

# ЭМЕКСУЗЯН А. Р., БАЛДИН К. В. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ НА ИННОВАЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

УДК 33, ВАК 08.00.00, ГРНТИ 06.00.00

Методы оптимизации затрат на инновационную деятельность хозяйствующего субъекта

Methods for optimizing the costs of innovative activities of an economic entity

А. Р. Эмексузян<sup>1</sup>, К. В. Балдин<sup>2</sup>

A. R. Emeksuzyan<sup>1</sup>, K. V. Baldin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Коми республиканская академия государственной службы и управления, г. Сыктывкар

<sup>1</sup>Komi Republican Academy of Public Administration and Management, Syktyvkar

<sup>2</sup> Российский университет транспорта, г. Москва

<sup>2</sup> Russian University of Transport, Moscow

*В данной научной статье при рассмотрении вопросов оптимизации затрат на инновационные проекты предлагается простой визуальный метод оптимизации. Диаграммы использования общих ресурсов позволяют оценить степень использования ресурсов только по каждому инновационному проекту в отдельности. На практике же гораздо чаще необходимо провести оптимизацию совокупных затрат на внедрение пакета инновационных проектов. Расширение метода оптимизации затрат в инновационных проектах для пакета из произвольного количества инноваций носит итерационный характер.*

*In this scientific article, when considering the optimization of costs for innovative projects, a simple visual optimization method is proposed. The diagrams of the use of shared resources make it possible to assess the degree of use of resources only for each innovative project individually. In practice, it is much more often necessary to optimize the total costs of introducing a package of innovative projects. Extension of the method of cost optimization in innovative projects for a package of an arbitrary number of innovations is iterative.*

**Ключевые слова:** затраты, инновации, оптимизация, промышленность, инновационная деятельность.

**Keywords:** costs, innovation, optimization, industry, innovation.

## Введение

Оптимизация, как известно, предполагает нахождение компромисса между стремлениями минимизировать затраты на инновационную деятельность и получением максимального эффекта от освоения инновации при заданных ограничениях [1-3]. Рассмотрим общую схему оптимизации затрат на инновационную деятельность в рамках промышленного предприятия, представленную на рисунке 1.

На процедуру оптимизации влияет существующая структура предприятия, особенно такие её элементы, как производственный потенциал, кадровый потенциал и маркетинговый потенциал. Чем эффективнее можно использовать в инновационном процессе имеющийся потенциал предприятия, тем большего снижения затрат удастся достигнуть. Предлагаемый метод оптимизации можно представить в виде основных этапов:

- подготовка данных;
- построение и анализ диаграмм;
- выработка решения.

Рассмотрим эти этапы подробнее.

### Подготовка данных

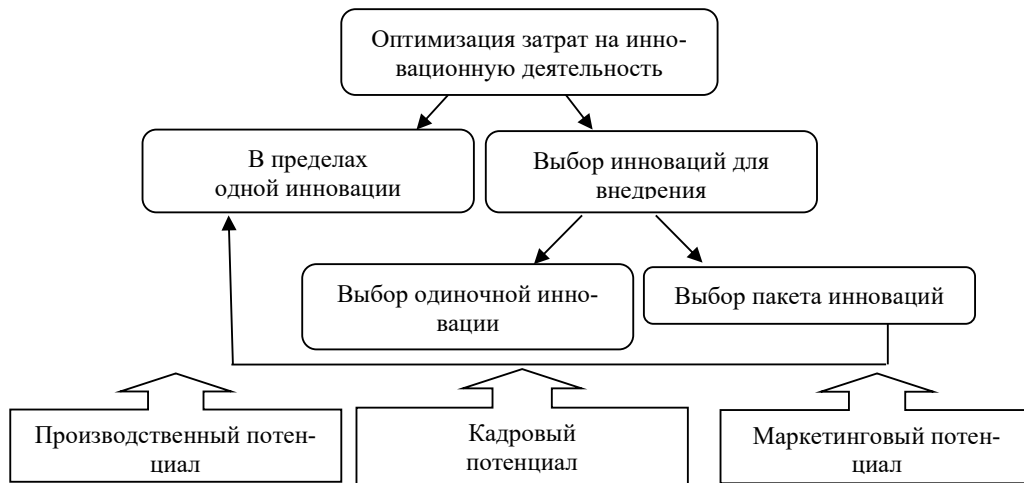


Рисунок 1. Оптимизация затрат на инновационную деятельность предприятия

Введем следующие обозначения:

$P$  – множество производственных ресурсов предприятия;

$M$  – множество маркетинговых ресурсов предприятия;

$K$  – множество кадровых ресурсов предприятия;

$N_i$  – множество ресурсов, необходимых для внедрения  $i$ -го инновационного проекта;

$P'$  – множество производственных ресурсов, необходимых для внедрения всех анализируемых инновационных проектов;

$M'$  – множество маркетинговых ресурсов предприятия, необходимых для внедрения всех анализируемых инновационных проектов;

$K'$  – множество кадровых ресурсов предприятия, необходимых для внедрения всех анализируемых инновационных проектов.

Задачей первого этапа является формирование и заполнение множеств  $P$ ,  $M$ ,  $K$ ,  $N_i^P$ ,  $N_i^M$ ,  $N_i^K$ ,  $P'$ ,  $M'$ ,  $K'$ . Прежде всего, необходимо определить имеющиеся в наличии ресурсы предприятия, из которых составляются множества  $P$ ,  $M$  и  $K$ . Под ресурсами подразумевается производственный, маркетинговый и кадровый потенциалы. При этом требуется как аналитическое, так стоимостное определение ресурсов.

Далее по каждому инновационному проекту производится оценка требуемых ресурсов (аналитически и в стоимостном выражении) и формирование множеств  $N_i^P$ ,  $N_i^M$ ,  $N_i^K$ .

В последнюю очередь формируются множества  $P'$ ,  $M'$  и  $K'$ . Для этого определяется предварительный состав множеств, после чего из них удаляются дублирующие компоненты.

$$\begin{aligned} P' &= \sum_i N_i^P - P \\ M' &= \sum_i N_i^M - M \\ K' &= \sum_i N_i^K - K \end{aligned}$$

где  $N_i^P$  – производственные ресурсы, необходимые для внедрения  $i$ -го проекта;  $N_i^M$  – маркетинговые ресурсы, необходимые для внедрения  $i$ -го проекта;  $N_i^K$  – кадровые ресурсы, необходимые для внедрения  $i$ -го проекта.

### Построение диаграмм

Описываемый метод оптимизации затрат на инновационные проекты основан на графическом сопоставлении данных. Несмотря на то, что современные информационные технологии позволяют использовать методы анализа, недоступные ранее из-за сложности вычислений (нейронные сети, генетические алгоритмы, деревья решений и так далее), популярность визуальных методов не уменьшается. Пожалуй, главной причиной этого является их интуитивная ясность. Значительная часть высшего руководства отечественных предприятий предпочитает простые, но понятные методы, сложным, в которых процесс получения результатов зачастую не может объяснить даже получивший их сотрудник.

Используемые методы пузырьковых диаграмм, в которых основными элементами являются окружности, площади которых пропорциональны значениям представляемых ими множеств. Пересечение окружностей на диаграмме математически соответствует пересечению множеств и означает, востребованность ресурса, либо взаимное его использование. В описываемом методе для оптимизации используются два вида диаграмм – диаграммы использования общих ресурсов и диаграммы взаимного использования ресурсов. Рассмотрим методику построения и анализа этих диаграмм.

Диаграммы использования общих ресурсов строятся вокруг множеств  $P$ ,  $M$ ,  $K$ ,  $P'$ ,  $M'$  или  $K'$ . Множество и соответствующую ему окружность назовём центральными. Площадь, занимаемая окружностью, представляющей множество, должна быть пропорциональна его суммарному стоимостному выражению. Поскольку площадь круга  $S = \pi r^2$ , при построении можно определять радиус отображаемых на диаграмме окружностей, как

$$r = k\sqrt{x}$$

где  $x$  – суммарное стоимостное выражение элементов отображаемого множества;

$k$  – коэффициент масштабирования.

После построения центральной окружности, по её периметру строятся окружности, соответствующие анализируемым инновационным проектам. Причем их площади пропорциональны суммарному стоимостному выражению требуемых под этот проект ресурсов того типа, который отображает центральная окружность, то есть, вокруг множеств  $P$  и  $P'$  строятся окружности, отображающие множества  $N_i^P$ , и т.п. Площади пересечений центральной окружности с периферийными пропорциональны объемам использования ресурса, соответствующим инновационным проектам. Диаграмма использования инновационными проектами существующих ресурсов, как правило, имеет вид, показанный на рисунке 2.

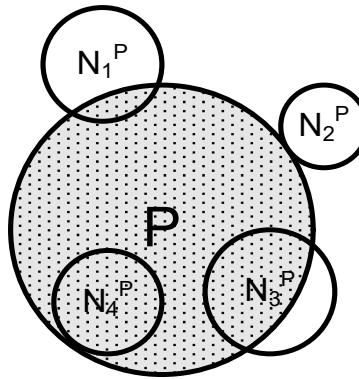


Рисунок 2. Диаграмма использования существующих ресурсов

При большом количестве рассматриваемых проектов соответствующие им окружности могут накладываться одна на другую. В подобных случаях либо строится  $i$  диаграмм, по количеству инновационных проектов, на каждой из которых отображается лишь две окружности – центральная и соответствующая одному из проектов, либо вместо центральной окружности изображается кольцо, которое может иметь ту же площадь при большем наружном диаметре (рисунок 3).

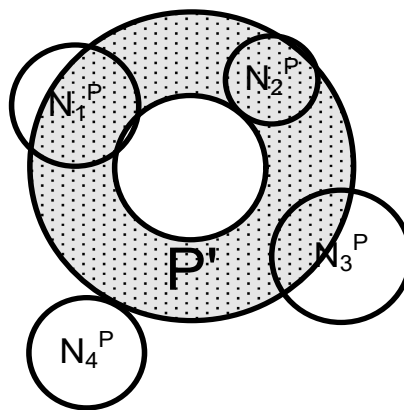


Рисунок 3. Кольцевая диаграмма использования ресурсов

Диаграммы использования общих ресурсов позволяют ЛПР визуально оценить степень использования инновационным проектом того или иного

ресурса. Основные варианты взаимного расположения окружностей на диаграмме и их интерпретация приведены в таблице 1.

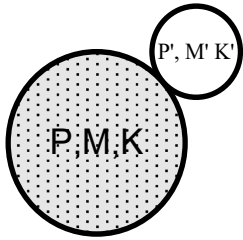
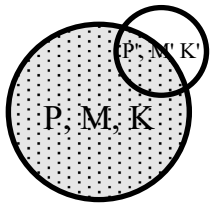
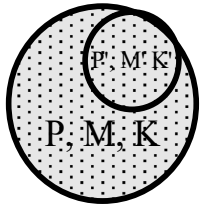
Пересечения множеств  $N_i$  на диаграммах использования общих ресурсов не имеют экономического смысла и поэтому не анализируются.

Диаграммы использования общих ресурсов, построение которых рассмотрено выше, позволяют оценить степень использования ресурсов только по каждому инновационному проекту в отдельности. На практике же гораздо чаще необходимо провести оптимизацию совокупных затрат на внедрение пакета инновационных проектов.

Рассмотрим работу метода для оптимизации пакета из двух инновационных проектов. Прежде всего, строится набор диаграмм по следующему алгоритму.

На первом шаге так же, как описано выше, строится центральная окружность, соответствующая множеству  $P$ . На втором шаге, на периметре центральной окружности строится окружность, соответствующая  $N_1$ , площадь пересечения которой с центральной окружностью соответствует степени использования ресурса инновационным проектом. Этот проект и соответствующее ему множество и окружность назовём базовыми.

Таблица 1. Основные варианты взаимного расположения множеств на диаграмме использования ресурсов

№	Вид графика	Описание
1		Ресурс не используется инновационным проектом Для множеств $P, M, K$ : в инновационном проекте не используются имеющиеся ресурсы предприятия Для множеств $P', M', K'$ : при внедрении проекта используются только покупные ресурсы
2		Ресурс используется инновационным проектом частично (пропорционально площади пересечения окружностей) Для множеств $P, M, K$ : частичное использование существующих ресурсов позволяет сократить затраты на внедрение Для множеств $P', M', K'$ : потребность в дополнительных ресурсах способствует повышению потенциала предприятия
3		Ресурс полностью используется инновационным проектом Для множеств $P, M, K$ : при внедрении проекта используется только имеющийся потенциал предприятия Для множеств $P', M', K'$ : при внедрении инновационного проекта не требуется дополнительных ресурсов, что ведет к снижению затрат, но замедляет развитие предприятия

На третьем шаге строятся окружности, соответствующие остальным  $N_i$ , причем площадь пересечения любой из этих окружностей с центральной окружностью, так же как и ранее, соответствует степени использования

инновационным проектом данного ресурса. А площадь её пересечения с сектором, образованным пересечением множеств центрального и базового множеств, соответствует степени использования  $i$ -м инновационным проектом тех же компонентов ресурса  $P$ , которые используются и базовым проектом ( $N_{IB}$ ). Для определения этих пересечений используются аналитические описания ресурсов, содержащиеся во множествах. Получившаяся в результате диаграмма будет иметь вид, показанный на рисунке 4.

Повторить для того же центрального множества со второго шага, используя в качестве базовых множеств все оставшиеся  $N_i$ .

Повторять с первого шага, используя в качестве центральных множеств все оставшиеся множества  $P, M, K, P', M', K'$ . В результате должно получиться  $6 \cdot i$  диаграмм (по  $i$  диаграмм для каждого из центральных множеств). Диаграммы взаимного пересечения ресурсов позволяют визуально оценить степень взаимного использования инновационными проектами тех или иных ресурсов. Экономическое содержание различных степеней пересечения сильно отличается для каждого типа ресурсов.

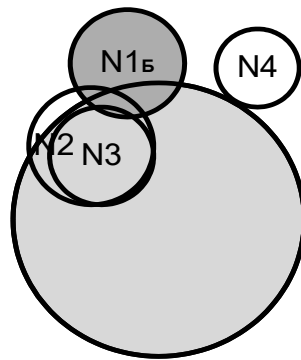


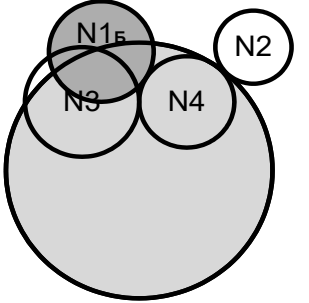
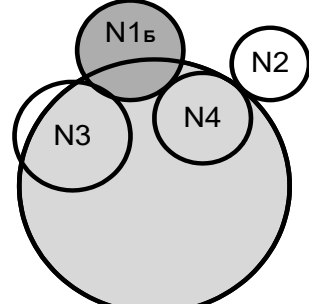
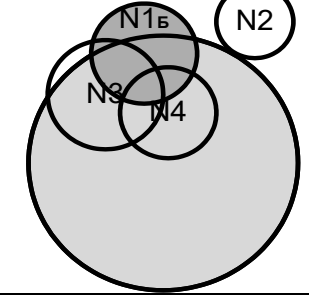
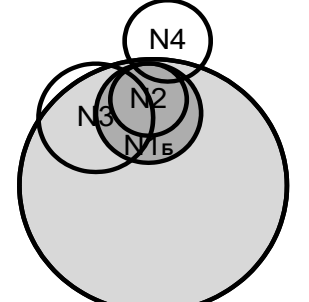
Рисунок 4. Диаграмма взаимного использования ресурсов

Основные варианты взаимного расположения окружностей на диаграмме и их интерпретация приведены в таблице 2. Экономический смысл имеют только пересечения множеств  $N_i$  с центральным множеством (аналогично диаграмме использования общих ресурсов) и с сектором, образованным пересечением центрального и базового множеств. При составлении таблицы учитывалось, что в множествах  $M, K, M', K'$  обычно присутствует значительная доля дублирующихся ресурсов.

### Принятие решений

Этапы подготовки данных и построения диаграмм являются наиболее трудоёмкими частями предлагаемого метода оптимизации затрат на инновационные проекты. При принятии решения ЛПР, руководствуясь таблицей 1 и 2, ориентируется на наиболее оптимальные варианты по загрузке имеющихся и закупке дополнительных ресурсов. Для снижения трудоёмкости принятия решений, прежде всего, отсеиваются все неоптимальные сочетания инновационных проектов и оставляются для детального анализа 3-4 наилучшие, с точки зрения ЛПР, комбинации.

Таблица 2. Основные варианты расположения множеств на диаграмме взаимного использования ресурсов

№ п/п	Вид диаграммы	Описание
1		<p>Проекту <math>N3</math> частично необходимы ресурсы, используемые базовым и центральным проектами</p> <p>Для центрального множества <math>P</math> – требуется дополнительный анализ ресурсов, используемых проектами <math>N3</math> и базовым. Однако, как правило, этот вариант неоптимален из-за слабой загрузки имеющихся ресурсов</p> <p>Для множества <math>P'</math> – оптимальный вариант, если в область пересечения входит дорогостоящее, или уникальное оборудование, способное обеспечить нужды двух проектов сразу. При отсутствии дублирования может быть достигнуто снижение расходов на закупку и монтаж однотипного оборудования, а также обучение кадров по работе с ним</p> <p>Для множеств <math>M, K, M', K'</math> – хорошее сочетание взаимного использования ресурсов. Желателен дополнительный анализ ресурсов на пересечении множеств</p>
2		<p>Ни один из проектов не претендует на ресурсы, используемые базовым и центральным проектами</p> <p>Для центрального множества <math>P</math> – один из наилучших вариантов, означающий значительное использование имеющегося потенциала, без взаимных претензий разных проектов на одно и то же оборудование</p> <p>Для множества <math>P'</math> – хороший вариант, при условии, что закупаемое оборудование будет полностью загружено</p> <p>Для множеств <math>M, K</math> – неоптимальное использование маркетингового и кадрового потенциала. Для <math>M'K'</math> – увеличение затрат на соответствующие ресурсы</p>
3		<p>Часть ресурсов, используемых базовым и центральным проектами, частично необходимы также для проектов <math>N3</math> и <math>N4</math></p> <p>Поскольку взаимные пересечения небазовых проектов не имеют экономической интерпретации, проекты <math>N3</math> и <math>N4</math> анализируются по отдельности. Поэтому для них справедливо описание, приведенное в строке 1 этой таблицы. Однако следует внимательно проанализировать диаграммы, на которых проекты <math>N3</math> и <math>N4</math> выступают в качестве базовых</p>
4		<p>Для реализации проекта <math>N2</math> полностью необходимы те же ресурсы, что используются базовым и центральным проектами. Часть из них необходима для реализации проектов <math>N3</math> и <math>N4</math></p> <p>Для проекта <math>N3</math> см. строку 1 этой таблицы</p> <p>Для проекта <math>N2</math> справедливо следующее:</p> <p>Для центрального множества <math>P</math> – неоптимальный вариант из-за слабой загрузки имеющихся ресурсов;</p> <p>Для множества <math>P'</math> – может быть достигнуто снижение расходов на закупку и монтаж однотипного оборудования, а также обучение кадров работе с ним;</p> <p>Для множеств <math>M, M'</math> – оптимальный вариант загрузки маркетинговых ресурсов;</p> <p>Для множеств <math>K, K'</math> – в целом оптимальный вариант, но требуется дополнительный анализ ресурсов на пересечении множеств</p>

Из оставшихся комбинаций выбирается наиболее оптимальная, для чего наряду с таблицами 1 и 2 используют аналитические части множеств  $P$ ,  $MK$ ,  $P'$ ,  $M' K'$  и  $N_i$ . Для повышения достоверности выбора можно также использовать метод расчета затрат на инновационные проекты. Критерием оптимальности выступают максимум использования существующих ресурсов и минимум закупки дополнительных ресурсов.

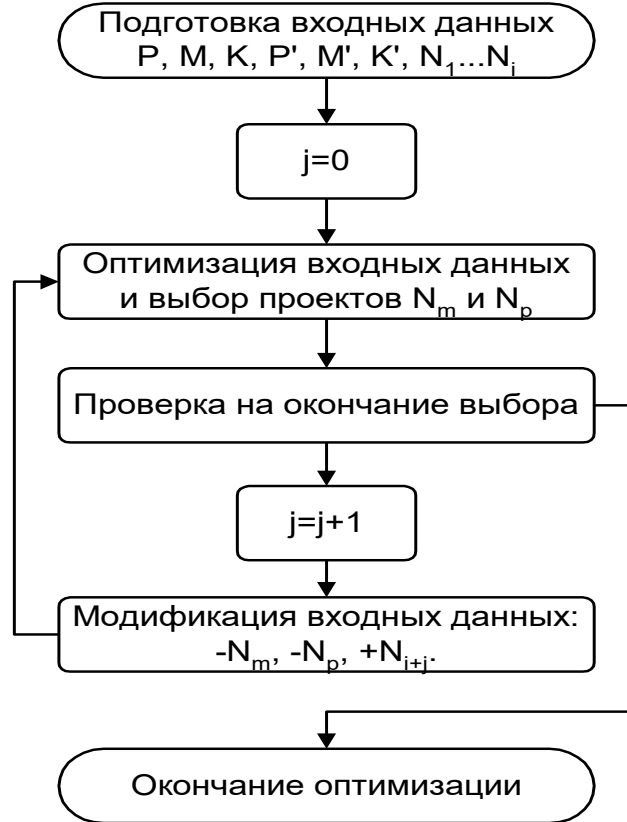


Рисунок 5. Схема итерационного метода оптимизации пакета из произвольного количества инноваций

Расширение метода оптимизации затрат в инновационных проектах для пакета из произвольного количества инноваций носит итерационный характер. Схема процесса оптимизации показана на рисунке 5.

На первом шаге описанным выше методом выбирается оптимальный пакет из двух инноваций. Предположим, что выбраны инновационные проекты  $N_m$  и  $N_p$ . На втором шаге производится модификация входных данных следующим образом: множества, соответствующие проектам  $N_m$  и  $N_p$ , удаляются, но добавляется множество  $N_{i+j}$ , представляющее собой сумму множеств  $N_m$  и  $N_p$ .

Иными словами, вместо двух реальных появляется один виртуальный проект, для осуществления которого требуются те же ресурсы, что и для реализации пакета из инновационных проектов  $N_m$  и  $N_p$  (с учетом дублирования ресурсов).

$$N_{i+j} = N_m \cup N_p$$

где  $j$  – порядковый номер итерации.



После модификации входных данных происходит возврат к первому шагу и повторная оптимизация пакета инновационных проектов. Однако теперь в качестве базового проекта всегда выбирается проект  $N_{i+j}$ , что позволяет избежать построения большого количества диаграмм и сократить затраты на реализацию метода.

Если полученный пакет из трёх реальных инновационных проектов удовлетворяет избранному ЛПР критериям оптимальности, то на этом процесс оптимизации останавливается, если нет – производится ещё одна итерация и так далее.

Модель является линейной и поэтому может быть оптимизирована с применением хорошо разработанного инструментария линейного программирования. Оптимизация модели позволяет найти наилучший с точки зрения затрат способ осуществления всех этапов каждого инновационного проекта, применительно к условиям конкретного предприятия.

### **Список использованных источников и литературы**

1. Дамодаран А. Инвестиционная оценка: Инструменты и методы оценки любых активов. Пер. с англ. – М., Издательство: Альпина Паблишер, 2016.
2. Новицкий Н. А. Современные проблемы и механизмы инвестирования инновационной деятельности в России. – М.: ИЭ РАН, 2017.
3. Чаленко А. Скрытые резервы метода В. Леонтьева «затраты–выпуск» // Вопросы экономики, 2014, №12.

### **List of references**

1. Damodaran A. Investment valuation: Tools and valuation methods of any assets. Per. from English - M., Publisher: Alpina Publisher, 2016.
2. Novitsky N. A. Current problems and mechanisms of investment of innovative activity in Russia. - M.: IE RAS, 2017.
3. Chalenko A. Hidden reserves of Leontief “costs - output” // Economic Issues, 2014, No. 12.