6.3. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ РАЗВИТИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ РЕКОНСТРУКЦИИ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Степанова М.В., аспирант, кафедра математических методов анализа экономики

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

В последнее время особую актуальность в процессе управления инвестиционными программами приобрела проблема ранжирования проектов для осуществления инвестиций в условиях ограниченного финансирования и нестабильной конъюнктуры. В связи с этим, ключевой задачей становится мониторинг динамики развития конкретных проектов инвестиционных программ, включающий в себя наблюдение и прогноз изменения ряда основных экзогенных и эндогенных факторов. Целью данной статьи является выявление ключевых факторов и определение методов учета их влияния на денежные потоки конкретных проектов и крупных инвестиционной программы в целом как системы взаимосвязанных элементов на примере безнес-процесса по транспортировке углеводородного сырья магистральными газопроводами.

Совокупность объектов газотранспортной системы является одним из важнейших элементов, составляющих топливно-энергетический комплекс Российской Федерации, так как выполняет функцию связующего звена между объектами минерально-сырьевой базы и потребителями газа различных уровней. Основной газотранспортной сетью в нашей стране является Единая система газоснабжения (ЕСГ). Суммарная протяженность магистральных газопроводов различных диаметров по территории РФ составляет порядка 180 тыс. км, при этом около 80% из них находятся в эксплуатации 30 лет и более. В связи с этим собственниками объектов транспорта на основании стратегических планов формируются и ежегодно актуализируются инвестиционные программы (ИП) развития и реконструкции производственных мощностей. В большинстве случаев для таких ИП определяется среднесрочный период планирования, составляющий от трех до десяти лет, с подробной детализацией для каждого временного интервала.

В условиях ограниченного финансирования и нестабильной конъюнктуры особо важную роль в процессе формирования ИП приобрела задача формирования эффективного портфеля инвестиционных проектов в рамках программ для осуществления инвестиций. В связи с этим одной из ключевых задач становится анализ и мониторинг показателей, определяющих динамику развития конкретных проектов ИП, включающий в себя выявление ключевых экзогенных и эндогенных факторов, оценку и характер их влияния на денежные потоки как конкретных проектов, так и крупных ИП в целом.

По своим специфическим характеристикам ИП реконструкции газотранспортных мощностей можно без ограничений отнести к экономико-производственным системам взаимосвязанных элементов, объединенных конструктивно или функционально для выполнения некоторых требуемых функций. Следовательно, анализ факторов также необходимо рассматривать системно на базе существующих исследований в данной области [4, 6].

За последние годы развитие газового сектора и конъюнктурные изменения экономик стран – экспортеров углеводородов дали серьезный толчок процессу исследования и оценки ключевых факторов, а также их влияния на динамику реализации ИП. В отношении приоритета экзогенных и эндогенных факторов в научных исследованиях существуют различные мнения, но все же особое внимание в своих работах ученые уделяют секторальной специфике. Так, по исследованиям Лонга и Плосера (1987) [16], около 80% отклонений в значениях основных показателей развития объясняется внутриотраслевыми колебаниями. Позднее Блэкли (2000) [15] в своей работе указывает, что отраслевыми шоками объясняется 89% изменений в нефтегазовом секторе. Протасов В.И. и Родионов И.И. [7-8] в своих исследованиях отмечали, что в случае, когда рассматриваемая отрасль является инерционной и существенно зависит от факторов, не подверженных влиянию экономических циклов (геологические, технологические), влияние макроэкономических (в том числе кризисных) факторов будет сглаживаться. Автор также придерживается мнение о том, что особое внимание в ходе анализа инвестиционной деятельности необходимо уделять прежде всего процессам внутри рассматриваемого сектора со смещением акцентов в сторону системного подхода с использованием моделей, построенных на базе факторного анализа и учитывающих отраслевую специфику.

Рассмотрим процесс идентификации и оценки факторов, определяющих развитие ИП по виду деятельность «трубопроводный транспорт газа» как системы взаимосвязанных элементов.

Пусть имеется ИП реконструкции и расширения производственных мощностей, состоящая из множества разнонаправленных проектов, образующих систему. Пусть также все элементы данной ИП структурированы так, что вся совокупность элементов делится на отдельные подсистемы взаимосвязанных проектов. Необходимо выделить и оценить влияние основных факторов, определяющих динамику изменения показателей внутри данной системы.

Очевидно, что степень влияния того или иного фактора зависит от вида проекта, его масштабов, целевой направленности. Следовательно, оценку экзогенных и эндогенных факторов воздействия на объекты газотранспортной системы, по мнению автора, целесообразно производить в разрезе следующих уровней иерархии – макро-, мезо- и микроуровень. Охарактеризуем выделенные уровни и факторы, которым необходимо уделять особое внимание в процессе мониторинга ИП и возможные подходы к их оценке.

Макроуровень – уровень всей системы газоснабжения с учетом ее развития в существующих и перспективных регионах. Данный уровень соответствует совокупности крупных системообразующих проектов ИП. При этом под системообразующими проектами будем понимать тип проектов, при реализации которых существенно изменяются технико-экономические

параметры всей системы, в рамках которой они находятся, а также может изменяться экономическая, социальная, экологическая обстановка отдельных регионов (формирование моногородов, создание и развитие инфраструктуры, изменение топливно-энергетического баланса страны). В отношении магистрального транспорта газа в качестве крупной промышленной системы можно рассматривать ЕСГ, для которой такими крупномасштабными проектами являются: «Сила Сибири», Северо-Европейский газопровод, «Южный поток», газопровод «Алтай». Определим факторы, которые могут влиять на реализацию широкомасштабных системообразующих проектов на данном уровне иерархии ИП.

Социально-политические факторы. К элементам данной категории относятся политическая стабильность в регионе, экологическая политика, контрактные обязательства, состояние региональной и мировой энергетики, приоритеты энергетической политики. В процессе управления ИП основной упор делается на стратегические цели компании, в основе которых заложены приоритеты по направлениям развития энергетики в мире, долгосрочные контрактные обязательства перед партнерами на внешнем рынке, обязательства по поставкам газа на внутренний рынок. Особую роль в расширении производственной инфраструктуры играет состояние мировой энергетики, отражаемое в энергетических балансах и прогнозах развития. Такие факторы трудно формализуемы и могут быть оценены только на экспертном уровне. Их влияние проявляется в стратегических решениях по разработке новых объектов минерально-сырьевой базы, строительству ниток газотранспортной системы и комплексному развитию инфраструктуры газоснабжения. Следовательно, социально-политические факторы определяют последовательность реализации системообразующих проектов ИП с учетом финансово-экономического обоснования каждого из них.

Нормативно-правовые факторы. Существенное влияние на процесс управления ИП оказывает налоговая политика государства. В газовом секторе оно проявляется через величину изъятие природной ренты, что в свою очередь определяет выбор источников минерально-сырьевых ресурсов и маршрутов транспортировки. Особую актуальность данный фактор приобрел за последние годы, в которые произошел пересмотр системы налогообложения нефтегазовой отрасли в сторону увеличения ставок налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ) (новая формула расчета НДПИ). Это явилось одной из причин приостановки в разработке некоторых перспективных объектов, снижения доходов нефтегазовых компаний и общего сокращения лимитов затрат на ИП. Кроме того, введение налога на имущество для объектов магистрального транспорта негативно сказывается на экономике проектов нового строительства и реконструкции (письмом Министерства финансов РФ (Минфин РФ) от 11 декабря 2012 г. №03-05-04-01/44 с 1 января 2013 г. отменены льготы по налогу на имущество в отношении магистральных трубопроводов, а также сооружений, являющихся неотъемлемой технологической частью этих объектов).

Финансово-экономические факторы включают в себя инвестиционные возможности предприятия и платежеспособность потребителей. В условиях ограниченного финансирования данные факторы становятся определяющими в процессе распределения затрат между различными проектами. Так, в настоящий момент стоит отметить сильную зависимость отрасли от курсовой разницы и инфляционных ожиданий. При этом активно ведется работа по созданию отечественных технологий импортозамещения.

Влияние нормативно-правовых и финансово-экономических факторов может быть оценено посредством использования качественных методов анализа ИП, например, с использованием метода анализа чувствительности денежных потоков.

Мезоуровень. На данном уровне определяют коридоры поставок газа, связывающие объекты минерально-сырьевой базы, объекты переработки газа и жидких углеводородов и потребителей конечной продукции. В рамках ЕСГ выделяются следующие коридоры транспортировки углеводородов: северный, центральный и южный. Ключевой особенностью ЕСГ является многовариантность поставок газа в рамках каждого системообразующего проекта, не привязываясь к конкретному коридору. Это достигается за счет возможности реверсного движения газа по ниткам, наличия многониточных систем и перемычек, эксплуатации объектов хранения газа. Наличие данных структурных особенностей газопроводов позволяет перераспределять газ внутри системы газоснабжения в зависимости от приоритетности направлений поставок.

Факторы, оцениваемые на мезоуровне. *Системная значимость объектов*. Оценка влияния фактора системной значимости объекта отнесена к промежуточному уровню управления ИП в рамках маршрутов транспортировки (коридоров) с учетом конструктивных особенностей газотранспортной системы. В данный момент одним из основных качеств систем газоснабжения является многовариантность поставок газа внутри системы от мест добычи до конечного потребителя, что позволяет качественно оценить приоритетность участков по маршрутам транспортировки. Так, к наиболее приоритетным можно отнести:

- головные участки коридоров (от объектов добычи), где зачастую отсутствуют альтернативные маршруты (однониточное исполнение газопроводов);
- пункты сдачи на границе газотранспортной системы;
- магистральные участки с загрузкой, приближенной к технически-возможной производительности (ТВП);
- участки с нарушением минимально допустимых расстояний, расположенные вблизи населенных пунктов.

На данные момент не существует единой утвержденной методики количественной оценки фактора системной значимости объектов. В практике отраслевых компаний ранжирования объектов по данному фактору обычно производится с использованием метода экспертных оценок на основании данных о вероятном ущербе в результате реализации неблагоприятного события на каждом конкретном объекте. По мнению автора, значительному снижению размерности подобной задачи способствует структурирование объектов ИП по масштабу и целевой направленности

в отдельные подсистемы, оценивая группы взаимосвязанных проектов комплексно. При этом экспертные оценки должны использоваться для корректировки показателей эффективности отдельных подсистем объектов, определяемых на микроуровне.

Природно-климатические факторы. Линейные инженерные сооружения по своей специфике взаимодействия с окружающей средой принципиально отличаются от площадных объектов. Отличие заключается в ландшафтной неоднородности среды, пересекаемой трассой, и климатических условиях. В связи с этим можно выделить факторы, влияющие на техническое состояние линейных инженерных систем.

В первую очередь необходимо учитывать типы местности, составляющие территорию строительства площадных и линейных объектов (среди них выделяют: лесные, тундровые, болотные, торфяниковые, луговые, криогенные, комплексные урочища, без растительного покрова). Каждый тип урочища содержит набор ландшафтных компонентов (влажность и льдистость грунтов, литологический состав, рельеф поверхности, уровень подземных вод и т.д.).

Выделенные особенности по-своему проявляются на разных стадиях проектирования объектов магистрального транспорта:

- на этапе строительства – в инвестиционной составляющей через стоимость используемых материально-технических ресурсов и технологий строительства промышленных объектов, что, как правило, уже учтено в проектной документации. Дополнительная оценка производится посредством анализа чувствительности;
- на этапе эксплуатации – при планировании затрат на капитальный ремонт производственных объектов, осуществляемый по результатам регулярных внутритрубных диагностических инспекций (ВТД), исследований методом шурфования. Оценка степени влияния природно-климатических факторов производится в рамках формирования программ капитального ремонта;
- на этапе вывода объектов в реконструкцию (ликвидацию) – при определении степени опасности компонентов внешней среды для технического состояния объектов. Следовательно, влияние природно-климатических факторов можно учесть опосредованно через оценку технического состояния объектов на более низком уровне иерархии (технико-технологические факторы).

К **микроуровню** предлагается относить технологические участки линейной части, площадные объекты первичной подготовки, транспортировки и газораспределения в рамках линейных производственных управлений магистрального транспорта (ЛПУ МГ). На данном уровне все проекты, объединяются в мелкие подгруппы взаимодополняющих элементов в рамках выбранного маршрута поставок газа. Данные подгруппы представляют собой отдельные подсистемы и могут включать следующие элементы ИП:

- проекты производственной инфраструктуры (ППИ) – проекты, нацеленные на создание новых объектов основных средств, реконструкцию существующих объектов производственной инфраструктуры, консервацию или ликвидацию;
- проекты функциональной инфраструктуры (ПФИ) – инфраструктурные составляющие, обеспечивающие функционирование производственного объекта (электроснабжение, метрология, связь и т.д.);
- проекты социальной инфраструктуры (ПСИ) – объекты непроизводственного назначения, направлены на обеспечение надлежащих условий организации труда и проживания персонала – вахтовые жилые поселки, спортивно-оздоровительные комплексы, детские сады и пр.).

Среди факторов, влияющих на динамику реализации проектов данных подсистем можно выделить следующие технико-технологические факторы, представленные ниже.

Научно-технический прогресс. Влияние фактора обычно отражается в инвестиционной части проектов и характеризуется повышением коэффициента полезного действия (КПД) оборудования, снижением расхода газа на собственные и технологические нужды, снижением металлоемкости и увеличением срока полезного использования оборудования, увеличением межремонтных периодов, снижением объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Так, среди перспективных решений в сфере транспорта газа можно выделить следующие: внедрение унифицированного ГПА для газотранспортной системы, производство высокопрочных сталей категории Х120 и выше, использование композитных материалов, создание новых гладкостных покрытий и т.д. [3].

Уровень перспективной загрузки, надежность и безопасность объектов. Данные факторы являются практически определяющими в процессе ранжирования проектов ИП и зачастую учитываются вместе как взаимоувязанные. Критерии, по которым определяется приоритет объектов магистрального транспорта в ИП в зависимости от технического состояния и перспективной загрузки, представлены в табл. 1 [2, 9].

Таблица 1

КРИТЕРИИ ПРИОРИТЕТНОСТИ ОБЪЕКТОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Функции проектов	Критерии отбора
Реконструкция и расширение объектов промышленной инфраструктуры	Несоответствие параметров перекачиваемого газа расчетным проектным параметрам оборудования по давлению, температуре, мощности – диверсификация поставок
Восстановление проектных показателей производительности	Техническое состояние системы (состояние металла труб и коммуникаций, состояние электрохимзащиты (ЭХЗ), состояние изоляционного покрытия, физический возраст системы по отношению к сроку полезного использования) – эксплуатация на пониженном испытательном давлении. Количество аварий, катастроф, противоправных действий третьих лиц за предшествующие периоды. Количество случаев нарушений охранных зон и минимально допустимых расстояний
Перераспределение потоков газа	Совместная работа с истощенными месторождениями с частичной ликвидации производственных мощностей или нового строительства (лупингов, перемычек) для перераспределения потоков с запиткой из других объектов минерально-сырьевой базы. Перераспределение потоков для газификации отдельных регионов – подключение к объектам хранения газа для покрытия периодов пиковых нагрузок

Необходимо отметить, что оценка надежности, безопасности и технического состояния в целом в отношении объектов магистрального транспорта достаточно сложна. Кроме того, на данный момент не существует комплексного подхода к оценке линейных и площадных объектов, при этом промышленными предприятиями используются внутренние методические рекомендации. Так, например, для обеспечения бесперебойного функционирования объектов линейной части, принадлежащих Публичному акционерному обществу (ПАО) «Газпром», используется подход, изложенный в Р Газпром 2-2.3-253-2009 [10]. С целью обеспечения надежности проектируемых магистральных газопроводов используется СТО Газпром 2-2.1-512-2010 [13]. Для прогнозирования и оценки технического состояния компрессорной станции как единого объекта разработан СТО Газпром 2-2.3-523-2010 [14]. В отношении прочих площадных объектов (газораспределительных станций (ГРС), газоизмерительные станции (ГИС)) подобные рекомендации отсутствуют. При этом предложенный автором подход агрегирования проектов в отдельные подсистемы позволяет рассмотреть их комплексно в привязке к линейным участкам газопроводов, что дает возможность оценить влияние факторов перспективной загрузки, надежность и безопасность в целом по группе связных объектов ППИ, ПФИ, ПСИ. Тогда процесс отбора инвестиционных проектов, привязанных к конкретным участкам, на предмет включения в ИП в рамках выделенных маршрутов транспортировки углеводородного сырья, согласно существующим подходам [5], производится при условии максимизации эффектов от реализации ИП и минимизации возможного ущерба в случае аварийных ситуаций.

Структурная декомпозиция ИП по уровням иерархии представлена на рис. 1.

Рис. 1 Структурная декомпозиция ИП

По мнению автора, дополнительная необходимость в разработке методов оценки существует для выделенных факторов, определяемых на микроуровне. Как это было показано выше, влияние факторов, выделяемых на макроуровне и мезоуровне, имеет субъективный характер, как, например, политических, или косвенно заложено в исходных данных о доходной и затратной части проектов, следовательно, может быть оценено посредством анализа чувствительности ИП или иных методов анализа рисков. Напротив, существенность влияния факторов, определяемых на микроуровне, в процессе ранжирования проектов для целей включения в ИП в рамках подсистем можно подтвердить простым практическим примером.

Факторы, оцениваемые на каждом уровне иерархии, представлены на рис. 2.

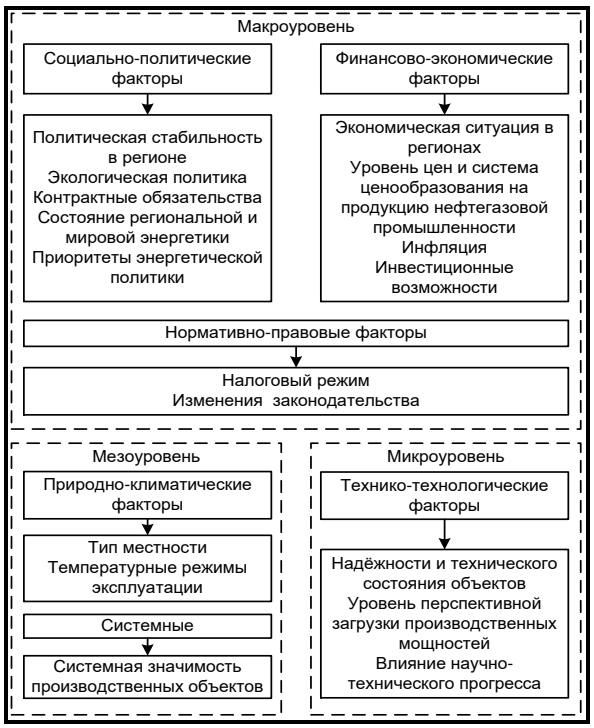

Рис. 2. Факторы, влияющие на развитие ИП

Рассмотрим два случая:

- не учитывается информации о надежности, безопасности системы и перспективной загрузке;
- имеется вся необходимая информация.

Пусть рассматривается некий протяженный отрезок газопровода, на котором определен ряд разнонаправленных проектов. Необходимо определить в условиях ограниченного финансирования, какие именно проекты должны быть включены в ИП. Пусть также не учитываются данные для оценки технического состояния оборудования по отрезкам выделенного участка. В данном случае с использованием инструментов проектного анализа возможно произвести упорядочение объектов по принципу целесообразности включения в ИП, максимизируя накопленный эффект от ее реализации (чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности). Разумно предположить, что в рамках выделенного газопровода уровень технически-возможной

производительности (ТВП) останется неизменным до тех пор, пока на всех участка не будут завершены работы по реконструкции, следовательно, доходная часть возрастет только после завершения всех работ, а основное влияние на агрегированный показатель эффективности реализации ИП оказывает затратная часть. Согласно данному предположению, ранжирование проектов внутри программы сводится к упорядочению их по принципу максимизации накопленного эффекта, следовательно, минимизации дисконтированных затрат, что, очевидно, приводит к отнесению капиталоемких или низкодоходных проектов на более поздние периоды без учета реального технического состояния реконструируемых объектов, системной значимости и принадлежности к конкретным участкам.

Такой подход не учитывает рисков возникновения аварийных ситуаций и вероятный ущерб в результате отказа оборудования, исчисляемый в денежном эквиваленте.

Теперь предположим, что имеются данные по уровню надежности производственных объектов, перспективной загрузке по отношению к ТВП, конструктивным особенностям системы. Все это позволяет проанализировать информацию о состоянии оборудования и оценить возможную величину ущерба с учетом выделенных факторов.

При этом учесть факторы возможно через вероятности безотказной работы оборудования по следующим причинам отказов, определяющим техническое состояние производственных объектов: локальные природные воздействия, антропогенные, дефекты металла труб и сварных соединений, коррозионное разрушение металла. Данные подход представлен в Р Газпром 2-2.3-518-2010 [11].

Рассмотрим численный пример для типового объекта микроуровня – межпоселковый газопровод (материал труб – металл) с использованием некоторых подходов [1, 12].

Типовая схема газопровода представлена на рис. 3.

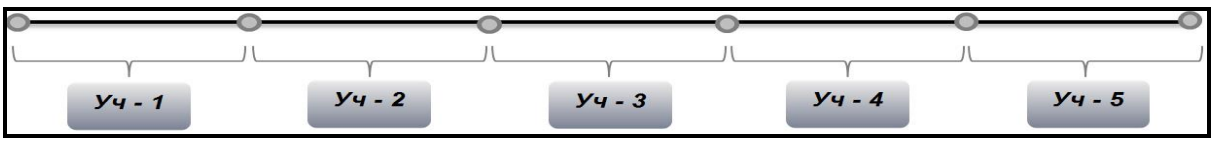

Рис. 3. Типовая схема отрезка газопровода

Основные характеристики участков представлены в табл. 2.

Таблица 2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО УЧАСТКАМ ГАЗОПРОВОДА

Наименование	Участок				
	1	2	3	4	5
Протяженность, км	12,3	15	3,7	5	10,5
Ущерб в результате аварий на участке, млн. руб.	208	215	64	96	146
Требуемые затраты на реализацию проектов по участкам, млн. руб.	148	180	44	60	126
Уровень перспективной загрузки по отношению к ТВП, %	100	92	90	85	60
Вид прокладки: 0 – надземный; 1 – подземный	1	1	1	1	1
Местность: 0 – сельская; 1 – городская	0	0	0	0	0
Срок эксплуатации на момент анализа, лет	26	30	22	25	25
Удаленность от населенного пункта, км	20,3	7,9	16,9	28,2	37,7

Среднестатистические значения удельного параметра потока отказов (УППО) на 1 км, характеризующие подверженность участка факторам влияния, представлены в табл. 3.

На основании имеющихся данных определим вероятности безотказной работы на участках по всем видам отказов. Для этого по исходным данным определим базовые значения потока отказов по участкам (табл. 4, столбцы 1-4).

Таблица 3

ЗНАЧЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ПАРАМЕТРА ПОТОКА ОТКАЗОВ[1]

1 / км * год

Причины аварий и инцидентов	Тип газопровода	
	межпоселковые надземные	межпоселковые подземные
Коррозия (ω_1)	0,00014	0,00032
Природное (ω_2)	0,00037	0,00012
Антропогенное (ω_3)	0,00255	0,00073
Дефекты (ω_4)	0,00018	0,00012

При этом, согласно методическим рекомендациям [18], в столбце 5 табл. 4 значение удельного потока коррозионных отказов стальных подземных газопроводов скорректировано с учетом влияния срока эксплуатации участка на УППО по следующим формулам:

$$\omega_1 = \varpi_1 * k(\tau), \quad (1)$$

$$k(\tau) = \frac{\left(1.4 * 10^{-7} * \tau^3 - 4.9 * 10^{-6} \tau^2 + 9.3 * 10^{-5} * \tau\right)}{0.00141}, \quad (2)$$

где $\tau = T_{экспл} * B_{корр.акт}$ – отражает эффективный возраст газопровода и учитывает факторы, способствующие развитию коррозионных повреждений;

$T_{экспл}$ – продолжительность эксплуатации участка, лет;

$B_{корр.акт}$ – функция коррозионной активности, определяемая для каждого объекта и учитывающая факторы, способствующие развитию коррозии. В отсутствии данных по количеству аварий рекомен-

[1] Источник: Р Газпром 2-2.3-518-2010.

дуется использовать значение 1,25 (среднее значение по газовым хозяйствам).

Таблица 4

УДЕЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ОТКАЗОВ ПО УЧАСТКАМ

*1 / км * год*

Участок	Коррозия, ϖ_1	Природное, ω_2	Антропогенное, ω_3	Дефекты, ω_4	Пересчет по сроку эксплуатации, ϖ_5
	1	2	3	4	5
1	0,00032	0,00012	0,00073	0,00012	0,00060
2	0,00032	0,00012	0,00073	0,00012	0,00090
3	0,00032	0,00012	0,00073	0,00012	0,00040
4	0,00032	0,00012	0,00073	0,00012	0,00054
5	0,00032	0,00012	0,00073	0,00012	0,00054

Далее определяем математическое ожидание отказов по участкам (табл. 5, столбцы 1-4) на основании формулы:

$$N_i^{отк} = \omega_i * L, \quad (3)$$

и вероятность безотказной работы (табл. 5, столбец 5) на основании формулы:

$$P^{безотк} = e^{-N_{отк}}, \quad (4)$$

где $N_{отк}$ – математическое ожидание отказов всех типов в системе газопровода.

Автором предлагается дополнить формулу (4) коэффициентом f, учитывающим перспективную загрузку объекта по отношению к технически возможной производительности ТВП (Q), который принимает следующие значение: 0,5 – при $Q \geq 90\%$, 0,3 – при $90\% > Q \geq 80\%$, 0,2 – при $80\% > Q \geq 60\%$:

$$P^{безотк''} = e^{-N_{отк}*(1+f)}. \quad (5)$$

С учетом принятых допущений определена вероятность безотказной работы по участкам (табл. 5, столбец 5).

Полученные значения вероятностей можно использовать для ранжирования инвестиционных проектов подгруппы на предмет включения в ИП, соотнося их с участками.

При этом автор считает целесообразным дополнительно учитывать объем потерь, который могут быть понесены в результате аварии на каждом из рассматриваемых участков.

Такая задача сводится к минимизации вероятного размера ущерба в результате аварийных ситуаций при условии фиксированных объемов финансирования.

Таблица 5

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОЖИДАНИЕ ОТКАЗОВ ПО УЧАСТКАМ

Участок	Коррозия, $N_{корр}$	Природное, $N_{прир}$	Антропогенное, $N_{антр}$	Дефекты, $N_{деф}$	$P^{безотк''}$	$P^{авар}$ (1-$P^{безотк''}$)
	1	2	3	4	5	6
1	0,0074	0,0015	0,0090	0,0015	0,9714	0,0286
2	0,0135	0,0018	0,0110	0,0018	0,9668	0,0332
3	0,0015	0,0004	0,0027	0,0004	0,9939	0,0061
4	0,0027	0,0006	0,0037	0,0006	0,9902	0,0098
5	0,0057	0,0013	0,0077	0,0013	0,9811	0,0189

В формализованном виде задача выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{J} c_j p_j \to min \\ \sum_{j}^{J} b_j x_j \leq A = const \\ b_j = const \\ p_j \geq 0, c_j, \geq 0, x_j = 0;1 \\ p_j = \begin{cases} 0, если\ x_j = 1 - работы\ b_j \\ p_j, если\ x_j = 0 - нет\ работ, \end{cases} \end{cases} \quad (6)$$

где p_j – вероятность возникновения аварийной ситуации на участке j, где $j = 1, \ldots, J$ (табл. 5, столбец 6);

c_j – размер возможного ущерба в результате возникновения аварийной ситуации на участке j. Данный показатель на практике оценивается на основании данных по объемам недопоставки и размерам предполагаемых выплат и штрафов в результате аварии;

A – целевой лимит финансирования;

x_j – бинарная переменная, принимающая значение ноль, если инвестиционные проекты реконструкции на участке не реализуются;

1 – при реализации проектов.

Стоит отметить, что фактор аварийности в данной постановке задачи не учитывает инцидентов, произошедших по причине техногенных катастроф или действий третьих лиц. Такие случаи не поддаются планированию.

Решение задачи представлено в табл. 6 при лимите финансирования инвестиционной деятельности не более 400 млн. руб., заданных величинах вероятного ущерба (ст. 1) и затратах на реализацию инвестиционных проектов (ст. 2).

Таблица 6

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Участок	Ожидаемый ущерб от аварии, тыс. руб.	Затраты по проектам на участке, тыс. руб.	X_j	Вероятная величина ущерба после реализации проектов, тыс. руб.	Понесенные затраты, тыс. руб.
	1	2	3	4	5
1	5 935	147 600	1	0	147 600
2	7 128	180 000	1	0	180 000
3	391	44 400	0	391	0
4	940	60 000	1	0	60 000
5	2 757	126 000	0	2 757	0
Всего	17 151	558 000	-	3 148	387 600

По результатам расчета определено, что при ограничении лимитов финансирования минимальное значение потенциального ущерба снижается с 17 млн. руб. до 3 млн. руб. при проведении работ на участках Уч-1, Уч-2, Уч-4, следовательно, инвестиционные проекты на данных участках имеют приоритет при включении в ИП.

По результатам анализа влияния факторов на разных уровнях управления ИП можно сделать следующие выводы:

- степень влияния того или иного фактора зависит от вида проекта, его масштабов, целевой направленности. Следовательно, анализ экзогенных и эндогенных факторов воздействия на объекты газотранспортной системы, определяющих динамику развития ИП, по мнению автора, целесообразно производить в разрезе следующих уровней иерархии: макроуровень, мезоуровень и микроуровень;
- ряд выделенных факторов являются трудно формализуемыми или в большинстве своем подаются только качественной оценке (политические, аварийность в результате техногенных катастроф или действия третьих лиц). Политические факторы оцениваются на самом верхнем уровне иерархии (экспертно) для принятия стратегических решений в разработке новых объектов минерально-сырьевой базы с учетом определения направлений поставок газа. Оценка возможности форс-мажорных ситуаций не имеет практического смысла;
- большинство факторов уже учитываются прямо или косвенно в процессе формирования проектной документации по объектам нового строительства и реконструкции: стоимость оборудования, природно-климатические факторы, макроэкономические индикаторы, уровень цен на энергоресурсы, контрактные обязательства и их влияние может быть оценено посредство анализа чувствительности;
- в настоящее время ИП приходится реализовывать в условиях ограниченного финансирования, что накладывает дополнительные ограничения на объемы выполнения работ. В такой ситуации особую важность приобретает фактор надежности и безопасности дальнейшей эксплуатации объектов производственной инфраструктуры на основании их технико-технологического состояния. Автором предлагается оценивать данный фактор на микроуровне для ранжирования работ по участкам в рамках определенных маршрутов транспортировки углеводородного сырья. Использование предложенного автором подхода позволяет выделить наиболее приоритетные объекты финансирования, оценивая степень их значимости для обеспечения требуемого уровня надежности газотранспортной системы в целом и минимизируя возможный ущерб от потери целостности участков системы в результате несвоевременного проведения работ по реконструкции;
- представленная декомпозиция факторов и методы их оценки и учета позволяют существенно снизить размерность и, следовательно, сложность задачи оценки и учета влияния среды реализации ИП на совокупные показатели эффективности.

Литература

1. Бережная Е.В. Математические методы моделирования экономических систем [Текст] / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М. : Финансы и статистика, 2006. – С. 432.
2. Варламов Н.В. и др. Научно-методический подход и опыт разработки схем развития региональных газотранспортных систем [Текст] / Н.В. Варламов, А.В. Белинский, С.Н. Речинский, О.И. Ребров, М.Н. Мацук, С.В. Горшкова // Газовая промышленность. – 2014. – №10. – С. 15-19.
3. Галиулин З.Т. и др. Современные газотранспортные системы и технологии [Текст] / З.Т. Галиулин, С.Ю. Сальников, В.А. Щуровский. – М. : Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – С. 346.
4. Дрогобыцкий И.Н. Системный анализ в экономике [Текст] / И.Н. Дрогобыцкий. – М. : ЮНИТИ-Дана, 2012. – С. 423.
5. Кириченко О.С. и др. Комплексная методология анализа эффективности и рисков инвестиционных проектов в газовой промышленности [Текст] / О.С. Кириченко, Н.А. Кисленко, А.А. Комзолов, И.В. Мещерин, В.С. Сафонов. – М. : Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – С. 168.
6. Лившиц В.Н. Основы системного анализа и системного мышления [Текст] / В.Н. Лившиц. – М. : Ин-т экономики РАН, 2013. – С. 54.
7. Протасов В.С. Анализ инвестиционного поведения нефтегазовых компаний в условиях экономического кризиса [Электронный ресурс] / В.С. Протасов ; Ин-т энергетики и финансов. – 2013. – С. 10. URL: http://www.fief.ru/img/files/Protasov_Analiz_investicionnogo_povedeni__neftegazovyh_kompanii_v_uslovi_h_akonomiceskogo_krizisa.pdf.
8. Родионов И.И. Учет отраслевых факторов при анализе инвестиционного поведения компаний (на примере нефтегазовой отрасли) [Электронный ресурс] / И.И. Родионов, В.С. Протасов // Корпоративные финансы. – 2010. – №4. – С. 41-51. URL: https://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/64565690.
9. Русакова В.В. Теория и практика разработки стратегии развития газовой отрасли [Текст] / В.В. Русакова, А.С. Казак. – М. : НИИгазэкономика, 2011 – С. 296.
10. Р Газпром 2-2.3-253-2009. Методика оценки технического состояния и целостности газопроводов [Текст]. – М. : Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 81.
11. Р Газпром 2-2.3-518-2010. Оценка влияния отказов в системах газораспределения на безопасность и надежность газоснабжения на основе методов риск-анализа [Текст]. – М. : Газпром промгаз, 2011. – С. 43.
12. Р Газпром 2-2.3-662-2012. Газораспределительные системы. Оценка и управление рисками реализации инвестиционных проектов строительства и реконструкции газораспределительных систем [Текст]. – М. : Газпром промгаз, 2011 – С. 76.
13. СТО Газпром 2-2.1-512-2010. Обеспечение системной надежности транспорта газа и стабильности поставок газа потребителям [Текст]. – М. : Газпром промгаз, 2011. – С. 97 с.
14. СТО Газпром 2-2.3-523-2010. Методические указания по прогнозированию и оценке технического состояния компрессорной станции как единого объекта [Текст]. – М. : Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 77.
15. Blackley P.R. Sources of sectoral fluctuations in business fixed investment [Text] / P.R. Blackley // J. of economics and business. – 2000. – No. 52. – PPp. 473-484.
16. Long J. Sectoral vs. aggregate shocks in the business cycle [Text] / J. Long, C. Plosser // American economic review. – 1987. – No. 77. – Pp. 333-336.

Ключевые слова

Инвестиционная деятельность; идентификация и оценка факторов; декомпозиция факторов; факторный анализ; инвестиционная программа; экзогенные и эндогенные факторы; магистральный транспорт газа; газовая промышленность.

Степанова Марина Владимировна
E-mail: stepanova.marina9@gmail.com

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы обусловлена тем фактом, что проблема ранжирования проектов в процессе управления инвестиционной деятельность приобретает все большую значимость с расширением инвестиционных программ различных отраслей деятельности в условиях ограниченного финансирования и нестабильной конъюнктуры. В связи с этим вопросы, раскрываемые автором в данной работе, представляются весьма актуальными.

Научная новизна и практическая значимость. В статье интегрированы различные теоретические взгляды на анализ экзогенных и эндогенных факторов для газовой промышленности, основное внимание уделяется формированию принципов построения декомпозиции ключевых факторов по уровням иерархии, основанной на специфике моделируемых объектов с использованием экономико-математических методов и моделей.

В данной статье разработан системный подход к оценке факторов, определяющих динамику развития инвестиционных программ газовой промышленности. Кроме того, в работе предложены экономико-математические инструменты оценки факторов на каждом уровне иерархии. Практическая значимость авторского подхода имеет место в связи с тем, что он может быть использован для крупномасштабных проектов.

Заключение. Рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к опубликованию.

Грачева М.В., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой математических методов анализа экономики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва.