

- разработанная ИПР удовлетворяет требованиям заказчика и обеспечивает эффективное управление процессом развития производственной инфраструктуры;
- для выполнения ИПР обязательно должен быть создан централизованный резервный фонд;
- особое внимание при реализации ИПР необходимо уделить следующим работам:
 - проведение НИОКР на ПР3; - проведение испытаний на ПР1. В интересах указанных работ обязательно должны быть сформированы локальные резервные фонды предприятий.

Следует отметить, что способ вычисления значений того или иного параметра рассмотренного выше алгоритма зависит в каждом конкретном случае от объема количественной и качественной информации о поведении этого параметра во времени. Поэтому при создании информационного и программного обеспечения для оценки резерва ресурсов при формировании ИПР производственной инфраструктуры необходимо предусмотреть возможность вычислений значения параметров несколькими способами в зависимости от полноты информации (экспертный опрос, моделирование, статистическое оценивание и т.д.). Использование данного алгоритма позволит риск-менеджерам обоснованно учитывать негативное влияние неопределенности реализации ИПР и прогнозировать возможные риски. Предложенный алгоритм обладает высокой

адаптивностью и к исходным данным, и к постановке задачи в определенных терминах, и к функциональным зависимостям используемых параметров. Это свойство позволяет осуществить его реализацию с максимальным эффектом в интеллектуальных системах поддержки принятия решений [4].

Список литературы

1. Иванов Е.А., Майминас Е.З. Проблема резервов в планировании. Экономика и математические методы. 1981, т.17, вып.3.
2. Львов Ю.А., Сатановский Р.Л. Интенсификация машиностроительного производства: организация и планирование. Л., Машиностроение, 1984.
3. Ахмедова Т.А., Ханенко В.Н. Задача резервирования ресурсов при целевом планировании создания новых изделий в условиях интегральной автоматизации. Под ред. Пономарева В.М. М., Наука, 1986.
4. Искандеров Ю.М. Создание баз знаний для интеллектуальных систем. МО РФ, 2003.
5. Искандеров Ю.М., Дорошенко В.И., Ильин А.А. Проблемы автоматизации управления корпоративной сетью связи морского порта. СПб., ГМА им. С.О. Макарова, Эксплуатация морского флота, №3(57), 2009г.
6. Искандеров Ю.М. и др. Фундаментальные проблемы пространственного развития макрорегиона при переходе к инновационной экономике (на примере Северо-запада России). Коллективная монография. Научный редактор член-корреспондент РАН В.В. Окрепилов. Санкт-Петербург, Наука, 2010.
7. Искандеров Ю.М., Катцын Д.В. Методология оценки приоритетности внедрения инновационных технологий на железнодорожном транспорте. Труды Всероссийской научно-практической конференции «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2010». СПб: ИПТ РАН, 2010.
8. Искандеров Ю.М., Макаркин А.В. Использование рейтинговых методов для оценки управления социальной сферой ОАО «РЖД». Труды Всероссийской научно-практической конференции «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2010». СПб: ИПТ РАН, 2010.
9. Искандеров Ю.М. Развитие транспортной системы РФ: Геополитические особенности международных транспортных коридоров и транзитный потенциал РФ. М., Эксперт. Транспорт, №1, 2010.
10. Искандеров Ю.М. Оптимизация транспортных сетей мегаполисов на основе интеллектуальных транспортных систем. Сборник трудов 4-ого Российского международного конгресса по интеллектуальным транспортным системам, г. Санкт-Петербург, 19-25 июня 2012.
11. Искандеров Ю.М. Интеллектуальные транспортные системы: возможности и особенности применения. СПб., Мир дорог, №68, май 2013.
12. Искандеров Ю.М., Яковлева А.В. Использование механизма сберегательных счетов для обеспечения государственной политики в области страхования по безработице. Украина, Донецк, Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: экономическая. №1(43), 2013г.
13. Искандеров Ю.М., Ласкин М.Б. О логарифмически нормальном распределении цен на объекты недвижимости. СПб., Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности, Серия: Экономика и управление, №3(3), сентябрь 2013г.