

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НЕФТЕБУРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЯ МУЛЬТИКРИТЕРИАЛЬНОЙ ПОЛЕЗНОСТИ

Аннотация.

Актуальность и цели. Актуальность исследования обусловлена динамическими изменениями, происходящими на мировом и отечественном рынке нефтяной промышленности. Крупнейшие нефтедобывающие компании готовят ряд «мегапроектов», направленных на повышение показателей добычи и качества конечного продукта. Однако ожидается, что реализация таких проектов будет сопряжена с повышением негативной нагрузки на окружающую среду, возрастанием социальных рисков неприятия новых инициатив общественностью. В связи с этим на первый план выходит эффективное управление реализацией инвестиционных проектов, в рамках которого могут быть максимально учтены интересы всех участников инвестиционного процесса, увеличена экономическая, социальная, экологическая отдача при формировании технологического комплекса нефтебурения на основе современных технологий.

Материалы и методы. В основу исследования легли статистические данные по отрасли, подготовленные Росстатом, методики управления инвестиционными проектами на отечественных предприятиях нефтяной промышленности, публично доступные программы компаний нефтяной отрасли по реализации стратегических инициатив, а также экспертные оценки, позволившие сформировать комплексный набор показателей для оценки технологического комплекса нефтебурения. В основу авторской методики был положен системный подход, способствующий решению проблемы выбора технологического комплекса на уровне системы, с учетом широкого спектра показателей, охватывающих разные аспекты реализации инвестиционного проекта нефтедобычи.

Результаты. Автор излагает основные характеристики предлагаемой методики выбора технологического комплекса нефтебурения: подробно изложена процедура принятия решения по инвестиционному проекту, структура технологического комплекса проекта бурения, описаны показатели, по которым должен оцениваться технологический комплекс, с обоснованием необходимости их применения, приведена формула расчетов индивидуальных полезностей систем по параметру и мультикритериальной полезности системы, определена роль анализа чувствительности компонентов системы к изменениям весов и баллов в качестве завершающего этапа принятия инвестиционного решения по выбору технологического комплекса. Также автором оценены перспективы использования данной методики на практике отечественных нефтяных и иных предприятий.

Выводы. Изучение существующей практики принятия инвестиционных решений по выбору технологического комплекса позволило обнаружить пробелы на предынвестиционном этапе реализации проектов нефтебурения. Использование методик, позволяющих выйти на системный уровень принятия решений, позволит компаниям принимать более эффективные решения, позволяющие получить лучший результат на основе комплексного показателя, которым является предложенный автором показатель мультикритериальной полезности. Одним из его очевидных достоинств является гибкость, позволяющая учитывать особенности работы различных компаний, используемых внутри

них подходов к принятию решений, системы приоритетов лиц, принимающих решения.

Ключевые слова: инвестиционный проект, мультикритериальная полезность, принятие инвестиционных решений.

O. V. Kezhapkina

OIL DRILLING TECHNOLOGY COMPLEX SELECTION USING THE MULTICRITERIA UTILITY INDICATOR

Abstract.

Background. The relevance of the study is caused by dynamic changes occurring in the global and Russian oil industry market. Major oil companies are preparing a number of “mega-projects” aimed at improving production performance and quality of the final product. However, it is expected that the implementation of such projects will be associated with an increased negative impact on the environment, increasing the risk of social rejection of new initiatives by the public. In this connection, it becomes crucial to have the effective management of investment projects implementation that can take into account as much interests of all participants of investment processes as possible, increase economic, social and environmental benefits in development of the oil drilling technological complex on the basis of modern technologies.

Materials and methods. The study was based on the industry statistics prepared by Rosstat, methods of investment project management at Russian oil enterprises, publicly available oil companies’ programmes in implementation of strategic initiatives, as well as expert opinions, which allowed to generate a comprehensive set of indicators to assess the technological complex of oil drilling. The basis of the author’s technique was the systematic approach to solve the problem of choosing a technological complex at the system level, taking into account a wide range of indicators covering different aspects of investment project implementation in oil production.

Results. The author has described main features of the proposed procedures for selection of an oil drilling technological complex: the procedure of investment decision-making has been expounded, the framework of a drilling technological complex has been provided, the indicators that should be assessed within a technological complex have been described, the formula for calculation of individual utility system and multi-criteria utility system parameters has been adduced, the role of system components’ sensitivity to changes of weights and scores as the final stage of the investment decision on selection of a technological complex has been defined. Also, the author has assessed the prospects for the use of this technique in practice of Russian oil and other enterprises.

Conclusions. Examination of the current practice of making investment decisions on selection of a technological complex has revealed gaps in the pre-investment stage of oil drilling projects. The use of techniques that allow the system to enter the decision-making level will allow companies to make more effective decisions, allowing to obtain the best result on the basis of the complex index, which is proposed by the author as a multicriteria utility index. One of its obvious advantages is the flexibility to take into account peculiarities of different companies, their approaches to decision-making, priority systems of decision-makers.

Key words: investment project, multicriteria utility, investment decisions.

Современная Россия вступает в период ширококомасштабной модернизации и нового строительства в большинстве отраслей: предположительный объем инвестиций, приходящихся на следующие десять лет, составляет порядка 2 трлн долл. [1], что в два раза превышает объемы инвестирования в ушедшем десятилетии. Причем наиболее значительные инвестиции (около 750 млрд долл.) придутся именно на нефтегазовую отрасль, готовящую ряд «мегапроектов» по освоению новых территорий, в том числе и шельфовых. Такие меры направлены на поддержание рекордно высоких объемов добычи нефти в последние годы (по итогам 2013 г. добыча в России нефти составила 523 млн т., что превышает лучшие показатели СССР за весь период его существования [2]), что, несомненно, несет в себе большой положительный заряд как для развития самой отрасли, так и для экономики страны в целом. Однако у столь монументальных преобразований есть и другая сторона: наращивание объемов добычи неизменно приведет к увеличению негативного воздействия на окружающую среду, сопряженного со строительством и эксплуатацией новых объектов нефтяной промышленности. Технические особенности осуществления хозяйственной деятельности нефтяных компаний обуславливают то, что по уровню негативного воздействия на окружающую среду нефтегазодобывающая промышленность занимает одно из первых мест среди всех отраслей народного хозяйства [3].

Мировой хозяйственный опыт показывает, что в современных условиях главный упор стоит делать на предупредительных, превентивных мерах охраны окружающей среды [4]. Решение данной проблемы целесообразно перенести в плоскость инвестиционной деятельности, поскольку именно на фазе формирования карты технологических процессов, подразумевающей необходимость принятия решения о выборе той или иной технологии/объекта, возможно включение экологического и социального аспектов в структуру методики принятия решения. Поиск комплексного показателя, способного учесть все наиболее важные аспекты при отборе технологий, а также создание методики выбора технологического комплекса, базирующейся на таком показателе, являются предметом исследования автора.

Текущий механизм принятия решений о выборе технологического комплекса инвестиционного проекта нефтяной отрасли не совершенен ввиду отсутствия системного подхода и неохваченности всех фаз проекта экологическими регламентами, которые рассматривают в качестве сферы своего влияния только инвестиционную и эксплуатационную фазу инвестиционного процесса, оставляя вне поля охвата предынвестиционную фазу [5]. Как правило, руководителю проекта предоставляется карта технологических процессов и смета соответствующих расходов без детального обоснования преимуществ одних решений перед другими. В итоге лицо, принимающее решение, будет вынуждено сделать выбор из множества вариантов, от наименее экологических до наиболее прогрессивных, от самых дешевых до наиболее дорогостоящих, от наименее безопасных до зарекомендовавших себя в качестве наиболее надежных, в условиях неполноты информации и четких ориентиров при расставлении приоритетов. Столь серьезный выбор представляется целесообразным производить на основе методики, детально регламентирующей шаги и этапы принятия решения по проекту, позволяющей структурировать

информацию различных уровней и категорий и предоставить ее в удобном для оценки виде. Методика автора направлена на решение данных задач применительно к предприятиям нефтяной отрасли.

Общий вид предлагаемой процедуры принятия решения о выборе компонентов, составляющих технологический комплекс проекта строительства в нефтяной отрасли, может быть представлен с помощью рис. 1.

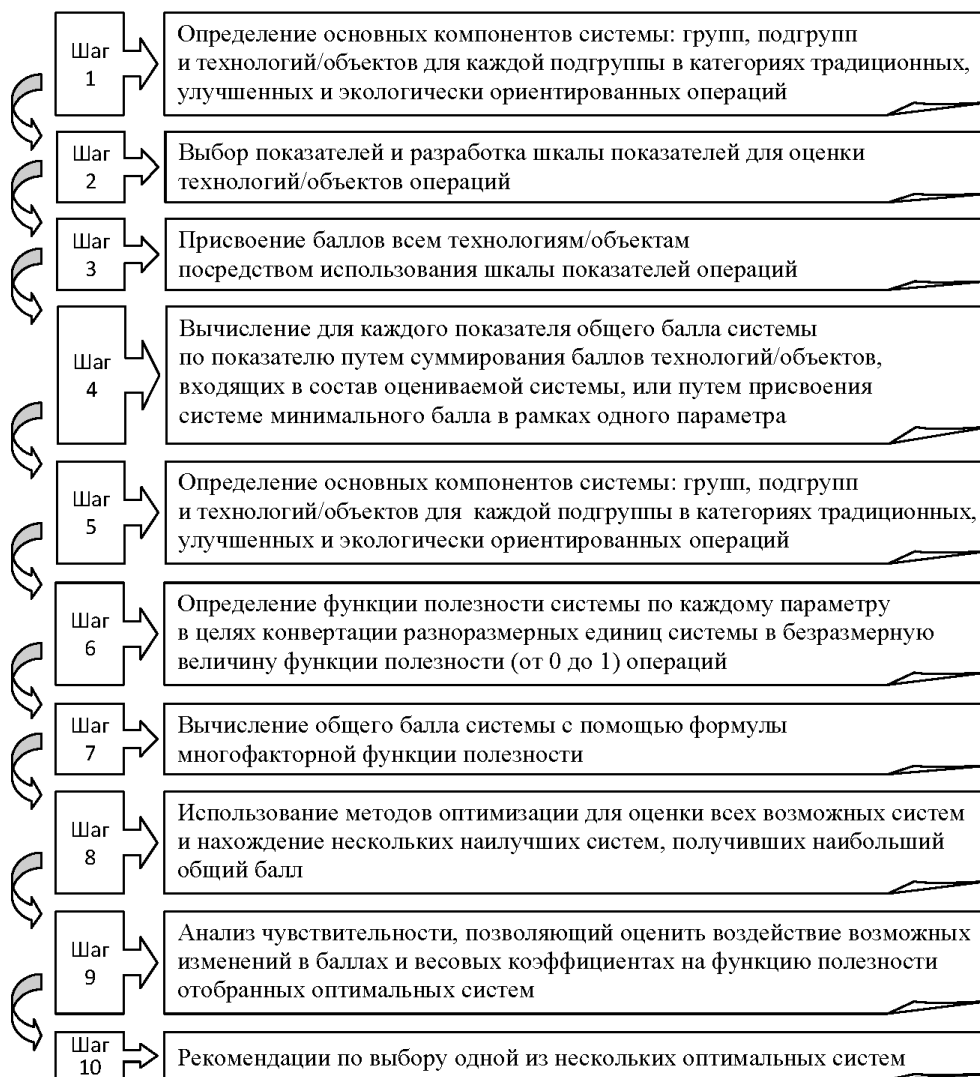


Рис. 1. Процедура принятия решения по инвестиционному проекту с учетом мультикритериальной полезности системы технологического комплекса

Рассмотрим предложенную процедуру более подробно с учетом особенностей инвестиционных проектов в нефтяной отрасли.

Прежде всего для структурирования элементов инвестиционного проекта строительства скважины следует выделить четыре главные группы и двенадцать подгрупп (рис. 2).

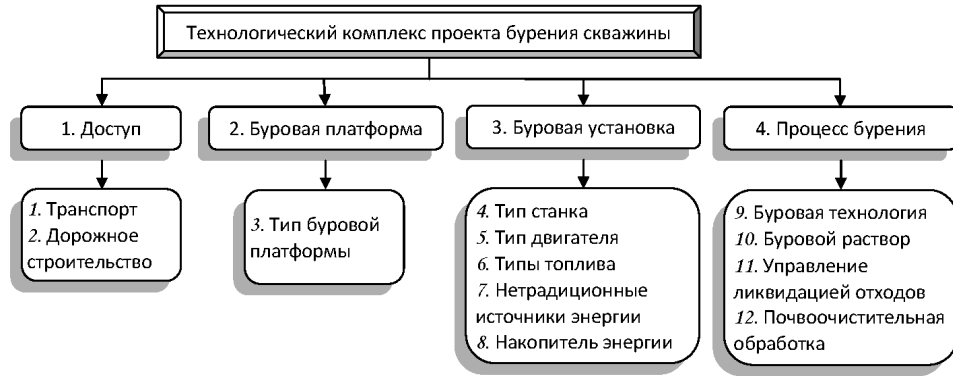


Рис. 2. Структура технологического комплекса проекта бурения

Каждая из двенадцати подгрупп включает в себя большое разнообразие доступных на сегодняшний момент технологий и решений, и включение каждой из них в число рассматриваемых обуславливается предпочтениями конкретной экспертной группы, однако в данном исследовании предлагается рассмотреть по три технологии в рамках каждой подгруппы, которые можно было бы отнести к одному из трех типов технологических комплексов бурения: это традиционный комплекс, улучшенный комплекс и эколого-ориентированный комплекс, дабы понять, насколько оправдано следование экологическим мотивам, какая доля экологически ориентированных технологий в общей структуре технологического комплекса является наиболее приемлемой для предприятия с точки зрения наименьшего ущерба бюджету, экологии и имиджу.

Каждую технологию в рамках двенадцати подгрупп предполагается оценить с помощью девяти параметров (рис. 3), отобранных на основе экспертного мнения, причем важно отметить, что не все параметры могут исчисляться при помощи точных величин (рубль, квадратный метр и т.д.), относительные величины в равной степени информативны и допустимы к оценке наравне с точными, поскольку в дальнейшем по каждому параметру будет исчислена его индивидуальная полезность, что позволит свести к единому знаменателю исходные величины обоих типов.

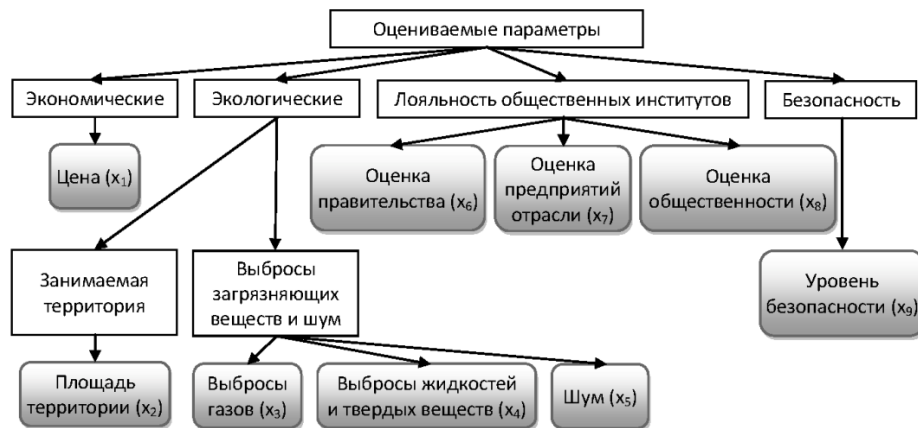


Рис. 3. Параметры, оцениваемые при выборе технологий/объектов нефтегазового проекта

В предложенной схеме наиболее значимыми параметрами, предложенными для включения в методику принятия инвестиционного решения, являются:

X_1 – конечная цена. Вычисляется в зависимости от формы приобретения технологии/объекта: а) в случае покупки исчисляется как разница между ценой покупки и ценой перепродажи; б) в случае взятия объекта в аренду (такая возможность предусматривается исключительно в рамках подгрупп 1, 2, 3) исчисляется сумма арендных платежей за планируемый период проведения буровых работ. Желательна минимизация X_1 .

X_2 – площадь территории, охваченной в ходе проведения буровых работ. Несмотря на то что в мировой практике все чаще для измерения степени воздействия объектов промышленности на окружающую среду используется такой показатель, как «экологический след» (ecological footprint) [6–9], вычисление его в условиях отечественных реалий не представляется возможным ввиду отсутствия адаптированной методологической базы, поэтому площадь территории, занятой в ходе проведения строительных работ на нефтепромысловом объекте, представляется достаточно информативной для оценки масштабов воздействия промышленного объекта на естественную среду. Желательна минимизация X_2 .

X_3, X_4, X_5 – выбросы загрязняющих веществ и шум. В то время как X_2 дает относительную оценку потенциально возможного ущерба окружающей среде в зависимости от занимаемой строительством площади земель, данные три параметра отражают прямое воздействие строительных и эксплуатационных работ на экосистему в виде выбросов ядовитых жидких и газообразных веществ, а также создаваемого шума. В методике расчета X_3 к учету принимаются выбросы трех наиболее опасных веществ – это монооксид углерода, оксиды азота, твердые частицы [10]. Ввиду большого числа компонентов X_4 предлагается произвести комплексную оценку всех составляющих, в основу которой войдут данные экологических служб и экспертное мнение специалистов. X_5 базируется на фактических значениях величины шума, связанного с эксплуатацией каждого элемента технологического комплекса объекта нефтедобычи. Желательна минимизация X_3, X_4, X_5 .

X_6, X_7, X_8 – показатели, отражающие лояльность общественных институтов к тому или иному объекту/технологии в инвестиционном проекте. Консолидация интересов и целей всех участников процесса природопользования необходима уже на этапе планирования проектов и работ. Интересы государственных органов заключаются, с одной стороны, в пополнении золотовалютного запаса страны и бюджетов субъектов Федерации для решения вопросов социально-экономического развития и, с другой стороны, в выполнении возложенных на себя функций по осуществлению природоохранного регулирования, которое зачастую влечет за собой необходимость запрета или ограничения хозяйственной деятельности добывающих компаний. Интересы местных жителей и общественности также, с одной стороны, отражают заинтересованность в улучшении социально-экономических условий за счет развития хозяйственной деятельности, но, с другой стороны, – озабоченность относительно сохранения природного потенциала как фактора среды обитания, состояния здоровья, что также может исключать хозяйственную деятельность. Ориентация на другие предприятия отрасли помогает сделать

более качественную оценку рынка технологий и оборудования, сориентироваться в существующей экономической конъюнктуре, сформировать четкую политику принятия инвестиционных решений. Поиск зоны общих допустимых интересов всех сторон является залогом успешной реализации инвестиционного проекта, которая невозможна без комплексной, многокритериальной оценки технологического комплекса на предынвестиционной стадии проектирования. С целью упрощения принятия экспертами решения о присвоении баллов по параметрам X_6 , X_7 , X_8 были предложены шкалы значений с шагом 0,25. Желательна максимизация X_6 , X_7 , X_8 .

X_9 – уровень безопасности, сопряженной с использованием объекта/технологии. Оценка производится на основе предупредительных мер, связанных с использованием/эксплуатацией того или иного объекта/технологии, и по уровню угроз безопасности работников, промышленного комплекса, окружающих территорий. С целью упрощения принятия экспертами решения о присвоении балла по параметру X_9 также была предложена шкала с шагом 0,25. Желательна максимизация X_9 .

Данный набор параметров представляется достаточным для комплексной оценки компонентов технологического комплекса проекта бурения, включающей в себя экономический, экологический и иные аспекты функционирования предприятия нефтяного комплекса. Предложенные параметры являются независимыми, корреляция между их значениями слабая, что свидетельствует о высокой информативности всех входных данных и системном охвате всех категориальных составляющих проекта.

Полный набор вариантов технологического комплекса проекта в совокупности с комплексом оцениваемых параметров сводится в единую матрицу. Ввиду того, что критическое влияние на величину большинства параметров оказывает выбор типа бурового станка (подмножество 4), число возможных вариантов системы увеличивается кратно числу рассматриваемых вариантов типа станка. Итоговый выбор модели происходит посредством применения специально разработанного программного обеспечения, осуществившего в ходе практического исследования автора полный перебор более 250 тысяч возможных вариантов технологического комплекса. Несмотря на то что у метода полного перебора достаточно много критиков, его использование в данной работе представляется вполне разумным и эффективным, поскольку его главный недостаток – времязатратность – на практике показал свою несущественность ввиду автоматизации расчетных процессов, а простота в применении обеспечила сокращение общих временных затрат на проработку композиционной составляющей программы. Избыточными могут показаться лишь трудозатраты шага 3, когда каждой технологии/объекту присваивается соответствующий балл по девяти показателям, что требует привлечения ряда экспертов и специалистов, однако такое решение оправдано повышением качества итогового решения.

После того, как каждому варианту подгруппы технологического комплекса присвоено значение по каждому из девяти параметров, общую оценку системы по параметру возможно осуществить двумя путями: а) сложением всех баллов системы в пределах одного параметра или б) выбором наименьшего значения по параметру из имеющихся. Первый способ оценки системы

используется для параметров 1–5 (формула 1), а второй вариант – для параметров 6–9, поскольку решение об уровне лояльности и безопасности целесообразно принимать на уровне системы, а не на уровне каждого объекта (формула 2):

$$X_i = \sum_{n=1}^N x_{in} y_n, \quad (1)$$

$$X_i = \min[x_{in} y_n], \quad (2)$$

где X_i – общий балл по i -му параметру; n – индекс оцениваемого компонента; N – число всех компонентов в рамках одного подмножества; i принимает значение от 1 до 5 в случае применения формулы 1 и значения от 6 до 9 в случае применения формулы 2; x_{in} – балл n -го компонента по i -му параметру; y_n учитывает бинарность состояния системы – $y_n = 1$, если данный компонент был выбран в рамках рассматриваемой системы, и $y_n = 0$, если он выбран не был.

Расчеты этого этапа позволяют перейти к следующему важному шагу – определению индивидуальной полезности каждой системы по параметру. Функция полезности позволяет увязать в одну систему значения размерных параметров (цена, квадратный метр, децибелы) и безразмерных параметров (одобрение, безопасность). Это позволяет унифицировать все имеющиеся значения, привести их к общему знаменателю. Вычисление общего балла системы по параметру (X_i) позволяет перейти к определению функции полезности каждого параметра. Ввиду относительно малой базы данных экспертных мнений, она принимает линейный вид. На рис. 4 в качестве примера приведен график функции полезности системы по цене.

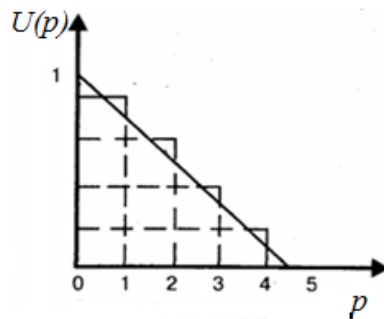


Рис. 4. Кривая функции индивидуальной полезности по цене (p)

Значение полезности i -й системы по параметру определяется с помощью формулы 3:

$$u_i(X_i) = \frac{x_i - \text{худшее значение}}{\text{лучшее значение} - \text{худшее значение}}. \quad (3)$$

Включение в формулу понятий «худшее значение» и «лучшее значение» обусловлено природой самих параметров, поскольку для параметров 1–5 желательна их минимизация, в отличие от параметров 6–9, по которым

желательно получить наивысшие значения. Таким образом, для всех параметров значение $u_i(X_i)$ будет находиться в пределах от 0 до 1.

После вычисления значений индивидуальных полезностей системы по каждому параметру становится возможным перейти к завершающему этапу принятия решения о выборе технологического комплекса – вычислению мультикритериальной функции полезности. В данном исследовании она носит аддитивный характер и может быть исчислена по формуле 4:

$$\begin{aligned} U(X_1, X_2, \dots, X_I) &= U\{u_1(X_1), u_2(X_2), \dots, u_I(X_I)\} = \\ &= k_1 u_1(X_1) + \dots + k_I u_I(X_I) = \sum_{i=1}^I k_i u_i(X_i), \end{aligned} \quad (4)$$

где $u_i(X_i)$ – значение индивидуальной функции полезности системы по показателю (от 0 до 1); k_i – весовое значение для $u_i(X_i)$.

Поскольку показатели не имеют серьезной корреляции друг с другом, все веса являются положительными и дают в сумме единицу. Определение весов происходит с помощью экспертной оценки в зависимости от политики компании, экономической конъюнктуры, личного опыта эксперта. Система, получившая наибольшее значение мультикритериальной функции полезности, является наиболее предпочтительной. Все остальные системы ранжируются в порядке ухудшения результатов, несколько (5–6) систем, получивших наилучшие результаты, представляются вниманию лицам, принимающим решения, для дальнейшей оценки, в ходе которой не последнюю роль играет анализ чувствительности, который также предполагается провести в рамках данного исследования, причем речь идет не только об анализе чувствительности системы к изменению значений компонентов по параметрам, но и чувствительности к изменению присваиваемых каждому параметру весов. Второй вид анализа представляет особый интерес в связи с тем, что позволяет определить разброс весов, при которых лучшая при первичной оценке система по-прежнему останется наиболее предпочтительной, таким образом, становится возможным нивелировать недостатки применения метода экспертных оценок, поскольку выбор становится более предсказуемым, а конечное решение – наиболее устойчивым к изменениям.

Предложенная методика была апробирована в ходе подготовки технологической схемы строительства разведывательной буровой скважины на Северо-Егурьяхском-2 участке ТПП «Лангепаснефтегаз». Согласно опросу экспертов компании, были отобраны варианты элементов технологической системы разработки месторождения, разбитой на 12 подгрупп согласно схеме «Структура технологического комплекса проекта бурения», предложенной выше.

После того как все системы, составленные из всех возможных комбинаций элементов, были оценены по предложенным в методике параметрам, было получено пять систем с наивысшим значением мультикритериальной полезности. Обратим внимание на плотное распределение результатов определения лучшей системы (рис. 5), свидетельствующее о близких значениях

мультикритериальной полезности данных систем, что подтверждает необходимость проведения анализа чувствительности. Рис. 6 отражает данные системы, получившей наилучшее значение $U(x)$ в соответствии с весами, приведенными в табл. 1.

1 система (0.8540)	2 система (0.8513)	3 система (0.8502)
Грузовые автомобили на диз. топливе ULSD (аренда)	Грузовые автомобили на диз. топливе ULSD (аренда)	Грузовые автомобили на диз. топливе ULSD (аренда)
из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)	из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)	из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)
из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)	из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)	из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)
Станок скоростного бурения	Станок скоростного бурения	Станок скоростного бурения
Двигатель внутр сгорания	Двигатель внутр сгорания	Двигатель внутр сгорания
Диз. топливо с сверхнизким содержанием серы	Диз. топливо с сверхнизким содержанием серы	Диз. топливо с сверхнизким содержанием серы
электроэнергия, 10%	электроэнергия, 30%	электроэнергия, 10%
Маховичный накопитель	Маховичный накопитель	Маховичный накопитель
бурение с контролем давления	бурение с контролем давления	бурение с отрицательным дифференциальным давлением с шумоподавлятелем
буровой раствор на водной основе	буровой раствор на водной основе	буровой раствор на водной основе
изолированный отстойник для хранения бурового раствора	изолированный отстойник для хранения бурового раствора	изолированный отстойник для хранения бурового раствора
биологическая очистка с использованием бактерий	биологическая очистка с использованием бактерий	биологическая очистка с использованием бактерий

4 система (0.8492)	5 система (0.8477)
Грузовые автомобили на диз. топливе ULSD (аренда)	Грузовые автомобили на диз. топливе ULSD (аренда)
из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)	из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)
из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)	из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)
Станок скоростного бурения	Станок скоростного бурения
Двигатель внутр сгорания	Двигатель внутр сгорания
Диз. топливо с сверхнизким содержанием серы	Природный газ
электроэнергия, 10%	электроэнергия, 10%
Маховичный накопитель	Маховичный накопитель
бурение с контролем давления	бурение с контролем давления
буровой раствор на водной основе	буровой раствор на водной основе
изолированный отстойник для хранения бурового раствора	изолированный отстойник для хранения бурового раствора
химическая фиксация и кристаллизация	биологическая очистка с использованием бактерий

Рис. 5. Системы с наивысшими значениями мультикритериальной полезности (принтскрин из программного продукта)

Лучшая система													
Технология	Покупка, р.	Перепродажа, р.	Рента, р./день	Дневной расход, р.	Окончательная цена, р.	Территория, кв. м	Эмиссия		Одобрение		Безопасность		
							Воздух	Жидкость	Шум	Правительство		Отрасль	Общество
Грузовые автомобили на диз. топливе ULSD (аренда)	0.00	0.00	0.00	652.80	7507.20	0.00	0.813	0.00	65.108	1.00	0.90	1.00	0.90
из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)	0.00	0.00	0.00	314.56	3617.39	6405.73	0.982	0.00	0.000	1.00	0.80	1.00	1.00
из композ. мат-ла типа DURA-BASE (аренда)	0.00	0.00	0.00	280.66	3227.56	5180.57	0.990	0.00	0.000	0.80	0.80	0.90	1.00
Станок скоростного бурения	0.00	0.00	543.00	543.00	6242.30	0.00	0.760	0.00	61.381	0.50	1.00	0.50	0.60
Двигатель внутр сгорания	0.00	0.00	194.98	194.98	2242.30	0.00	0.328	0.00	106.842	0.50	1.00	0.60	0.70
Диз. топливо с сверхнизким содержанием серы	0.00	0.00	156.02	156.02	1794.18	0.00	0.000	0.00	0.000	0.80	0.70	1.00	0.80
электроэнергия, 10%	0.00	0.00	0.00	8.45	97.18	0.00	0.000	0.00	0.000	0.50	0.90	1.00	0.90
Маховичный накопитель	4768.32	3814.66	0.00	82.93	953.66	0.00	0.000	0.00	0.000	0.50	1.00	1.00	0.80
бурение с контролем давления	0.00	0.00	521.57	521.57	5737.29	0.00	0.000	0.00	90.862	0.90	0.80	1.00	1.00
буровой раствор на водной основе	0.00	0.00	0.00	106.29	1169.14	0.00	0.000	0.00	0.000	1.00	1.00	1.00	1.00
изолированный отстойник для хранения бурового раствора	0.00	0.00	68.00	68.00	810.00	0.00	0.000	0.50	0.000	0.80	0.90	0.90	0.90
биологическая очистка с использованием бактерий	0.00	0.00	144.00	144.00	1731.00	0.00	0.000	0.10	0.000	1.00	0.80	1.00	1.00
Общий балл системы по каждому параметру					35129.200	11196.300	3.873	0.600	324.193	0.500	0.700	0.500	0.600
Полезность системы по каждому параметру					0.900	0.695	0.230	1.000	0.794	1.000	0.667	1.000	1.000
Общая полезность системы	0.8540												

Рис. 6. Параметры системы с наивысшим значением мультикритериальной полезности (принтскрин из программного продукта)

Таблица 1

Распределение весов параметров
технологического комплекса строительства скважины

Параметр	Вес
Конечная цена	0,50
Площадь территории	0,10
Выбросы газов	0,05
Выбросы жидкостей и твердых веществ	0,05
Шум	0,05
Оценка правительства	0,05
Оценка предприятий отрасли	0,05
Оценка общественности	0,05
Уровень безопасности	0,10

Для того чтобы провести анализ чувствительности решения по выбору технологической схемы к весовому сценарию, необходимо определить верхние и нижние границы значений весов по каждому параметру. На основании мнения экспертов проекта были определены следующие границы (табл. 2).

Таблица 2

Градации возможных весов параметров
технологического комплекса строительства скважины

Вес	Цена	Площадь территории	Выбросы в окружающую среду			Одобрение			Уровень безопасности
			Выбросы газов	Выбросы жидкостей и твердых веществ	Шум	Оценка правительства	Оценка предприятий отрасли	Оценка общественности	
Максимум	1,00	1,00	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1,00
Минимум	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Основываясь на данных ограничениях, были перебраны все возможные комбинации весов, исходя из того, что минимальный шаг любого веса равен 0,1 и все веса в сумме дают 1. Таким образом, число всех оцененных возможных весовых комбинаций составило 410.

В рамках рассматриваемого проекта был проведен поиск шести наиболее вероятных для выбора в качестве лучших систем в зависимости от колебаний весовых значений (табл. 3).

Распределение оптимальных систем относительно весовых комбинаций

	Система											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Распределение (%)	11,1	10,0	9,1	8,4	6,6	5,2	4,5	4,5	3,6	2,9	2,7	2,6

На основе этих данных был получен вывод о том, что система, изначально определенная с помощью разработанной автором методики в качестве лучшей, является достаточно устойчивой к изменениям весов параметров, чтобы признать ее оптимальной. Система 2 показала чрезмерно высокую чувствительность по большинству параметров, а система 3, имеющая сравнительно низкую чувствительность к изменению значений параметров, имеет неприемлемое значение показателя мультикритериальной полезности, исчисляемой на основе базовых весов. Системы 4–6 заметно уступают системе 1 и по устойчивости к изменению значений параметров, и по показателю мультикритериальной полезности. Кроме того, система 1 получила 228 упоминаний в качестве лучшей при различных колебаниях весов параметров, что отражает ее лидерские позиции среди остальных систем.

В целях определения степени чувствительности мультикритериальной полезности системы к значению системы по параметру предлагается изменить значения по параметрам для систем 1–6, причем сделать это для двух весовых комбинаций – базовой и уравнивающей, при которой $w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = w_5 = w_6 = w_7 = w_8 = w_9$ (табл. 4).

Весовые сценарии для анализа чувствительности систем к изменению значений элементов по параметрам

№	Цена	Площадь территории	Выбросы в окружающую среду			Лояльность			Уровень безопасности	Примечание
			Выбросы газов	Выбросы жидкостей и твердых веществ	Шум	Оценка правительства	Оценка предприятий отрасли	Оценка общественности		
1	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	Уравнивающий сценарий
2	0,5	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	Базовый сценарий

Анализ чувствительности шести оптимальных систем к изменению значений элементов по параметрам по двум весовым сценариям показал, что

критическое значение в отношении изменения конечного показателя мультикритериальной чувствительности для систем имеют значение системы по параметрам «окончательная цена» и «безопасность». Однако анализ экспертных оценок показал, что эксперты не склонны к значительному разбросу значений элементов по данным параметрам, что позволяет считать вывод об устойчивости системы 1 к изменениям входных значений обоснованным.

Проведенные анализы чувствительности решения по выбору технологической схемы строительства разведывательной буровой скважины на ТПП «Лангепаснефтегаз» подтверждают оптимальность выбора системы, признанной наиболее эффективной с помощью разработанной методики, придают ППР завершенность и обоснованность.

Таким образом, предложенная методика позволяет сделать процесс принятия решения о компонентном составе технологического комплекса проекта бурения более прозрачным и взвешенным, включить в число рассматриваемых параметров экологичность и оценку общественными институтами, при этом отдавая должное мнению группы лиц, принимающих решение, путем присвоения параметрам весов в соответствии с их приоритетностью. Методика позволяет разрешить дилемму, когда архитекторам проекта предоставляется неразвернутый технико-экономический анализ со скупыми комментариями и обоснованиями, вследствие чего фактически центр ответственности принятия решений переносится на более низкий уровень, что неприемлемо для крупных инвестиционных проектов. Мультикритериальная полезность, лежащая в основе данной методики, обеспечивает системный подход к решению проблемы выбора, гибкость методики позволяет подстраиваться под предпочтения менеджмента конкретной компании путем расставления приоритетов среди параметров системы, а удобная матричная структура позволяет аккумулировать данные различных категорий и способствовать их унификации.

Список литературы

1. **Дружина, В.** Крупные проекты: ключевые факторы успеха / В. Дружина, Г. Кивиже // Вестник McKinsey – теория и практика управления. – 2013. – № 28. – С. 28–43.
2. **Будина, В. И.** Инвестиционный климат как необходимое условие развития нефтяной отрасли России / В. И. Будина, О. В. Кежапкина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2014. – № 4 (32). – С. 123–132.
3. **Безродный, Ю. Г.** Специфика освоения лицензионных участков, сопряженных с сохраняемыми территориями / Ю. Г. Безродный // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 2. – С. 4–9.
4. **Безродный, Ю. Г.** Особенности экологического обоснования и государственной экспертизы проектов на строительство скважин в свете обновленной законодательной и нормативной базы России / Ю. Г. Безродный // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2008. – № 8. – С. 19–23.
5. **Ципес, Г. Л.** Менеджмент проектов в практике современной компании / Г. Л. Ципес, А. С. Товб. – М. : Олимп-Бизнес, 2006. – 304 с.
6. **Ewing, B.** Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition / B. Ewing, A. Reed, A. Galli, J. Kitzes, M. Wackernagel. – URL: <http://www>.

- footprintnetwork.org/images/uploads/National_Footprint_Accounts_Method_Paper_2010.pdf (дата обращения: 25.02.2015).
7. **Galli, A.** An Exploration of the Mathematics behind the Ecological Footprint / A. Galli, J. Kitzes, P. Wermer, M. Wackernagel, V. Niccolucci, E. Tiezzi // *International Journal of Ecodynamics*. – 2007. – Vol. 2, № 4. – P. 250–257.
 8. **Kitzes, J.** A research agenda for improving national ecological footprint accounts / J. Kitzes, A. Galli, M. Bagliani, J. Barrett, G. Dige, S. Ede, K.-H. Erb, S. Giljum, H. Haberl, C. Hails, S. Jungwirth, M. Lenzen, K. Lewis, J. Loh, N. Marchettini, H. Messinger, K. Milne, R. Moles, C. Monfreda, D. Moran, K. Nakano, A. Pyhälä, W. Rees, C. Simmons, M. Wackernagel, Y. Wada, C. Walsh, T. Wiedmann // *Ecological Economics*. – 2009. – Vol. 68, № 7. – 1991–2007.
 9. **Kitzes, J.** Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts / J. Kitzes, A. Peller, S. Goldfinger, M. Wackernagel // *Science for Environment & Sustainable Society (Research Center for Sustainability and Environment, Shiga University)*. – 2007. – Vol. 4, № 1. – P. 1–9.
 10. **Лесных, Ю. Г.** Экономическая безопасность России в условиях интеграции в мировое хозяйство в координатах нефтяного кластера (теория и методология) : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Лесных Ю. Г. – Ставрополь, 2012. – 241 с.

References

1. Druzhina V., Kivizhe G. *Vestnik McKinsey – teoriya i praktika upravleniya* [McKinsey bulletin – theory and practice of management]. 2013, no. 28, pp. 28–43.
2. Budina V. I., Kezhapkina O. V. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Obshchestvennyye nauki* [University proceedings. Volga region. Social sciences]. 2014, no. 4 (32), pp. 123–132.
3. Bezrodnyy Yu. G. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in the oil and gas sector]. 2012, no. 2, pp. 4–9.
4. Bezrodnyy Yu. G. *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more* [Building of oil and gas wells on land and sea]. 2008, no. 8, pp. 19–23.
5. Tsipes G. L., Tovb A. S. *Menedzhment projektov v praktike sovremennoy kompanii* [Management projects in the practice of modern companies]. Moscow: Olimp-Biznes, 2006, 304 p.
6. Ewing B., Reed A., Galli A., Kitzes J., Wackernagel M. *Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition*. Available at: http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/National_Footprint_Accounts_Method_Paper_2010.pdf (accessed February 25, 2015).
7. Galli A., Kitzes J., Wermer P., Wackernagel M., Niccolucci V., Tiezzi E. *International Journal of Ecodynamics*. 2007, vol. 2, no. 4, pp. 250–257.
8. Kitzes J., Galli A., Bagliani M., Barrett J., Dige G., Ede S., Erb K.-H., Giljum S., Haberl H., Hails C., Jungwirth S., Lenzen M., Lewis K., Loh J., Marchettini N., Messinger H., Milne K., Moles R., Monfreda C., Moran D., Nakano K., Pyhälä A., Rees W., Simmons C., Wackernagel M., Wada Y., Walsh C., Wiedmann T. *Ecological Economics*. 2009, vol. 68, no. 7, 1991–2007.
9. Kitzes J., Peller A., Goldfinger S., Wackernagel M. *Science for Environment & Sustainable Society (Research Center for Sustainability and Environment, Shiga University)*. 2007, vol. 4, no. 1, pp. 1–9.
10. Lesnykh Yu. G. *Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii v usloviyakh integratsii v mirovoe khozyaystvo v koordinatakh nefyanogo klastera (teoriya i metodologiya): dis. d-ra ekon. nauk: 08.00.05* [Economic security of Russian in conditions of integration into the world economy in terms of the oil cluster (theory and methodology): dissertation to apply for the degree of the doctor of economic sciences]. Stavropol, 2012, 241 p.

Кежапкина Ольга Владимировна
соискатель, кафедра экономики
и финансов, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: freshlookinscience@mail.ru

Kezhapkina Ol'ga Vladimirovna
Applicant, sub-department of economics
and finance, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 338.27

Кежапкина, О. В.

Выбор технологического комплекса нефтебурения с использованием показателя мультикритериальной полезности / О. В. Кежапкина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2016. – № 4 (40). – С. 212–227. DOI: 10.21685/2072-3016-2016-4-22