

УДК 656.2

DOI: 10.18384/2310-6646-2018-1-59-69

ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРА ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА С УЧЁТОМ ИНТЕРЕСОВ НАСЕЛЕНИЯ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ВЛАСТЕЙ*

Новоселов А.Л.¹, Новоселова И.Ю.¹, Желтенков А.В.²

¹Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова
115054, г. Москва, Стремянный пер., д. 36, Российская Федерация

²Московский государственный областной университет
105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается формирование набора проектов с учётом критериев, отражающих интересы населения региона и региональных властей. Для оценки интересов населения региона и региональных властей предлагается базовая система критериев, которая может быть дополнена или изменена. Оценка приоритетности проектов проводится на основе метода анализа иерархий одновременно с позиций интереса населения и интереса региона. Полученные оценки используются для формирования оптимизационной модели, в которой минимизируется финансирование на реализацию совокупности выбранных проектов, обеспечивающих заданный уровень удовлетворения интереса населения и региона. Для решения оптимизационной задачи предлагается модификация метода Форса и Мальгранжа. Предложенный подход проиллюстрирован на численном примере.

Ключевые слова: оптимизационная модель, оценка приоритетности, метод анализа иерархий, алгоритм, веса критериев, интересы населения, интересы региона, многовариантные расчёты, проекты развития, софинансирование.

THE FORMATION OF THE OPTIMAL SET OF REGION DEVELOPMENT PROJECTS WITH REGARD TO THE CITIZENS AND REGIONAL AUTHORITIES INTERESTS

A. Novoselov¹, I. Novoselova¹, A. Zheltenkov²

¹Plekhanov Russian University of Economics
36, Stremyanny lane, Moscow, 115054, Russian Federation

²Moscow Region State University
10A, Radio st., Moscow, 105005, Russian Federation

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект «Разработка экономического механизма согласования интересов государства и бизнеса для реализации региональных природоохранных проектов и программ» № 17-02-00010а ОГОН // The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research, the project "Development of an Economic Mechanism for Coordination of State and Business Interests for the Implementation of Regional Environmental Projects and Programs" No. 17-02-00010a OGON.

© Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю., Желтенков А.В., 2018.

Abstract. The article considers the formation of a set of projects considering the criteria reflecting the interests of the population of the region and regional authorities. To assess the interests of the population of the region and regional authorities, a basic system of criteria is proposed, which can be supplemented or amended. The authors carry out the priority evaluation of projects based on the method of analyzing hierarchies from the position of the interests of the citizens and region simultaneously. The obtained estimates are used to form an optimization model in which financing for the implementation of a set of selected projects that provide a given level of satisfaction of the interest of both population and the region is minimized. To solve the optimization problem, a modification of the Fora and Malgrange methods is proposed. The proposed approach is numerically illustrated.

Key words: optimization model, priority estimation, hierarchy analysis method, algorithm, criteria weights, population interests, regional interests, multivariate calculations, development projects, co-financing.

Постановка задачи выбора проектов регионального развития с учётом интересов населения и региональной администрации

Региональное развитие на уровне городов, муниципальных округов, субъектов федерации предполагает выбор проектов, которые соответствуют ожиданиям как региональных властей, так и населения региона [8]. Реализация таких проектов позволяет расширить производство, увеличить валовой региональный продукт, создать рабочие места, увеличить отчисления в региональный и федеральный бюджет, улучшить условия проживания и т. д. [2]. В результате возрастет инвестиционная привлекательность региона, улучшаться его макроэкономические показатели [11].

Развитие регионов предполагает реализацию проектов, ориентированных на интересы не только частных инвесторов, но и региональных властей, а также населения [4; 5]. Критерии, описывающие интересы региональных властей и населения, представлены в табл. 1.

Эти критерии должны быть положены в основу оценки приоритетности проектов регионального развития. Поскольку ранжирование проектов должно быть проведено на основе многокритериального подхода, для решения поставленной задачи возможно использование следующих методов: метода попарного сравнения [1], метода парного сравнения, метода средних рангов, метода анализа иерархий Т. Саати [9]. Последний метод имеет более серьёзное математическое обоснование и ориентирован на оценку в рамках иерархической системы [10]. Рассматриваемая задача оценки приоритетности проектов регионального развития с позиции интересов региональных властей и населения как раз имеет иерархическую структуру. В силу указанных причин для оценки приоритетности проектов в данном случае предлагается использовать метод анализа иерархий (МАИ). При этом в силу особенностей иерархии в рассматриваемой задаче приходится несколько изменить порядок реализации МАИ.

Таблица 1

Возможные критерии оценки интересов сторон при выборе проектов регионального развития

Заинтересованные в реализации проекта стороны	Критерии оценки интересов сторон
Региональные власти	Рост потока отчислений в бюджет Снижение загрязнения окружающей среды Снижение потребления природных ресурсов Рост рабочих мест в регионе Инициализация новых проектов
Население региона	Рост рабочих мест в регионе Рост доходов в регионе Рост социальной помощи Снижение загрязнения окружающей среды

Модели и алгоритмы решения поставленной задачи

Укрупнённый алгоритм решения задачи с учётом модификации метода анализа иерархии следующий:

Шаг 1. Формирование матрицы парных сравнений критериев $i=1,2,\dots,n_{pez}$ для оценки интереса региональных властей и определение вектора весов критериев ρ_i^{pez} .

Шаг 2. Формирование матрицы парных сравнений критериев $j=1,2,\dots,n_{nac}$ для оценки интереса населения и определение вектора весов критериев ρ_j^{nac} .

Шаг 3. Формирование матриц парных сравнений проектов $k=1,2,\dots,m$ для каждого из критериев оценки интереса населения $j=1,2,\dots,n_{nac}$ и расчёт вектора приоритета проектов μ_{jk}^{nac} .

Шаг 4. Формирование матриц парных сравнений проектов $k=1,2,\dots,m$ для каждого из критериев оценки интереса региональных властей $i=1,2,\dots,n_{pez}$ и расчёт вектора приоритета проектов μ_{ik}^{pez} .

Шаг 5. Определение приоритета проектов с точки зрения интересов населения по формуле:

$$\alpha_k^{nac} = \sum_{j=1}^{n_{nac}} \rho_j^{nac} \mu_{jk}^{nac} \quad (1)$$

Шаг 6. Определение приоритета проектов с точки зрения интересов региональных властей по формуле:

$$\alpha_k^{pez} = \sum_{i=1}^{n_{pez}} \rho_i^{pez} \mu_{ik}^{pez} \quad (2)$$

Шаг 7. Определение итогового приоритета проектов

$$\beta_k = \frac{\alpha_k^{pez} + \alpha_k^{nac}}{2} \quad (3)$$

Далее необходимо провести оптимальный выбор проектов с целью эффективного использования ресурсов региона [5] и удовлетворения интересов на-

селения и региональных властей. Итоговый приоритет рекомендуется использовать в качестве доли софинансирования проекта из регионального бюджета, т. е. при затратах на реализацию проектов регионального развития Z_k , $k=1,2,\dots,m$ софинансирование из регионального бюджета составит величину $\beta_k Z_k$. Тогда оптимальный выбор проектов можно осуществить с модели следующего вида:

Критерий оптимальности минимизация суммарного объёма финансирования из регионального бюджета: $f(X) = \sum_{k=1}^m \beta_k Z_k X_k \rightarrow \min$ (4)

Ограничение 1 – суммарный приоритет выбранных проектов должен быть не меньше требуемой для региона величины A^{pez} :

$$\sum_{k=1}^m \alpha_k^{pez} X_k \geq A^{pez} \quad (5)$$

Ограничение 2 – суммарный приоритет выбранных проектов должен быть не меньше требуемой для населения величины A^{nac} :

$$\sum_{k=1}^m \alpha_k^{nac} X_k \geq A^{nac} \quad (6)$$

Искомые значения фиксируют факт выбора проекта или отказа от него, т. е. являются булевыми: $X_k = \begin{cases} 1, & \text{проект выбран} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$ (7)

Полученная модель относится к классу задач линейного программирования с булевыми переменными. Для поиска решения такой задачи можно воспользоваться специальными методами: методом Фора и Мальгранжа [6], методом Лемке и Шпильберга [3], методом случайного поиска и др. Первые два метода являются детерминированными и весьма эффективными. Однако эти методы можно использовать для максимизируемых целевых функций при ограничениях вида “не больше” и всех положительных параметрах модели. Полученная модель имеет критерий минимизации суммарных затрат на проекты и ограничения вида “не меньше”. Для решения задачи в таких условиях авторами была разработана модификация метода Фора и Мальгранжа, которая позволяет решать задачу целочисленного линейного программирования с ограничениями вида “не меньше” и всеми положительными параметрами. Алгоритм предложенной модификации приведён ниже.

Этап 1. Перед проведением расчётов искомые неизвестные следует упорядочить в соответствии с ростом коэффициентов целевой функции.

Этап 2. Первоначальный план формируется следующим образом:

Всем искомым переменным присваивается значение 1. Таким образом, обеспечивается выполнение ограничений задачи.

Начиная с первой искомой переменной, проводится попытка присвоения 0; если при этом нарушается ограничение, переменной присваивается значение 1. После последовательного просмотра всех переменных начальный план сформирован.

Этап 3. Итеративный процесс перебора эффективных вариантов плана и выбора оптимального плана. Очередной план получается из предыдущего следующим образом:

Шаг 1. Отыскивается “младший ноль” в сформированном плане: крайний правый ноль, после которого есть хотя бы одна единица. Если “младший ноль” найден, осуществляется переход к шагу 2); в противном случае – переход к шагу 5).

Шаг 2. В новом плане на месте “младшего нуля” ставится 1.

Шаг 3. Все значения переменных левее “младшего нуля” переносятся без изменения в формируемый вариант плана.

Шаг 4. Значения переменных в формируемом плане правее “младшего нуля” определяются путём последовательного перебора и присвоения значения 0, если позволяют ограничения, или 1 – в противном случае. Переход к шагу 1.

Шаг 5. Для полученных вариантов планов рассчитывается значение функции, т. е. величины затрат. В качестве оптимального варианта принимается тот, в котором величина затрат минимальна.

Пример реализации предложенных моделей и алгоритмов формирования оптимального набора проектов развития региона с учётом интересов населения и региональных властей

Рассмотрим муниципальный округ, в котором предлагается реализация шести проектов, затраты по которым приведены в табл. 2.

Таблица 2

Затраты на реализацию проектов, предлагаемых для реализации в муниципальном округе

Номер проекта	Название проекта	Затраты, млн руб.
1	Расширение машиностроительного производства, специализирующегося на выпуске турбин	510,00
2	Строительство торгового павильона	290,00
3	Расширение птицефабрики	450,00
4	Развитие туризма в регионе за счёт имеющихся природных ресурсов – озера, соснового бора и памятников архитектуры	300,00
5	Расширение добычи на песчано-гравийном карьере	430,00
6	Строительство парка развлечений	240,00

При использовании метода анализа иерархий на шагах 1–2 определяются веса критериев (из табл. 1) для населения и региональных властей. В табл. 3, 4 приведены результаты этих расчётов.

Таблица 3

Веса критериев с позиции региональных властей

Региональные власти	Вес критерия ρ_i^{pez}
Рост потока отчислений в бюджет	0,261172
Снижение загрязнения окружающей среды	0,15671
Снижение потребления природных ресурсов	0,073191
Рост рабочих мест в регионе	0,436676
Инициализация новых проектов	0,072252

Таблица 4

Веса критериев с позиции населения региона

Население региона	Вес критерия ρ_j^{nac}
Рост рабочих мест в регионе	0,170509
Рост доходов в регионе	0,679358
Рост социальной помощи	0,087802
Снижение загрязнения окружающей среды	0,062331

Далее, в соответствии с шагами 3–6 проводится оценка приоритетности проектов. Например, в табл. 5 столбцы приоритетности проектов по отдельным критериям оценки интереса региональных властей определяются, исходя из матриц парных сравнений проектов по каждому из критериев в отдельности. Строка «Вес критерия ρ_i^{pez} » заполняется на основе данных табл. 3. Приоритет проекта α_k^{pez} с учётом всех критериев определяется как сумма приоритетностей проекта, умноженных на веса соответствующих критериев, т. е. по формуле (2). Например, для проекта 1 получаем:

$$0,24 \times 0,26 + 0,20 \times 0,16 + 0,25 \times 0,07 + 0,25 \times 0,44 + 0,22 \times 0,07 = 0,24$$

Аналогично рассчитывается приоритетность проектов с точки зрения населения (табл. 6).

Таблица 5

Оценка приоритетов проектов, исходя из критериев региональных властей

Проекты k	Приоритетность проектов по отдельным критериям оценки интереса региональных властей μ_{ik}^{pez}					Приоритет проекта α_k^{pez}
	1	2	3	4	5	
1	0,24	0,20	0,25	0,25	0,22	0,24

Окончание таблицы 5

Проекты k	Приоритетность проектов по отдельным критериям оценки интереса региональных властей μ_{ik}^{pez}					Приоритет проекта α_k^{pez}
	1	2	3	4	5	
2	0,11	0,10	0,11	0,08	0,07	0,09
3	0,21	0,18	0,18	0,20	0,27	0,20
4	0,11	0,15	0,14	0,12	0,12	0,12
5	0,24	0,25	0,23	0,28	0,25	0,26
6	0,09	0,13	0,08	0,07	0,06	0,08
Вес критерия ρ_i^{pez}	0,26	0,16	0,07	0,44	0,07	1,00

Таблица 6

Оценка приоритетов проектов, исходя из критериев населения

Проекты k	Приоритетность проектов по отдельным критериям оценки интереса населения μ_{jk}^{nac}				Приоритет проекта α_k^{nac}
	1	2	3	4	
1	0,28	0,29	0,23	0,26	0,28
2	0,17	0,16	0,20	0,17	0,17
3	0,18	0,21	0,19	0,17	0,20
4	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
5	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04
6	0,26	0,25	0,26	0,30	0,26
Вес критерия ρ_j^{nac}	0,17	0,68	0,09	0,06	1,00

На основе полученных данных определяется общая приоритетность проектов β_k по формуле (3), которая позволяет оценить величину софинансирования со стороны региона (табл. 7).

Таблица 7.

Расчёт объёма финансирования со стороны региональных властей

Номер проекта	Затраты, млн руб.	Приоритет проекта α_k^{pez}	Приоритет проекта α_k^{nac}	Итоговый приоритет проекта β_k	Объём финансирования со стороны региона, млн руб.
1	510,0	0,24	0,28	0,26	132,1
2	290,0	0,09	0,17	0,13	37,5
3	450,0	0,20	0,20	0,20	90,5
4	300,0	0,12	0,06	0,09	27,6
5	430,0	0,26	0,04	0,15	63,9
6	240,0	0,08	0,26	0,17	40,8

На основе данных табл. 7 формируется численная модель оптимального выбора набора проектов:

$$f(X) = 132,1X_1 + 37,5X_2 + 90,5X_3 + 27,6X_4 + 63,9X_5 + 40,8X_6 \rightarrow \min$$

$$0,24X_1 + 0,09X_2 + 0,20X_3 + 0,12X_4 + 0,26X_5 + 0,08X_6 \geq A^{pez}$$

$$0,28X_1 + 0,17X_2 + 0,20X_3 + 0,06X_4 + 0,04X_5 + 0,26X_6 \geq A^{nac}$$

$$X_k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad k = 1, 2, \dots, 6$$

В приведённой выше численной модели не заданы значения суммарных приоритетов выбранных проектов для региона A^{pez} и для населения A^{nac} . В практике управления рекомендуется проводить многовариантные расчёты с помощью разработанной модели при различных значениях суммарных приоритетов. В табл. 8 приведены результаты многовариантных расчётов при варьировании A^{pez} и A^{nac} от 0,3 до 0,7 с шагом 0,1.

Таблица 8

Результаты многовариантных расчётов на основе модели (4–6)

Установленные значения ограничений		Оптимальные значения искомых переменных X_k для проектов						Минимальные затраты, млн руб.
A^{pez}	A^{nac}	1	2	3	4	5	6	
0,3	0,3	0	1	0	1	0	1	105,8
0,4	0,4	0	1	0	0	1	1	142,2
0,5	0,5	0	1	0	1	1	1	169,8
0,6	0,6	0	1	1	0	1	1	232,7
0,7	0,7	0	1	1	1	1	1	260,3

Исходя из данных, приведённых в табл. 8, можно видеть, что выделение средств на поддержку проектов в размере 105,8 млн руб. позволит обеспечить 30%-ное удовлетворение интересов региона и населения. При этом будут реализованы проекты 2, 4, 6. Выбор варианта расчётов осуществляется региональными властями с учётом их возможностей участия в финансировании проектов.

Заключение

Разработанный методический инструментарий позволяет сформировать оптимальный набор проектов с учётом мнений населения и интереса развития региона с позиции региональных властей. Предложенные модели позволили реализовать принцип партиципации (участия местного населения) при выборе проектов регионального развития в Арктике. Интересы населения отражали

критерии, среди которых были сохранение природных зон для охоты и рыболовства, сохранение заповедных территорий, связанных с религиозными обрядами и т. д. Таким образом, разработанные модели могут быть адаптированы к интересам населения и региональных властей, состав и число критериев могут быть различными. При этом описанные процедуры обработки информации, алгоритмы и математические модели не меняются.

Статья поступила в редакцию 17.01.2018 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авраменко А.А., Зунин С.В., Вишняков Я.Д. Не навреди... Проблемы рейтинговой оценки инвестиционной привлекательности предприятий с учётом экологической составляющей // Российское предпринимательство. 2006. № 4. С. 96–101.
2. Воронцовский А.В. Инвестиции и финансирование: методы оценки и обоснования. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 1998. 528 с.
3. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. М.: Наука, 1967. 368 с.
4. Медведева О.Е. Методы стоимостной оценки ценных природных территорий // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2007. № 1 (19). С. 32–41.
5. Медведева О.Е. Экономический механизм оптимизации землепользования в городах. Серия «В помощь специалисту-практику»: приложение // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2005. Вып. 1. 105 с.
6. Новоселов А.Л., Медведева О.Е., Новоселова И.Ю. Экономика, организация и управление в области недропользования: учеб. и практикум. М.: Юрайт, 2015. 625 с.
7. Потравный И.М. Экологический менеджмент: зарубежная хозяйственная практика // Экономика и математические методы. 1997. Т. 33. № 1. С. 163–166.
8. Потравный И.М., Калаврий Т.Ю., Ларин А.С. Анализ влияния крупномасштабных проектов в сфере природопользования: экологические и социальные аспекты // ЭКО. 2013. № 11 (473). С. 145–158.
9. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / пер. с англ. В.Г. Вачнадзе. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
10. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети. М.: ЛКИ, 2008. 360 с.
11. Шарп У., Александер Б., Бэйли Дж. Инвестиции. М.: ИНФРА-М, 2003. 1028 с.

REFERENCES

1. Avramenko A.A., Zunin S.V., Vishnyakov Ya.D. [Do No Harm... The Problem of Ranking Investment Attractiveness of Enterprises, Taking into Account the Environmental Component]. In: *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Russian Entrepreneurship], 2006, no. 4, pp. 96–101.
2. Vorontsovsky A.V. *Investitsii i finansirovanie: metody otsenki i obosnovaniya* [Investments and Financing: Assessment Methods and Rationale]. St. Petersburg, Publishing House of St. Petersburg State University Publ., 1998. 528 p.
3. Korbut A.A., Finkel'shtein Yu.Yu. *Diskretnoe programmirovaniye* [Discrete Programming]. Moscow, Nauka Publ., 1967. 368 p.

4. Medvedeva O.E. [Natural Areas Value Estimation Methods]. In: *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyy universitet upravleniya)* [Bulletin of the University (State University of Management)], 2007, no. 1 (19), pp. 32–41.
5. Medvedeva O.E. [Economic Optimization of Land Use in Cities. The Series “Help for a Practitioner”: Supplement]. In: *Imushchestvennyye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii. 2005. Vyp. 1* [Property Relations in the Russian Federation], 2005, vol. 1, 105 p.
6. Novoselov A.L., Medvedeva O.E., Novoselova I.Yu. *Ekonomika, organizatsiya i upravlenie v oblasti nedropol'zovaniya: ucheb. i praktikum* [Economics, Organization and Management in the Field of Mineral Resources: a Textbook and Workshop]. Moscow, Yurait Publ., 2015. 625 p.
7. Potravnyi I.M. [Environmental Management: Foreign Economic Practice]. In: *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematical Methods], 1997, vol. 33, no. 1, pp. 163–166.
8. Potravnyi I.M., Kalavrii T.Yu., Larin A.S. [Analysis of the Impact of Large-Scale Projects in the Sphere of Nature Management: Ecological And Social Aspects]. In: *EKO [ECO]*, 2013, no. 11 (473), pp. 145–158.
9. Saati T.L. *Prinyatie reshenii. Metod analiza ierarkhii* [Decision making. Method of Analysis of Hierarchies]. Moscow, Radio and Communication Publ., 1993. 278 p.
10. Saati T.L. *Prinyatie reshenii pri zavisimostyakh i obratnykh svyazyakh. Analiticheskie seti* [Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World]. Moscow, LKI Publ., 2008. 360 p.
11. Sharpe W.F., Alexander G.J., Bailey J.V. *Investitsii* [Investments]. Moscow, INFRA-M Publ., 2003, 1028 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Новоселов Андрей Леонидович – доктор экономических наук, профессор кафедры математических методов в экономике Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова;
e-mail: alnov2004@yandex.ru

Новоселова Ирина Юрьевна – доктор экономических наук, профессор кафедры математических методов в экономике Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова;
e-mail: iunov2010@yandex.ru

Желтенков Александр Владимирович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента и государственного управления Московского государственного областного университета;
e-mail: kaf-menedg@mgou.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrey L. Novoselov – Doctor of Economics, professor at the Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics;
e-mail: alnov2004@yandex.ru

Irina Yu. Novoselova – Doctor of Economics, professor at the Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics;
e-mail: iunov2010@yandex.ru

Alexander V. Zheltenkov – Doctor of Economics, professor, Head of the Department of Management and Public Administration, Moscow Region State University;
e-mail: kaf-menedg@mgou.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю., Желтенков А.В. Формирование оптимального набора проектов развития региона с учётом интересов населения и региональных властей // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2018. № 1. С. 59-69
DOI: 10.18384/2310-6646-2018-1-59-69

FOR CITATION

Novoselov A.L., Novoselova I.Yu., Zheltenkov A.V. The Formation of the Optimal Set of Region Development Projects with Regard to the Citizens and Regional Authorities Interests. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics*, 2018, no. 1, pp. 59-69
DOI: 10.18384/2310-6646-2018-1-59-69