

ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ

М.К. Уандыкова¹, А.Д. Елеукулова²

¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва,

² Евразийский университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан

Эффективное управление отраслью должно базироваться на адекватном информационно-аналитическом отображении происходящих в ней процессов. В статье предлагается методологический инструментарий, заключающийся в комплексной оценке развития отрасли, и раскрывается ее содержание. Разработанная система поддержки принятия решений базируется на модели оптимизации программ развития в нефтегазовой отрасли. Рассмотрен и предложен метод комплексного оценивания вариантов программы на основе матричных сверток. Дана постановка задачи оптимизации программы отраслевого развития как задачи достижения требуемого значения комплексной оценки варианта программы с заданными резервами направлений и минимальными затратами. Предложены алгоритмы ее решения на основе методов сетевого программирования. Данная технология применима и для формирования программ регионального развития.

Ключевые слова: управление, социально-экономическая система, факторы, конкурентоспособность, ВВП, инвестиции, проект, матрица свертки, отрасль.

Введение

Использование научного подхода на основе предварительного математического моделирования развития социально-экономических процессов и систем, происходящих в экономике страны, ее регионов и отраслей, для дальнейшего анализа и прогнозирования их развития, выработки управляющих решений является одной из основных задач инновационной науки. Разработка систем управления региональными и отраслевыми системами требует описания объектов управления (региональных отраслевых структур и др.), выделения существенных факторов-параметров, описывающих социально-экономическую ситуацию в отрасли, оценку выделенных параметров, определения управляющих механизмов и реализации региональных (отраслевых) программ развития, т. е. для управления важно оценить отправную и результирующую точки – направление развития.

Анализ теоретических и методологических аспектов проблем управления и моделирования развития региональных и отраслевых систем, рассматриваемый и развиваемый многими учеными как российскими, так и зарубежными в работах [1–5], приводит к выводу о необходимости создания более эффективных методов влияния на экономическую систему.

Основные субъекты экономики в их взаимосвязи, описываемые в работе [6], представляют пирамиду субъектов экономики в структурном разрезе в виде взаимосвязи «государство – регион – отрасль – предприятие». Экономическую систему региона, следовательно, можно представить как взаимосвязанный комплекс отраслей и предприятий отрасли, что, в свою очередь, предполагает возможность использования оптимизационных методов управления региональными и отраслевыми программами (проектами) развития и возможность создания систем поддержки принятия решений. Методы оптимизации позволяют проводить комплексную оценку экономического и инновационного потенциала отрасли и получать решения при наличии многих критериев.

Реалии развития экономики требуют ориентации на ускоренное инновационное развитие и максимальное использование инвестиционного потенциала. Большое значение имеет не просто совокупный уровень инвестиций в стране, но и его эффективное распределение по регионам и отраслям для достижения требуемого уровня конкурентоспособности.

1. Краткий анализ состояния нефтегазовой отрасли Казахстана

Проблема развития нефтегазовой отрасли Казахстана в высоко конкурентоспособную систему, отвечающую всем современным требованиям и глобальным вызовам, является приоритетным для достижения темпов роста экономики выше среднемировых и для устойчивого продвижения в число 30 передовых стран [7]. Решение такой задачи может быть реализовано инструментами инновационного управления отраслью, в рамках которой предлагается методика комплексного анализа и оценки развития отрасли.

Нефтегазовая отрасль является базовым сегментом как мировой, так и казахстанской экономики, от ее состояния и развития зависит уровень национальной конкурентоспособности и темпы роста экономики.

Простой анализ отрасли по динамике добычи нефти (рис. 1) указывает на ее снижение за последние три года, несмотря на всю важность отрасли для экономики страны в целом [8]. По газу и газовому конденсату аналогичная динамика. В течение последних лет можно заметить снижение доли нефтегазовой отрасли в ВВП Казахстана с 25 до 17,6 %, что объясняется падением цен на нефть. К концу 2013 года экспорт нефти составил 68 млн тонн (55,2 млрд \$), а в 2015 году – 61,3 млн тонн нефти (26,2 млрд \$) – двукратное падение экспорта в долларовом выражении. Также наблюдается снижение доли нефти в экспортных доходах Казахстана до 57 %, а ПИИ снизились в два с лишним раза и составили \$3 млрд [9]. Эти показатели связаны не только с кризисом и тенденциями современной экономики, но также свидетельствуют и о внутренних проблемах отрасли.



Рис. 1. Динамика добычи и потребления нефти в Казахстане в период 2001–2016 гг. ¹

Анализ состояния казахстанского рынка нефти и нефтепродуктов показывает реализацию лишь 5 % нефти на внутреннем рынке, остальные 95 % производимой в РК нефти уходит на экспорт. Отечественные нефтеперерабатывающие заводы не покрывают необходимые объемы внутреннего рынка, которые восполняются за счет импорта. Основной объем нефти экспортируется и поставляется в необработанном (топливном) виде, что свидетельствует о сырьевой направленности экономики страны.

При этом в концепции по вхождению Казахстана в число 30 самых развитых государств мира отмечено, что совершенствование управления нефтяными ресурсами страны откроет возможности создания стимулов для диверсификации частного сектора на новые несырьевые и высокотехнологичные отрасли производства, а также для роста конкурентоспособности казахстанских предприятий в области добычи углеводородных ресурсов [11]. Важным фактором для развития системообразующей отрасли является привлечение иностранных инвестиций.

¹ Составлено авторами согласно данным электронного ресурса [10].

В табл. 1 представлены факторы, их характеристика и влияние, а также возможное решение, позволяющее позитивно рассматривать возможности притока инвестиций в нефтегазовую отрасль и оценить ее будущее развитие.

Таблица 1

Факторы, отражающие возможности притока инвестиций в отрасль

№ п/п	Фактор	Характеристика и влияние фактора	Возможное решение/последствия
1	Мировая цена нефти	Неустойчивость и непредсказуемость, следствие – снижение интереса иностранных компаний	Страны-производители смогли предпринять шаги, направленные на стабилизацию рынка нефти
2	Появление альтернативных нефтедобывающих регионов	Кризис цен ускорил процессы, в том числе открытие сектора нефтедобычи в ряде стран	Предложения стран – исключительно сервисные контракты. В странах ОПЕК – картельные соглашения, следовательно, при низкой себестоимости нефти и других преимуществах создает риски и снижает привлекательность инвестиций
3	Постепенное старение традиционных нефтедобывающих регионов мира	Идет процесс истощения запасов	Увеличивается значение региона Каспийского моря – центра добычи на стыке Европы и Азии
4	Процесс консолидации и глобализации нефтегазовой промышленности мира	Активизация процесса слияния нефтяных компаний	Финансовая вооруженность компаний-гигантов для осуществления крупнейших транспортных проектов, влияние на систему взаимоотношений в нефтяной отрасли мира
5	Потенциальные рынки сбыта	Высококонкурентный мировой рынок нефти	Стратегически выгодное географическое положение Казахстана

Согласно анализу объемов привлеченных прямых иностранных инвестиций (ПИИ), по данным Национального банка РК, валовый приток ПИИ в Казахстан за период с 2005 по 1 полугодие 2015 года составил 215 млрд долларов. Из них 17 млрд долларов США – это инвестиции, привлеченные в обрабатывающий сектор. По данным международного агентства «КазИнформ», в настоящее время в Казахстане осуществляют свою деятельность более 140 действующих иностранных инвесторов в обрабатывающей промышленности. По общему объему прямых иностранных инвестиций (ПИИ) среди развивающихся стран, по отчету ЮНКТАД, Казахстан занял 16-е место, а среди всех стран – 28-е место [12]. По данным информационного портала REGNUM, «в 2016 году чистый приток капитала по статье «Прямые инвестиции» превысил 14,4 млрд долларов США. По сообщению Национального Банка РК, ранее максимальный показатель притока составлял 13,1 млрд долларов США и был зафиксирован в 2008 году» [13]. По данным финансового регулятора, «в 2016 году валовый приток прямых иностранных инвестиций (ПИИ) в Казахстан увеличился на 40 % в сравнении с 2015 годом и составил 20,6 млрд долларов США». Деньги были направлены в горнодобывающую и обрабатывающую промышленность, а также на проведение геологической разведки и изысканий.

Таким образом, в Казахстане назрела необходимость в анализе эффективности инвестиций в наиболее важных для социально-экономического развития сферах и отраслях, к которым, безусловно, относится нефтегазовый сектор экономики РК.

2. Методика комплексной оценки развития отрасли

При решении многокритериальных задач часто используются различные методы свертки критериев в один обобщенный (комплексный) критерий. Для построения обобщенных оценок объектов используется дерево целей. При этом каждый элемент (вершина) дерева, включая ито-

говый, дезагрегируется ровно на два подэлемента, то есть используется так называемый метод дихотомии [14–16]. При этом агрегирование каждой пары элементов в элемент последующего (верхнего) уровня производится с помощью логических матриц свертки.

Поиск решения оптимальной свертки показателей многокритериальной задачи не представляет особых сложностей, если предпочтение по одному критерию влечет за собой такое же предпочтение по другому критерию, т. е. критерии кооперируются. Решение многокритериальной задачи также не представляет особых сложностей, если критерии нейтральны по отношению друг к другу, т. е. поиск решения по одному критерию никаким образом не отражается на поиске решения по другому критерию. Однако данные случаи относятся к частным. В общем, сложность решения многокритериальных задач состоит в том, что критерии конкурируют друг с другом. В большинстве практических задач поиск более предпочтительного решения по одному критерию приводит к тому, что решение становится менее предпочтительным по другому критерию. Решать задачу многокритериальной оптимизации, предлагается через множество Парето. Оптимальность по Парето – такое состояние системы, при котором значение каждого частного критерия, описывающего состояние системы, не может быть улучшено без ухудшения положения других элементов. Таким образом, признается право на все изменения, которые не приносят никому дополнительного вреда. Множество состояний системы, оптимальных по Парето, называют «множеством Парето» либо «множеством оптимальных альтернатив» [17].

Человек способен эффективно оценить (соразмерить) только ограниченное число целей и лучше всего, если на каждом шаге оценки приходится сравнивать не более двух критериев. Такое сравнение в случае двух критериев удобно проводить, представляя результаты в виде таблицы (матрицы). Предварительно перейдем к дискретной шкале оценок по каждому критерию, а именно будем оценивать состояние отрасли по каждому критерию по четырехбалльной шкале: плохо, удовлетворительно, хорошо, отлично, или в числовых оценках – один, два, три, четыре.

По результатам проведенного анализа нефтегазовой отрасли, рассмотрим факторы-критерии, по которым будем проводить комплексную оценку региона и отрасли: состоящие из критериев ВВП; добыча нефти и газового конденсата; привлечение иностранных инвестиций в нефтегазовый сектор; экспорт нефти, включая газовый конденсат. Начнем формирование комплексной оценки на основе построения иерархической структуры (дерева) критериев.

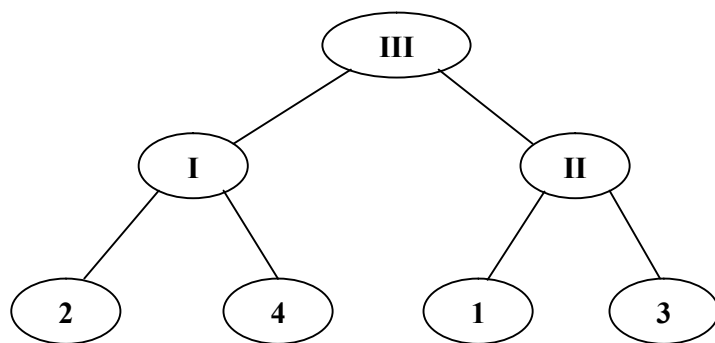


Рис. 2. Структура формирования интегральной оценки потенциала развития

Идея в том, что все критерии организуются в определенную иерархическую структуру. На каждом уровне этой структуры происходит построение агрегированной оценки критериев предыдущего уровня. На рис. 2 приводится иерархическая структура для названных выше четырех факторов-критериев оценки развития (обозначим их цифрами 1; 2; 3; 4 соответственно). Представляется естественным сначала объединить критерии добыча нефти и газового конденсата (2) и экспорт нефти, включая газовый конденсат (4), в один агрегированный обобщенный показатель и, обозначив римской цифрой I, назовем производственным потенциалом. Далее, объединяя ВВП (1) и привлечение иностранных инвестиций в нефтегазовый сектор (3), получим второй агрегированный показатель II, назовем его финансовым потенциалом. Наконец, агрегируя производственный потенциал с финансовым, получаем интегральную оценку потенциала развития – комплексную оценку развития отрасли региона, который обеспечивает анализируемый вариант программы развития. Особенностью иерархической структуры (см. рис. 2) является агрегирование в каждом узле дерева только двух оценок. Это крайне привлекательная особенность. Дело в том, что комплексная оценка должна отражать приоритеты развития отрасли региона.

Формирование этих приоритетов, а значит и формирование комплексной оценки должно проводиться первыми лицами (главой администрации, его заместителями, начальниками управ-

лений), то есть лицами, принимающими решения. Здесь мы сталкиваемся с чисто психологической проблемой. Поэтому, как отмечалось выше, на каждом шаге оценки удобно сравнивать не более двух критериев, представляя результаты в виде таблицы (матрицы) по четырехбалльной шкале. В таких же шкалах будем оценивать агрегированную и комплексную оценки.

Далее необходимо задать матричные свертки для каждого из узлов I, II, III структуры рис. 2. Поскольку число оценок равно 4, то необходимо определить три матрицы 4×4. Определение матрицы является важной задачей, поскольку эти матрицы задают приоритеты показателей. Так, например, если показатель 2 (добыча нефти и газового конденсата) имеет определенный приоритет по сравнению с показателем 4 (экспорт нефти, включая газовый конденсат), то матрица может иметь следующий вид, отображенный на рис. 3. Действительно, при оценке по показателю 2, равной 2, а по показателю 4, равной 1, обобщенный показатель равен 2. При обратной картине (оценка 1 по показателю 2 и оценке 2 по показателю 4) обобщенная оценка равна 1. На рис. 4 приведен пример матрицы свертки для показателей 1 и 3 (предполагающий, что эти показатели одинаково приоритетны). На рис. 5 приведен пример матрицы свертки показателей производственного и финансового потенциалов.

4	3	3	4	4
3	2	3	3	3
2	2	2	2	3
1	1	1	2	2
2 4	1	2	3	4

Рис. 3. Матричная свертка для узла I

4	2	3	3	4
3	2	2	3	3
2	1	2	2	3
1	1	1	2	2
1 3	1	2	3	4

Рис. 4. Матричная свертка для узла II

4	3	3	4	4
3	2	3	3	3
2	2	2	2	3
1	1	1	2	2
II 1	1	2	3	4

Рис. 5. Матричная свертка для узла III

В данном случае принято, что финансовый потенциал имеет определенный приоритет перед производственным. Окончательно получаем систему формирования интегрального показателя развития потенциала, приведенную на рис. 6.

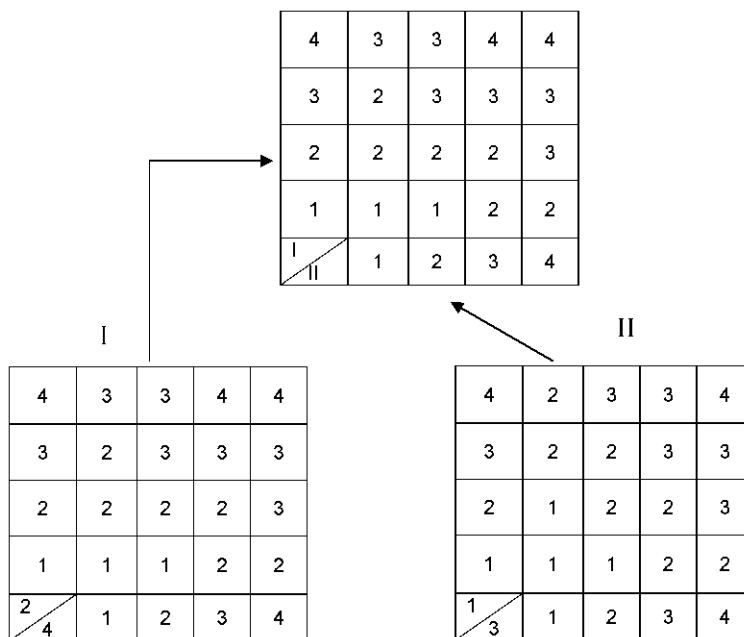


Рис. 6. Система формирования интегрального показателя развития потенциала

Заметим, что изложенный метод формирования интегральной оценки сегодня является весьма популярным для получения интегральных (комплексных) оценок состояния и деятельности и применяется в самых различных областях. Отметим систему комплексного оценивания состояния региона, уровня безопасности дорожного движения, уровня экологической безопасности и другие.

Формирование матриц свертки показателей является крайне важной задачей, для решения которой привлекаются ведущие эксперты в данной области. Система комплексного оценивания утверждается высшим руководством отрасли, поскольку она является инструментом выработки стратегии развития потенциала нефтедобывающей промышленности. Число градаций шкал может быть увеличено, что повысит точность расчетов.

3. Формирование стратегии развития потенциала

4	100	60	80	70
3	40	25	40	20
2	15	8	20	6
1	5	3	7	2
j \ i	1	2	3	4

Рис. 7. Затраты S_{ij}

Построив систему комплексного оценивания, можно перейти к задаче формирования стратегии развития потенциала.

Стратегией развития потенциала называется набор оценок по показателям, обеспечивающих требуемое значение интегральной оценки с минимальными затратами.

Пусть определены затраты S_{ij} , требуемые для перехода к оценке j по показателю i , $i = \overline{1,4}$, $j = \overline{1,4}$. Пример таблицы затрат S_{ij} приведен на рис. 7).

Методы получения этих оценок будут рассмотрены ниже.

Описание алгоритма

1 шаг. Рассматриваем матрицу свертки показателей 2 и 4 (матрица 1), рис. 8. В клетках матрицы помимо оценки (первое число) пишем суммарные затраты на получение соответствующей оценки (второе число). Из всех клеток, имеющих одну и ту же оценку производственного потенциала, выбираем клетку с минимальным вторым числом. Это число определяет минимальные затраты, требуемые для получения соответствующей оценки производственного потенциала.

Так, например, из всех клеток с оценкой производственного потенциала 2 минимальное второе число имеет клетки (2; 10), следовательно, минимальные затраты на достижение оценки 2 (удовлетворительно) равны 10. В результате получаем табл. 2 минимальных затрат на достижение оценок 1, 2, 3 и 4 соответственно (затраты для удержания оценки 1 требуются, чтобы не допустить ухудшения ситуации).

4;60	3;62	3;66	4;80	4;130
3;25	2;27	3;31	3;45	3;97
2;8	2;10	2;14	2;28	3;78
1;3	1;5	1;9	2;23	2;73
2 \ 4	1;2	2;6	3;20	4;70

Рис. 8. Матрица свертки показателей 2 и 4

Таблица 2
Минимальные затраты на достижение оценок 1, 2, 3 и 4

Оценка	1	2	3	4
Затраты	5	10	31	80

2 шаг. Рассмотрим матрицу свертки финансового потенциала, представленную на рис. 9. Действуем аналогично первому шагу.

В результате получаем табл. 3.

4:100	2:107	3:120	3:140	4:180
3:40	2:47	2:60	3:80	3:120
2:15	1:22	2:35	2:55	3:95
1:5	1:12	1:25	2:45	2:85
1 3	1:7	2:20	3:40	4:80

Рис. 9. Матрица свертки показателей 1 и 3

Таблица 3

Оценка	1	2	3	4
Затраты	7	35	80	180

3 шаг. Рассмотрим матрицу III свертки производственного и финансового потенциала, отображенную на рис. 10.

Данные о затратах на повышение оценок производственного и финансового потенциалов берутся из таблиц I и II соответственно. В результате получаем табл. 4 минимальных затрат на достижение требуемой величины интегральной оценки потенциала развития.

4:80	2:87	3:115	3:160	4:260
3:31	2:38	2:66	3:111	3:211
2:10	1:17	2:45	2:90	1:190
1:5	1:12	1:40	2:85	2:185
I II	1:7	2:35	3:80	4:180

Рис. 10. Матрица III свертки производственного и финансового потенциала

Таблица 4

Оценка	1	2	3	4
Затраты	12	38	111	260

Для определения стратегий развития применяем метод «обратного хода»:

1. Стратегия повышения интегральной оценки до оценки «удовлетворительно».

Описание алгоритма

Рассмотрим табл. 4. Оценка 2 соответствует клетке (2; 38) рис. 10. Этой клетке, в свою очередь, соответствует вариант 1 табл. 3 и вариант 3 табл. 2. Варианту 1 табл. 3 соответствует сохранение показателей 1 и 3 на уровне 1 (плохо).

Варианту 3 табл. 2 соответствует клетка (3; 31) рис. 8, то есть достижение оценки 3 (хорошо) показателю 2 (добыча нефти и газового конденсата) и достижение оценки 2 (удовлетворительно) по показателю 4 (экспорт нефти, включая газовый конденсат). Окончательно стратегия достижения оценки «удовлетворительно» имеет следующий вид:

Str(2) = (1; 3; 1; 2) с затратами 38.

2. Стратегия повышения интегральной оценки потенциала развития до оценки 3 (хорошо). Применяем алгоритм, описанный выше. Оценке 3 табл. 4 соответствует клетка (3; 111) рис. 10. Этой клетке соответствует вариант 3 табл. 3 и вариант 3 табл. 2. Варианту 3 табл. 3 соответствует клетка (3; 80) рис. 9, то есть достижение оценок 3 (хорошо) по обоим показателям 1 и 3. Варианту 3 табл. 2 соответствует клетка (3; 31) рис. 8, то есть достижение оценки 3 по показателю 2 и оценки 2 по показателю 4, соответствующая стратегии, имеет вид

Str(3) = (3; 3; 3; 2) с затратами 111.

3. Стратегия повышения интегральной оценки потенциала развития до оценки 4 (отлично). Оценке 4 соответствует клетка (4; 260) рис. 10, то есть достижение оценок 4 по производствен-

ному и финансовому потенциалам, то есть вариант 4 табл. 3 и вариант 4 табл. 2. Варианту 4 табл. 3 соответствует клетка (4; 180) рис. 9, то есть достижение оценок 4 (отлично) по показателям 1 и 3. Варианту 4 табл. 2 соответствует клетка (4; 80) рис. 8, то есть достижение оценки 4 по показателю 2 и оценки 3 по показателю 4. Соответствующая стратегия имеет следующий вид:

$\text{Str}(4) = (4; 4; 4; 3)$ с затратами 260.

3. Получение минимальных затрат.

Рассмотрим задачу получения таблицы затрат (S_{ij}). Пусть для каждого показателя имеется множество Q_j инновационных проектов. Каждый проект характеризуется двумя величинами – затраты на его реализацию и эффект (прирост соответствующего показателя) от его реализации. Затраты проекта i будем обозначать c_i , а эффект – a_i . Номер показателя опускаем, поскольку алгоритм будет один и так же для всех показателей. Итак, обозначим Y текущее значение рассматриваемого показателя. Без ограничения общности можно принять, что $Y < A_1$, то есть текущая оценка показателя равна 1 (плохо).

$$\Delta_1 = A_1 - Y, \quad \Delta_2 = A_2 - Y, \quad \Delta_3 = A_3 - Y.$$

То есть минимальные приращенные показатели, требуемые для получения оценок 2, 3, 4, соответственно обозначим $x_i = 1$, если проект i вошел в программу инновационного развития по рассматриваемому показателю, $x_i = 0$ – в противном случае. Задача заключается в определении портфеля проектов, включаемых в программу по данному показателю, обеспечивающих прирост показателя на Δ_1 , Δ_2 или Δ_3 (в зависимости от поставленной стратегической цели) с минимальными затратами. Затраты на портфель $x = (x_i)$ составят

$$C(x) = \sum_i c_i x_i, \quad (1)$$

а прирост показателя

$$A(x) = \sum_i a_i x_i \geq \Delta_j, \quad j = 1, 2, 3. \quad (2)$$

Это классическая задача о ранце, эффективно решаемая при целочисленных значениях параметров методом дихотомического программирования [4].

Рассмотрим соответствующий алгоритм на примере.

Пример. Пусть $Y = 7$, $A_1 = 11$, $A_2 = 17$, $A_3 = 22$. Имеем $\Delta_1 = 4$, $\Delta_2 = 10$, $\Delta_3 = 15$. Имеются шесть инновационных проектов, данные о которых приведены в табл. 5.

Таблица 5

i	1	2	3	4	5	6
a_i	3	6	7	8	5	6
c_i	6	5	8	6	7	6

Задача – определить x_i , $i = 6$, минимизирующие

$$4x_1 + 5x_2 + 3x_3 + 6x_4 + 7x_5 + 2x_6$$

при ограничении

$$3x_1 + 6x_2 + 7x_3 + 8x_4 + 5x_5 + 2x_6 \geq 15$$

(ниже показано, что, решив задачу при $\Delta_3 = 16$, мы получаем оптимальные решения и для $\Delta_2 = 10$, и для $\Delta_1 = 4$).

Сначала выберем структуру дихотомического представления задачи. Это может быть любое дихотомическое дерево. Возьмем, например, следующую структуру, представленную на рис. 11.

Согласно этой структуре сначала решается задача с двумя проектами 1 и 2, затем аналогичная задача решается для проектов 3 и 4 и т. д. Заметим, что каждый раз решается задача с двумя проектами (или обобщенными проектами).

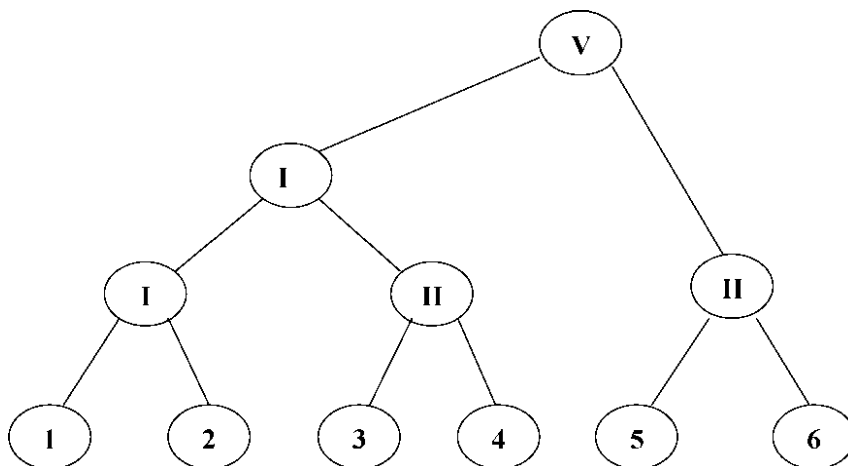


Рис. 11

1 шаг. Рассмотрим проекты 1 и 2. Решение приведено ниже в виде матрицы. Первое число в клетках равно эффекту, а второе – затратам. Результаты представлены в табл. 6.

1	3;6	9;9
0	0;0	6;5
1 2	0	1

Таблица 6

Обобщенный проект I

Вариант	0	1	2
Эффект	0	6	9
Затраты	0	5	9

Вариант (3; 6) исключен, поскольку он доминируется вариантом (6; 5), при меньших затратах получаем больший эффект.

2 шаг. Рассмотрим проекты 3 и 4, решение приведено ниже в виде матрицы. Результаты сведены в табл. 7.

1	8;6	15;14
0	0;0	7;8
4 3	0	1

Таблица 7

Обобщенный проект II

Вариант	0	1	2
Эффект	0	8	15
Затраты	0	6	14

3 шаг. Рассмотрим проекты 5 и 6. Решение приведено ниже в виде матрицы. Результаты сведены в табл. 8.

1	6;6	11;13
0	0;0	5;7
6 5	0	1

Таблица 8

Обобщенный проект III

Вариант	0	1	2
Эффект	0	6	11
Затраты	0	6	13

4 шаг. Рассмотрим обобщенные проекты I и II (рис. 12).
Результаты представлены в табл. 9.

2	9;9	17;15	-
1	6;5	14;11	-
0	0;0	8;6	15;14
I II	0	1	2

Рис. 12. Обобщенные проекты I и II

Обобщенный проект IV

Таблица 9

Вариант	0	1	2	3	4	5
Эффект	0	6	8	9	14	15
Затраты	0	5	6	9	11	14

5 шаг. Рассмотрим обобщенные проекты III и IV (рис. 13)

2	11; 13	17; 18	-	-	-	-	-
1	6; 6	12; 11	14; 12	15; 15	-	-	-
0	0; 0	6; 5	8; 6	9; 9	14; 11	15; 14	-
III IV	0	1	2	3	4	5	6

Рис. 13. Обобщенные проекты III и IV

При $\Delta_3 = 15$ оптимальный вариант определяется клеткой (15; 14). Ему соответствует вариант 0 объединенного проекта III и вариант 5 объединенного проекта IV. Варианту V объединенного проекта IV соответствует вариант 0 объединенного проекта I и вариант 2 объединенного проекта II. Таким образом, для достижения оценки 4 в программу следует включить проекты 3 и 4 с затратами 14. При $\Delta_2 = 10$ оптимальный вариант определяется клеткой (14; 11), то есть вариантом 0 объединенного проекта III и вариантом 4 объединенного проекта IV. Варианту 4 объединенного проекта IV соответствует вариант 1 объединенных проектов I и II, то есть включение в программу проектов 2 и 4 с затратами 11. Наконец, при $\Delta_1 = 4$ оптимальный вариант определяется клеткой (6; 5), что соответствует варианту 0 объединенного проекта III и варианту 1 объединенного проекта IV, то есть включение в программу проекта 2 с затратами 5.

Окончательно получаем, что минимальные затраты, требуемые для достижения оценок 2, 3 и 4 по рассматриваемому показателю, равны:

$$S_2 = 5, S_3 = 11, S_4 = 14.$$

Подобные задачи решаются для каждого показателя. В результате получаем матрицу (S_{ij}) , используемую в задаче разработки стратегии развития.

Метод «Затраты – Эффект». При большом числе проектов часто применяется приближенный метод «Затраты – Эффект». Суть метода в том, что определяется показатель эффективности каждого проекта.

$$q_i = \frac{a_i}{c_i}. \quad (3)$$

Затем проекты упорядочиваются по убыванию эффективностей и отбираются в программу в полученной очередности до получения требуемого эффекта, применим этот метод к предыдущему примеру (табл. 10).

Таблица 10

i	1	2	3	4	5	6
q_i	0,5	1,2	0,87	1,33	0,71	1,0

Упорядочение по эффективности имеет следующий вид:

$4 \rightarrow 2 \rightarrow 6 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 1$.

При $\Delta_1 = 4$ в программу включается проект 4 с затратами $S_2 = 6$.

При $\Delta_2 = 10$ в программу включаются проекты 2 и 4 с затратами $S_3 = 11$.

При $\Delta_3 = 15$ в программу включаются проекты 4, 2 и 6 с затратами $S_4 = 17$.

Заключение

В работе предложена оригинальная технология формирования программ отраслевого развития, включающая механизмы конкурсного отбора предприятий и технологию реформирования и реструктуризации предприятий, включенных в программу. Рассмотрен и предложен метод комплексного оценивания вариантов программы на основе матричных сверток. Дана постановка задачи оптимизации программы отраслевого развития как задачи достижения требуемого значения комплексной оценки варианта программы с заданными резервами направлений и минимальными затратами. Предложены алгоритмы ее решения на основе методов сетевого программирования. Данная технология применима и для формирования программ регионального развития.

Литература

1. Гранберг, А.Г. Основы региональной экономики: учеб. для вузов / А.Г. Гранберг. – М.: ГУ ВШЭ, 2000.
2. Андреев, А.В. Региональная экономика / А.В. Андреев. – СПб.: Питер, 2012.
3. Бахтизин, А.Р. Сравнительные оценки инновационного потенциала регионов Российской Федерации / А.Р. Бахтизин, Е.В. Акинфеева // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 3.
4. Ерохина, Е. Структура и особенности региональной инновационной системы / Е. Ерохина // Проблемы теории и практики управления. – 2013. – № 2.
5. Орешин, В.П. Управление региональной экономикой / В.П. Орешин, Л.В. Потапов. – М.: ТЭИС, 2003.
6. Клейнер, Г.Б. Государство – регион – отрасль – предприятие: каркас системной устойчивости экономики России. Часть 2 / Г.Б. Клейнер // Экономика региона. – 2015. – № 3.
7. Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 31 января 2017 г. – http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazahstan-nazarbaeva-narodu-kazahstana-31-yanvary-2017-g.
8. Информационное агентство Neftegaz.RU. – <http://neftegaz.ru/news/view/157327-Dobychnafti-v-Kazahstane-v-2016-g-snizilas-na-14-sokraschenie-nablyudaetsya-i-po-gazu>.
9. Тукаев, А. Нефтяной комплекс Казахстана: ориентиры развития с учётом текущей ситуации в мировой экономике / А. Тукаев // III международная ежегодная конференция «Нефтепереработка и нефтехимия Центральной Азии». Астана, 2016. – <http://www.akhmadinvest.com/2016/06/15/dolya-neftegazovoj-otrasli-v-vyp-kazahstana-snizilas-s-25-do-17/>.
10. Информационное агентство Neftegaz.RU. – <http://neftegaz.ru/news/view/157327-Dobychnafti-v-Kazahstane-v-2016-g-snizilas-na-14-sokraschenie-nablyudaetsya-i-po-gazu>.
11. Леонтьев, С.В. Модели и методы управления региональным развитием / С.В. Леонтьев. – М.: Физматлит, 2002.
12. ИА inform.kz. – http://www.inform.kz/ru/pritok-pryamyh-investiciy-za-10-let-v-kazahstan-sostavil-215-mlrd-dollarov-kaznex-invest_a2847119.
13. ИА Regnum. – <https://regnum.ru/news/economy/2257118.html>.
14. Баркалов, С.А. Методы агрегирования в управлении проектами / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, Н.М. Гилязов. – М.: ИПУ РАН, 1999.
15. Модели и методы оптимизации региональных программ развития / Н.Г. Андронникова, С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, А.М. Котенко. – М.: ИПУ РАН, 1994.
16. Модели и механизмы внутрифирменного управления / И.К. Ануфриев, В.Н. Бурков, Н.И. Вилкова, С.Т. Рапацкая. – М.: ИПУ РАН, 1994.
17. Бычков, А.В. О применении метода Парето-оптимальности при оценке эффективности функционирования организационных структур материально-технического обеспечения / А.В. Бычков, С.А. Романчиков // Молодой ученый. – 2014. – № 20. – С. 247–249.

Уандыкова Мафура Кусмановна, докторант, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва; umk63@mail.ru.

Елеукулова Анэль Дархановна, докторант PhD, Евразийский университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан; aneka_010@mail.ru.

Поступила в редакцию 4 мая 2017 г.

DOI: 10.14529/ctcr170308

FORMATION OF INTEGRATED EVALUATION OF THE LEVEL OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE SECTOR

M.K. Uandykova¹, umk63@mail.ru,

A.D. Yeleukulova², aneka_010@mail.ru

¹ Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation,

² L.N.Gumilev Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan

Effective management of the industry should be based on adequate information-analytical mapping of the processes occurring in it. The article proposes a methodological toolkit, consisting in an integrated assessment of the development of the industry, and discloses its content. The developed decision support system is based on the optimization model of development programs in the oil and gas industry. A method for complex estimation of program variants based on matrix convolutions is considered and proposed. The problem of optimization of the program of branch development is formulated as a task of achieving the required value of a complex evaluation of a program variant with given direction reserves and minimum costs. Algorithms for its solution based on methods of network programming are proposed. This technology is also applicable for the formation of regional development programs.

Keywords: management, socio-economic system, factors, competitiveness, GDP, investment, project, matrix of convolution, industry.

References

1. Granberg A.G. *Osnovy regional'noy ekonomiki: uchebnik dlya vuzov* [Fundamentals of Regional Economy: Textbook for Higher Education Institutions]. Moscow, Higher School of Economics Publ., 2000. 492 p.
2. Andreev A.V. *Regional'naya ekonomika* [Regional Economy]. SPb., Piter Publ., 2012. 460 p.
3. Bakhtizin A.R., Akinfeeva E.V. [Comparative Estimates of Innovation Potential of Russian Regions]. *Problems of Forecasting*, 2010, no. 3, pp. 73–81. (in Russ.)
4. Erokhina E. [Structure and Features of a Regional Innovation System]. *Problems of Theory and Practice of Management*, 2013, no. 2, pp. 63–71. (in Russ.)
5. Oreshin V.P., Potapov L.V. *Upravlenie regional'noy ekonomikoy* [Management of Regional Economy]. Moscow, TJeIS Publ., 2003. 145 p.
6. Kleyner G.B. [State – Region – Branch – Enterprise: Framework of System Stability of the Russian Economy. Part 2]. *Economy of the region*, 2015, no. 3, pp. 22–30. (in Russ.)
7. *Poslanie Prezidenta Respubliki Kazakhstan N. Nazarbaeva narodu Kazahstana. 31 yanvarya 2017 g.* [Message of the President of the Republic of Kazakhstan N.Nazarbayev to the People of Kazakhstan. January 31, 2017] Available at: http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazahstan-nnazarbaeva-narodu-kazahstana-31-yanvarya-2017-g.

8. *Dobycha* [Extraction]. Informatsionnoe agentstvo Neftegaz.RU [News Agency Neftegaz.RU]. Available at: <http://neftegaz.ru/news/view/157327-Dobycha-nefti-v-Kazahstane-v-2016-g-snizilas-na-14-sokraschenie-nablyudaetsya-i-po-gazu>.

9. Tukaev A. [Oil Complex of Kazakhstan: Development Guidelines Taking into Account the Current Situation in the World Economy]. *III mezhdunarodnaya ezhegodnaya konferentsiya "Neftepererabotka i neftekimiya Tsentral'noy Azii"* [III International Annual Conference "Oil Refining and Petrochemistry of Central Asia"]. Astana, 2016. Available at: <http://www.akhmadi-invest.com/2016/06/15/dolya-neftegazovoj-otrasli-v-vvp-kazaxstana-snizilas-s-25-do-17/> (in Russ.)

10. *Snizheniye dobychi* [Decline in Extraction]. Informatsionnoe agentstvo Neftegaz.RU [News Agency Neftegaz.RU]. Available at: <http://neftegaz.ru/news/view/157327-Dobycha-nefti-v-Kazahstane-v-2016-g-snizilas-na-14-sokraschenie-nablyudaetsya-i-po-gazu>.

11. Leont'ev S.V. *Modeli i metody upravleniya regional'nym razvitiem* [Models and Methods for Managing of Regional Development]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2002. 43 p.

12. *Pritok pryamykh investitsiy* [Inflow of Direct Investments] IA inform.kz [News Agency inform.kz] Available at: http://www.inform.kz/ru/pritok-pryamyh-investitsiy-za-10-let-v-kazahstan-sostavil-215-mlrd-dollarov-kaznex-invest_a2847119.

13. *Itogi finansovykh pokazateley po 2016 g natsional'nogo banka* [Results of financial indicators for 2016 of the National Bank] IA Regnum [News agency Regnum] Available at: <https://regnum.ru/news/economy/2257118.html>.

14. Barkalov S.A., Burkov V.N., Giljazov N.M. *Metody agregirovaniya v upravlenii proektami* [Methods of Aggregation in Project Management]. Moscow, IPU RAN Publ., 1999. 55 p.

15. Andronnikova N.G., Barkalov S.A., Burkov V.N., Kotenko A.M. *Modeli i metody optimizatsii regional'nykh programm razvitiya* [Models and Methods of Optimization of Regional Development Programs]. Moscow, IPU RAN Publ., 1994. 60 p.

16. Anufriev I.K., Burkov V.N., Vilkova N.I., Rapackaya S.T. *Modeli i mekhanizmy vnutrifirmennogo upravleniya* [Models and Mechanisms of Intrafirm Management]. Moscow, IPU RAN Publ., 1994. 72 p.

17. Bychkov A.V., Romanchikov S.A. [On the Application of the Pareto-optimality Method in Assessing the Effectiveness of the Functioning of Organizational Structures of Material and Technical Support]. *Young Scientist*, 2014, no. 20, pp. 247–249. (in Russ.)

Received 4 May 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Уандыкова, М.К. Формирование интегральной оценки уровня инновационного развития отрасли / М.К. Уандыкова, А.Д. Елеукулова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 75–87. DOI: 10.14529/ctcr170308

FOR CITATION

Uandykova M.K., Yeleukulova A.D. Formation of Integrated Evaluation of the Level of Innovative Development of the Sector. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2017, vol. 17, no. 3, pp. 75–87. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr170308