

СЦЕНАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЕМ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Команич Н. В.¹, Чернов И. В.², Шелков А. Б.³
(ФГБУН Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН, Москва)

Работа посвящена сценарному исследованию проблем повышения эффективности процессов управления социально-экономическим развитием российского Севера в условиях санкционного давления. Рассмотрены основные направления реализации государственной политики РФ в арктическом регионе в условиях воздействия широкого спектра угроз и ограничений, носящих как внешний, так и внутренний характер. Приведены результаты сценарного исследования возможных направлений развития и условий функционирования нефтегазовой отрасли в Арктике. В качестве инструмента исследования использован математический аппарат сценарного моделирования и прогнозирования, основным преимуществом которого является возможность предвосхищения наиболее важных событий в развитии ситуации в процессе управления крупномасштабными системами, а также формирования спектра альтернативных сценариев, позволяющих не только оценивать управленческие решения, но и выявлять новые возможности достижения поставленных целей управления в условиях неполной информации и неопределенности. На базе математического аппарата знаковых ориентированных графов разработана технология сценарного исследования, составляющая основу программного комплекса имитационного моделирования. Сформирована базовая многофакторная сценарная модель управления освоением ресурсов Арктической зоны России и ряд ее модификаций. Результатом исследования моделей являются разработанные сценарии, анализ которых, в частности, показал, что в крайне сложной экономической ситуации, вызванной внешним санкционным давлением, наиболее эффективной является управленческая стратегия, основанная на опережающем наращивании финансовой и иных видов поддержки, реализуемых на территории российского Севера нефтегазовых проектов, осуществляемых различными экономическими субъектами.

Ключевые слова: управление, сценарный анализ, имитационное моделирование, Арктическая зона РФ, государственная поддержка, нефтегазовая отрасль.

¹ Никита Владимирович Команич, старший инженер-программист (komanichnickita@gmail.com).

² Игорь Викторович Чернов, к.т.н., в.н.с. (ichernov@gmail.com).

³ Алексей Борисович Шелков, к.т.н., в.н.с. (abshelkov@gmail.com).

1. Введение

Развитие Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) приобретает все большее значение в социально-экономическом развитии страны и в укреплении ее потенциала. В современных условиях стратегическое значение природных ресурсов Арктики (в Арктической зоне сосредоточено примерно четверть отечественных запасов нефти и более 70% газа), а также морских судоходных путей и материковой инфраструктуры для поступательного и устойчивого развития России существенно возрастает, особенно в долгосрочной перспективе.

В 2020 г. утверждены «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» (утв. Указом Президента РФ от 5 марта 2020 г. № 164) и «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» (Утв. Указом Президента РФ от 26 октября 2020 г. N 645), а в 2021 г. – Государственная программа «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» (утв. Постановлением Правительства РФ от 30 марта 2021 г. № 484), представляющие собой основополагающие доктринальные документы, определяющие стратегические цели, основные направления и задачи, а также механизмы реализации государственной политики РФ в Арктическом регионе.

В настоящее время вся территория российской Арктики стала особой экономической зоной, в рамках которой созданы территории опережающего развития «Столица Арктики» и «Чукотка». По данным Научно-экспертного совета Государственной комиссии по вопросам развития Арктики в 2023 г. в арктических преференциальных режимах реализуется 695 проектов с государственной поддержкой с объемом инвестиций 1,6 трлн рублей, при этом к 2030 году их количество должно возрасти до 1300 [5].

Однако в последние годы значительное негативное влияние на развитие АЗРФ оказывают обострение мировой внешнеполитической ситуации, широкомасштабное санкционное давление на Российскую Федерацию, попытки блокирования доступа российской экономики на важнейшие глобальные рынки това-

ров и услуг и максимально возможного воспрепятствования социально-экономическому, производственно-технологическому, научно-техническому и т.д. развитию нашей страны. Это приводит к нарастанию существующих и появлению принципиально новых угроз устойчивому развитию АЗРФ и, соответственно, к необходимости повышения эффективности государственного управления в рассматриваемой предметной области в условиях возрастания рисков, ограничений и угроз реализации целей и приоритетов освоения Арктики.

2. Анализ основных проблем развития Арктической зоны РФ

Эффективная реализация государственной политики в АЗРФ невозможна без учета широкого спектра внешних и внутренних угроз и ограничений в условиях нарастания агрессивности антироссийской внешней политики геополитических противников нашей страны. Внешние угрозы в первую очередь связаны с усилением экономического давления на Россию и сотрудничающие с ней дружественные страны, ужесточением совокупности первичных и вторичных экономических санкций, попытками разрушения системы международного сотрудничества России с зарубежными странами, а также ограничением доступа нашей страны на мировые финансовый, энергетический и товарный рынки и т.д. Проблемы освоения АЗРФ связаны и целым рядом внутренних рисков, определяемых сложившимися социально-экономическими и инфраструктурными особенностями развития российских арктических территорий, географическим положением и природно-климатическими условиями северного мультирегиона и т.д.

С точки зрения управления АЗРФ является сложной системой, имеющей большое количество параметров, структуру взаимосвязей которых сложно выявить, а также характеризующейся [19, 20, 22]:

- обширной территориальной распределенностью объектов управления различного типа в границах мультирегиона;

- высоким уровнем сложности функциональных, материально-финансовых, информационных и иных взаимосвязей (взаимозависимостей) между ними;
- крайне широким спектром разнородных качественных и количественных показателей и параметров, описывающих состояние, характер и тенденции развития АЗРФ;
- наличием большого числа экономических субъектов с различными интересами и целями, которые необходимо согласовывать в процессе управления развитием АЗРФ;
- высоким уровнем неопределенности, значительным числом внешних и внутренних угроз развитию АЗРФ, а также связанных с ними рисков различной природы;
- широким спектром функциональных задач управления развитием АЗРФ;
- наличием внешних и внутренних угроз реализации целей развития этого региона;
- динамичностью обстановки, связанной с непрерывно изменяющимися условиями и ограничениями, как временными так и ресурсными;
- высокой сложностью процедур мониторинга и подготовки управленческих решений, а также обеспечения должной результативности их реализации, а также формирования и оценки эффективности достижения целей управления;
- значительной ролью опережающего комплексного мониторинга и контроля хода реализации крупных и имеющих стратегическое значение проектов развития Арктики, а также упреждающего выявления и многосторонней оценки ключевых тенденций социального и экономического развития российского Севера и страны в целом;
- потребностью существенных затрат ресурсов и времени для своего развития.

Экономическое значение Арктики во многом определяется потенциалом нефтегазодобывающей отрасли, которая преимущественно ориентирована на морскую логистику, обеспечивающую загрузку Северного морского пути (транспортировка нефти, сжиженного природного газа и угля). Одновременно с этим в настоящее время освоение ресурсов Арктической зоны

(включая шельфовую поверхность и дно арктических акваторий) сталкивается с целым рядом проблем, связанных с недостаточной разведанностью и трудностями освоения уже открытых месторождений в условиях внешнего санкционного давления, что в ряде случаев приводит к необходимости корректировки сроков осуществления арктических проектов. Кроме того, негативное влияние оказывают и возникшие проблемы с поставками продукции за рубеж у экспортоориентированных предприятий из-за санкций, возрастают трудности с приобретением импортных запчастей и технологических компонентов, а также техническим обслуживанием оборудования [8].

Проведенный анализ основных проблем развития нефтегазового комплекса позволил выделить пять их категорий: экономические, инфраструктурные, технологические, природно-климатические и экологические (анализ геополитических и военных угроз развитию АЗРФ в настоящей работе не рассматривается).

Экономические проблемы. Одним из основных источников затрат нефтегазовой отрасли является технологическое оборудование для добычи, транспортировки и переработки добываемых углеводородных ресурсов. В современных условиях стоимость как самого оборудования, так и логистики его доставки, а также затраты на его установку и техническую поддержку во время эксплуатации резко возрастают. Одновременно с этим возрастает и актуальность задач интенсификации инновационного пути развития технологий добычи и переработки углеводородов, что также требует капитальных вложений. Немаловажную роль в данной проблеме играет и недостаточная эффективность механизмов государственной поддержки и стимулирования интереса компаний к геологоразведке и разработке новых месторождений.

К экономическим проблемам также следует отнести волатильность и периодическое снижение цен на углеводороды на внешнем рынке, резкое изменение которых приводит к падению нефтегазовых доходов федерального бюджета, негативно сказывается на целом ряде бюджетных показателей и может провоцировать инфляционные процессы, что, в свою очередь, приводит к необходимости увеличения объема инвестиций в отрасль.

Значительное влияние оказывает и трансформация рынка, поскольку негативные (связанные с санкционным давлением) и труднопредсказуемые изменения в рыночной экономике безусловно являются дестабилизирующими факторами в добывающей отрасли.

Инфраструктурные проблемы. В настоящее время транспортная инфраструктура Арктики состоит из двух неравнозначных территорий: с одной стороны – западных регионов АЗРФ (за исключением Ненецкого автономного округа), где сформирована достаточно развитая и связанная с центром России транспортная сеть, с другой – арктических районов Сибири и Дальнего Востока, в которых наземные транспортные коммуникации практически отсутствуют, вследствие чего сообщение с другими регионами страны обеспечивается только воздушным и водным транспортом [13]. Сложившаяся ситуация предопределяет важнейшее значение проблемы создания единой арктической транспортной системы как фундамента для развития экономики АЗРФ, которая в идеале должна включать Северный морской путь, гражданскую авиацию, железнодорожное и автомобильное транспортное сообщение, а также трубопроводы и береговую инфраструктуру. Сложность решения данной проблемы заключается в экстремальности климатических условий, существенно повышающих трудоемкость дорожного строительства, а также в масштабах северных территорий, неравномерности расселения, труднодоступности отдельных районов и т.д.

Технологические проблемы. В период глобальной нестабильности возрастают затраты на разработку и внедрение инноваций, а также технологическую модернизацию добывающей отрасли, потребность в которых обусловлена необходимостью повышения эффективности функционирования и развития нефтегазового комплекса, являющегося базовым сегментом экономики АЗРФ. Внешние экономические санкции существенно ограничили доступ российских компаний к современным технологиям, а сегодня на долю импорта приходится почти 38% приобретаемого и используемого в нефтегазовой отрасли оборудования. В отрасли ощущается острая нехватка не только современного технологического оборудования, но и систем 3D геологического моделирования, программного обеспечения для

интерпретации результатов сейсморазведки и данных геофизических исследований скважин и т.д. [7].

С серьезными проблемами сталкиваются крупные проекты освоения шельфовых месторождений, решение которых требует много времени, ресурсов и внушительных инвестиций в силу высокой технологической и технической сложности их разработки, а также научно-исследовательского обоснования. В настоящий момент главной проблемой является недостаток, а иногда и отсутствие современных технических средств для разведки и освоения шельфовых и глубоководных морских месторождений. Разработка и организация промышленного производства необходимого высокотехнологичного оборудования требует существенных затрат. Кроме того, затраты на выполнение строительно-монтажных работ также оказывают большое влияние на стоимость проектов.

Природно-климатические проблемы. Регион характеризуется жесткими климатическими условиями, являющимися одними из самых суровых на планете. Определяемые высокими широтами низкие температуры в мультирегионе могут достигать до -60°C (в среднем температура составляет около -30°C в зимние месяцы, и $-5\dots+5$ – в летние). Арктическая территория характеризуется сильными ветрами, обширным ледовым покровом морской поверхности, дрейфующими айсбергами, разрушительной силой морских волн, сильными снегопадами. На суше – вечная мерзлота, представляющая собой верхнюю часть земной коры глубиной от 500 м, температура которой не поднимается выше 0°C . В то же время территория региона почти не подвержена каким-либо сейсмическим воздействиям.

Определенную тревогу вызывают наблюдаемые климатические изменения и распространение экстремальных природных явлений, интенсивность которых в настоящее время возрастает. Тем не менее, хотя пока отсутствует единая точка зрения научного и экспертного сообществ о причинах и характере климатических изменений на длительном временном горизонте, связанные с ними риски и проблемы необходимо учитывать, особенно на этапах разработки крупных проектов развития АЗРФ.

Экологические проблемы. Природа и экосистема Арктики характеризуется высокой чувствительностью к антропогенному

воздействию, а также длительными сроками восстановления после значительного внешнего вмешательства. Как результат, крайне слабая экоустойчивость природы российского Севера определяет высокий уровень ее уязвимости. В силу этого разработка, освоение и эксплуатация месторождений углеводородов как на материковой части АЗРФ, так на шельфе характеризуются повышенными экологическими рисками.

Выделенные особенности АЗРФ как объекта управления, а также сложности реализации процессов управления развитием этого региона страны приводят к необходимости совершенствования существующих и разработки новых методов и подходов к повышению эффективности вырабатываемых управленческих решений. В качестве одного из таких подходов к решению поставленной проблемы повышения качества управления развитием подобных крупномасштабных социально-экономических систем является использование методологии сценарного анализа [6, 11]. Сценарный подход позволяет снизить имеющуюся неопределенность при анализе сложных систем и исследовать альтернативные варианты развития ситуации при различных внешних условиях и управленческих воздействиях. Кроме того, данный подход позволяет оценить результативность управленческих решений в условиях риска, неопределенности и ограничений различного типа, а также определять необходимые управляющие воздействия для реализации желаемых сценариев.

3. Методы и технологии сценарного анализа в управлении развитием социально-экономических систем

В настоящее время с появлением целого комплекса рассмотренных выше принципиально новых внешних угроз и санкционных ограничений, а также непосредственно связанных с ними проблем задачи управления обеспечением безопасного и устойчивого социально-экономического развития страны существенно усложнились. В реалиях сегодняшнего дня использование только традиционных подходов и методов управления развитием крупномасштабных социально-экономических систем (СЭС) становится очевидно недостаточным в силу их

реактивности (преимущественной ориентации на первоочередное решение уже возникших острых проблем, связанных с развитием негативных явлений и процессов как во внешней, так и во внутренней среде), что неизбежно приводит к снижению эффективности и результативности принимаемых управленческих решений, особенно в условиях неопределенности и рисков реализации угроз различной природы, вследствие чего, как показывает практика, в данной ситуации наиболее успешно обеспечивается решение в основном оперативных задач. Таким образом, если система управления ограничивается лишь реакцией на вызовы и угрозы, а также противодействием в основном последствиям неблагоприятных ситуаций, она принципиально неспособна обеспечить успешное достижение стратегических и среднесрочных целей социально-экономического развития, поскольку эффективное решение данных задач становится крайне затруднительным, а во многих случаях и невозможным, что в современных условиях является основным источником снижения качества и результативности управленческих решений [18].

Здесь следует подчеркнуть, что реактивность как возможность системы управления оперативно реагировать на возникающие проблемы безусловно необходима в силу того, что она обеспечивает как минимум снятие их остроты и стабилизацию ситуации на определенный период времени, однако ориентация только на сиюминутные проблемы в долгосрочной перспективе может привести к серьезным и труднопредсказуемым последствиям.

Соответственно, необходимым условием повышения эффективности процессов управления развитием СЭС особенно на длительном временном горизонте является смещение акцента с задач реактивного характера на опережающие и направленные на предотвращение кризисных ситуаций задачи, основой решения которых является целевой прогноз изменения обстановки как во внешней, так и во внутренней среде. Данный прогноз обеспечивает возможность выделения и последующего анализа совокупности характеризующих внешние риски и внутренние «окна» уязвимости ключевых факторов, а также идентификации потенциальных угроз целям и задачам управления развитием

СЭС, что в итоге позволяет не только своевременно, но и с определенным упреждением оценивать последствия их реализации, выявлять проблемные ситуации и исследовать альтернативные направления их развития.

Таким образом, система управления должна опираться на комплекс развитых средств и методов раннего обнаружения вероятных или зарождающихся изменений во внешней и внутренней среде и прежде всего имеющих существенное (а возможно – критическое) значение с точки зрения достижения поставленных целей, как долгосрочных, так и среднесрочных.

Решение многих из перечисленных выше проблем и задач обеспечивает методология формирования и анализа альтернативных сценариев поведения сложных слабоформализуемых систем, способная обеспечить эффективную информационную поддержку процессов подготовки решений в различных сегментах и на различных уровнях иерархии системы управления, предоставляя лицам, принимающим решения, данные о потенциальных опасностях и рисках с целью принятия адекватных и своевременных мер на основе результатов комплексной опережающей сценарной оценки альтернативных вариантов развития событий, в том числе в моменты времени, когда угрозы и негативные явления носят потенциальный характер (т.е. существует лишь некоторая вероятность их появления или негативного воздействия, либо рассматриваемые угрозы еще не начали оказывать сколько-нибудь значимого влияния).

Главная сложность в процессах подготовки и принятия как стратегических, так и в несколько меньшей степени тактических решений является необходимость учета неопределенности и связанных с ней рисков, что обусловливается:

- неполной наблюдаемостью происходящих внешних и внутренних процессов;
- скрытым характером многих существующих и потенциальных угроз;
- труднопредсказуемостью тенденций возможного развития проблемных ситуаций;
- неполнотой и зачастую недостаточной достоверностью, а также запаздыванием поступающей исходной как количе-

ственной, так и качественной информации, характеризующей о проблемную ситуацию;

- отсутствием возможности заблаговременно и достоверно предвидеть и оценить как позитивные, так и возможные нежелательные результаты реализации данных решений.

При этом по перечисленным выше причинам возможности использования точных методов прогнозирования крайне ограничены. Вышесказанное приводит к необходимости применения для решения рассматриваемых задач методологии, основанной на исследовании неполных математических моделей, структура которых основана на преимущественном использовании в качестве исходных наиболее существенных факторов и показателей, значения которых поддаются количественной или качественной оценке, а следовательно – формализации с приемлемой точностью [11, 21].

На практике достаточно часто встречается класс прикладных задач организационного управления, сводящихся к формированию как оптимистических, так и пессимистических опережающих (прогнозных) оценок наиболее существенных с точки зрения поставленных целей количественных и качественных характеристик объектов или ситуаций, в том числе и при реализации различных управленческих воздействий. Решение подобного класса задач можно отнести к основной области применения сценарного моделирования. Сценарный подход позволяет вырабатывать интегрированные стратегии управления, обеспечивающие существенное снижение рисковых составляющих вне зависимости от реального развития событий в будущем.

Сфера практического применения сценарного подхода в организационном управлении в различных предметных областях в последние годы неуклонно расширяется, поскольку его главным преимуществом является возможность формирования альтернативных сценариев поведения крупномасштабных, слабоформализуемых объектов и систем. На основе анализа полученных сценариев появляется возможность проведения упреждающего мониторинга и оценки возможных последствий реализации внешних и внутренних угроз, а также эффективности и результативности управленческих решений по их парированию или снижению тяжести нанесенного ущерба. Таким образом, сце-

нарный подход является основой для реализации процедур информационно-аналитической поддержки процессов подготовки решений и опережающей оценки их качества [6, 11].

Сценарии являются одной из форм представления информации о возможных (альтернативных) направлениях развития проблемных ситуаций во внутренней и во внешней среде. В своем современном значении термин «сценарий» стал употребляться в конце 50-х – начале 60-х годов прошлого века [6, 10, 21]. Первой публикацией по сценарному подходу считается работа Г.Канна «Эскалация надежности; метафоры и сценарии» [24].

В настоящее время понятие сценария в теории организационного управления используется уже достаточно широко. В зарубежной и отечественной литературе можно выделить два базовых подхода к определению сценария [3, 4, 12, 14]

В рамках первого в определении сценария делается акцент на причинно-факторную детерминированность последовательного развития исследуемой проблемной ситуации. Согласно представлениям Г.Канна, сущность сценарного подхода заключается в выделении базовых количественных и качественных показателей, описывающих характер развития исследуемой ситуации, при этом экстраполяция средних значений факторов формирует базовый сценарий, а их вариации и отклонения, а также тенденции изменения во времени образуют негативные или позитивные альтернативные сценарии. В работе Л.Ганна и Б.Хогвуда сценарий рассматривается как «гипотетическая последовательность событий, конструируемая в целях фокусирования внимания на причинных процессах и решениях» [23]. Аналогичное развернутое определение сценария дается В.Н.Цыгичко и Д.С.Черешкиным, в рамках которого сценарий понимается как «гипотетическая картина последовательного развития во времени и пространстве событий, составляющих в совокупности эволюцию социально-экономического объекта в интересующем исследователя разрезе. В сценарии в явном виде фиксируются причинно-следственные зависимости, определяющие возможную в будущем динамику изменения состояния объекта и условия, в которых эти изменения будут происходить» [15].

Второй подход предполагает использование в качестве цели разработки сценария не предвосхищение альтернатив развития исследуемой ситуации, а прежде всего установление логической сети последовательности свершения событий, определяющих пути их развития [1, 2, 9]. В соответствии с определением Г.Канна и Э.Винера сценарий представляет собой «динамическую последовательность возможных событий, фокусирующую внимание на причинно-следственной связи между этими событиями и точками принятия решений, способных изменить их ход и траекторию движения во времени всей рассматриваемой системы в целом или отдельных ее подсистем» [25].

В рамках решения рассматриваемых задач сценарий целесообразно рассматривать как инструмент анализа альтернативных вариантов развития ситуации в сфере управления развитием социально-экономических систем с целью информационной поддержки процессов подготовки и принятия управленческих решений, а также опережающей оценки их эффективности [17].

Укрупненная классификация сценариев развития проблемных ситуаций представлена на рис.1 [6, 21].

В общем виде задача построения сценариев формулируется следующим образом: изучается сложная, динамическая, открытая, управляемая, не полностью наблюдаемая система. Следует описать возможные направления ее изменения несколькими вариантами так, чтобы в рамках поставленной содержательной задачи дать наиболее полное представление о возможных будущих состояниях и траекториях развития системы [6, 11, 17].

В настоящее время сфера применения сценарного подхода при решении разнообразных конкретных прикладных проблем и задач организационного управления в различных областях человеческой деятельности непрерывно расширяется.

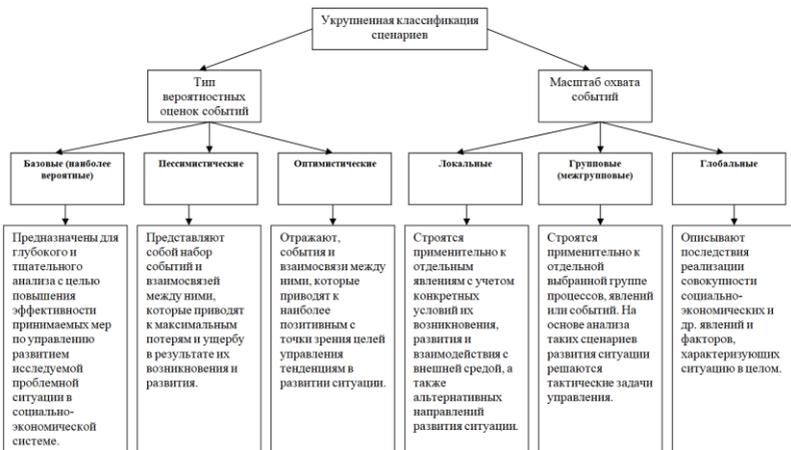


Рис. 1. Классификация сценариев

Однако совокупность используемых методов построения вариантов сценариев опирается, во-первых, в большинстве случаев только на экспертные методы их формирования; во-вторых, на специфические особенности конкретной (в большинстве случаев – строго ограниченной) области исследования, на основе которых разрабатываются отражающие данные особенности узкоспециализированные формализованные модели на основе использования разнообразного математического аппарата; в-третьих, аналитическое исследование разработанных моделей и синтез альтернативных сценариев экспертами и специалистами осуществляется в основном «вручную». Таким образом, в настоящее время практически отсутствует общепринятая и в достаточной степени универсальная как минимум в рамках определенных классов задач методологическая концепция формирования и анализа сценариев развития проблемных ситуаций. Одновременно с этим крайне мало работ по комплексным проблемам формализации задач сценарного исследования, автоматизации процессов генерации и исследования сценариев, а также сценарно-прогнозной оценки эффективности управленческих решений с целью информационной поддержки процессов их подготовки и принятия.

В настоящее время накоплен значительный опыт использования аппарата знаковых, взвешенных знаковых и функциональных знаковых ориентированных графов в качестве методологической основы сценарного исследования широкого круга проблем и задач управления развитием СЭС. [6, 11, 17, 21].

Рассматриваемая модель представляет собой ориентированный граф $G(X, E)$ (здесь X – конечное множество вершин, а E – множество дуг), в котором каждой вершине x_i ставится в соответствие ее параметр $v_i \in V$, $V = \{v_i, i \leq N = \|X\|\}$ и вводится функционал преобразования дуг $F(V, E)$ таким образом, что в соответствие каждой дуге ставится знак, вес или функция [11].

С целью обеспечения возможности исследования динамики процессов развития СЭС вводится понятие импульсного процесса. Под импульсом $P_i(t)$ в некоторой вершине x_i понимается изменение значения ее параметра в дискретный момент времени t ($t=0, 1, 2, \dots$).

$$(1) \quad P_i(t) = v_i(t) - v_i(t-1).$$

В импульсном процессе значение параметра вершины x определяется следующим образом:

$$(2) \quad v_i(t) = v_i(t-1) + \sum_{j=1, j \neq i}^N F(v_i, v_j, e_{ij}) P_j(t-1) + P_i^0(t),$$

где $P_i^0(t)$ – внешний импульс, вносимый в момент времени t в вершину e_i .

Выражение для импульса в исследуемом процессе получается из конечно-разностных уравнений (1) и (2):

$$(3) \quad P_i(t) = \sum_{j=1, j \neq i}^N F(v_i, v_j, e_{ij}) (P_j(t-1) + P_i^0(t)).$$

Содержательно параметрами вершин графа являются ключевые показатели (факторы), описывающие состояние и динамику развития исследуемой ситуации, структура знакового графа отражает их причинно-следственные взаимозависимости. Совокупность значений параметров вершин в графовой модели описывает конкретное состояние исследуемой ситуации в определенный момент времени, при этом изменение любого из них

порождает импульс и интерпретируется как изменение ситуации. Управляющие воздействия моделируются подаваемыми импульсами в определенные вершины графа или изменением структуры модели [6, 17, 21].

Для решения задач информационно-аналитической поддержки процессов подготовки, принятия и оценки эффективности управленческих решений в условиях неопределенности разработан специализированный программно-аналитический комплекс (ПАК), обеспечивающий автоматизацию процессов создания и сценарного исследования графовых моделей развития СЭС [6, 16].

Как правило, сценарии развития СЭС генерируются и анализируются в двух основных аспектах [11, 16]:

- прогноз развития ситуации в отсутствии управляющих воздействий, т.е. ситуация развивается сама по себе;
- прогноз развития ситуации с выбранным комплексом управляющих воздействий (прямая задача – разработка сценария прямого управления).

В работе [10] была предложена идея существенного расширения базовых функций ПАК за счет возможности решения обратной задачи – поиска и анализа множества допустимых управляющих воздействий, обеспечивающих достижение поставленных целей. Фактически данная задача представляет собой синтез сценария с заданными свойствами и в отличие от прямой задачи (разъясняющей «что будет, если?»), дает ответ на вопрос «что необходимо предпринять для достижения поставленных целей или обеспечения желаемого характера развития исследуемой ситуации?».

Содержательно в рамках рассматриваемой задачи требуется определить набор вершин, в которые необходимо вносить управляющие воздействия различного типа (разовые или однократные, непрерывные ограниченные по времени или постоянные [10]), приводящие к требуемому результату. Найденные сценарные варианты решения обратной задачи являются исходной точкой для дальнейшей реализации процедур принятия решений в области планирования и управления развитием СЭС.

Введем следующие обозначения. Пусть: $P_t = \{p_{it}\}_{i=1}^N, t = 0, 1, 2, \dots$ – вектор вносимых в вершины внешних импульсов; $V_t = \{v_i\}_{i=1}^N, t = 0, 1, 2, \dots$ – вектор параметров вершин графовой модели; $R_t = \{\Delta'_i\}_{i=1}^N$ – вектор изменения значений параметров вершин, определяемый выражением

$$(4) R_t = V_t - V_{t-1}, t = 1, 2, 3, \dots,$$

где:

$$(5) V_t = V_{t-1} + AR_{t-1} + P_{t-1}$$

Здесь A – матрица смежности знакового графа.

Тогда из (4) и (5) получим выражение для определения вектора R_t :

$$(6) R_t = A^{t-1} P_0 + A^{t-2} P_1 + \dots + A P_{t-2} + I P_{t-1}$$

Здесь I – единичная матрица и $\forall t \geq 0 P(t) = P(0)A^t$.

Рассмотрим частный случай, когда в вершины графа внешние импульсы вносятся только один раз в начале моделирования (так называемый автономный режим [11]). Пусть при этом $p_{it} = 0, \forall t \geq 1$.

Тогда для оценки изменения параметров получим следующее выражение:

$$(7) \Delta'_k = \sum_{i=1}^N a_{ki}^{t-1} p_{i0}, k = \overline{1, N}, t \geq 1,$$

где a_{ki}^t – элемент матрицы A^t .

Для решения рассматриваемой обратной задачи во множестве вершин X выделим управляемую вершину, изменения значения которой требуется контролировать (для краткости будем называть ее вершиной-объектом), и, соответственно, управляющую вершину (вершину-субъект), изменение значения параметра которой осуществляется внесением внешних импульсов.

Учитывая крайне высокую сложность количественной оценки значительного множества показателей и параметров развития СЭС, в качестве цели будем рассматривать определе-

ние желательности (или, наоборот, недопустимости) характера и направленности изменения значений параметра вершины-объекта во времени при заданных внешних условиях (например, в простейшем случае – неубывания или невозрастания).

Обозначим вершину-объект через v_s , а вершину-субъект через v_u ($s \neq u$). Пусть также $t \in [t_E, t_F]$ – период времени, в течение которого действуют ограничения на характер изменения значений параметра вершины v_s , и $t \in [0, t_p]$ – период, в течение которого генерируется внешнее импульсное воздействие на вершину v_u .

Тогда в рассматриваемом автономном импульсном процессе (когда внешний импульс в вершину v_u вносится только однократно в начальный момент генерации сценария) $p_{ut}, t \in [0, t_p]$ являются искомыми величинами, $p_{i0}, i = \overline{1, N}, i \neq u$ – заданными, а все остальные $p_{it}, i \neq u, t \geq 1$ равны 0.

Согласно сформулированным выше предположениям введенным обозначениям, выражение для оценки изменения параметра вершины-объекта можно представить в следующем виде:

$$(8) \quad \Delta_s^t = \sum_{i \neq u} a_{si}^{t-1} p_{i0} + \sum_{i=1}^{t-1} a_{su}^{t-1} p_{u,i-1}$$

при ограничении на условие невозрастания значения параметра вершины-объекта в заданном временном интервале:

$$(9) \quad \Delta_s^t \leq 0, t \in [t_E, t_F].$$

Аналогичным образом решается задача обеспечения неубывания значения параметра вершины v_s .

Вышеприведенные линейные алгебраические неравенства позволяют определить множество вносимых в вершину-субъект внешних импульсов $p_{ut}, t \in [0, t_p]$.

Рассмотрим решение обратной задачи по критерию минимальной стоимости, для чего обозначим стоимость единицы вносимого в вершину-субъект внешнего импульса через $c_t \geq 0, t \in [0, t_p]$.

В этом случае критерий оптимальности при решении рассматриваемой задачи примет следующий вид:

$$(10) \min_{(p_{u0}, \dots, p_{u,t_p})} \sum_{t=0}^{t_p} c_t |p_{ut}|.$$

Как следует из приведенного выше выражения, поставленная задача является задачей линейного программирования, которую при $p_{ut} = p_{ut}^1 - p_{ut}^2$ можно представить в следующем виде:

$$(10) \min_{\substack{p_{ut}^1, p_{ut}^2 \\ t \in [0, t_p]}} \sum_{t=0}^{t_p} c_t (p_{ut}^1 + p_{ut}^2);$$

$$(11) \sum_{i=1}^{t-1} a_{su}^{t-1} (p_{ut-1}^1 - p_{ut-1}^2) \leq -\sum_{i \neq u} a_{si}^{t-1} p_{i0}, \quad t \in [t_E, t_F];$$

$$(12) p_{ut-1}^1, p_{ut-1}^2 \geq 0.$$

Решение поставленной задачи в рамках разработанного программно-аналитического комплекса осуществляется симплекс-методом.

Практическая возможность решения рассматриваемой обратной задачи позволяет в процессе сценарных исследований осуществлять не только прогнозную оценку альтернативных направлений развития СЭС, но и реализовывать процедуры поиска управленческих решений, обеспечивающих достижение поставленных целей, поскольку формируемая в процессе моделирования программа управляющих воздействий может быть трансформирована в конкретные плановые решения.

Одним из направлений расширения возможностей программно-аналитического комплекса при решении данной задачи является разработка методов и алгоритмов оптимального управления несколькими взаимозависимыми объектами на различных по длительности временных интервалах управленческих воздействий с учетом различного вида ресурсно-временных ограничений.

Основной целью использования сценарного подхода в процессах управления развитием СЭС является информационно-аналитическая поддержка процессов подготовки стратегических

плановых и тактических (в том числе оперативных) решений, а также комплексный опережающий анализ эффективности и результативности их реализации при различных условиях [6, 11, 17]. Таким образом, сценарий развития проблемной ситуации по сути является необходимым связующим звеном между этапами целеполагания и формирования планово-управленческих решений, направленных на достижение целей развития СЭС, (рис. 2).

Одновременно с этим необходимо отметить, что использование технологий автоматизации сценарно-прогнозных исследований в качестве средств информационной поддержки процессов подготовки и принятия управленческих решений существенно расширяет возможности использования сценариев в качестве основы процессов планирования с целью повышения обоснованности, эффективности, устойчивости и результативности разрабатываемых планов и программ.

Если в рамках традиционного подхода, когда разработка и анализ сценариев развития исследуемой ситуации осуществляется экспертами и профильными специалистами вручную и, соответственно, требует значительных временных затрат, в результате чего решения принимаются на основе единственного базового сценария, то использование средств автоматизации кардинально меняет ситуацию. Технология автоматизации синтеза сценариев позволяет практически на любом этапе процесса планирования и управления использовать полный набор различных необходимых для принятия решений сценариев, а также проводить уточняющие сценарно-прогнозные исследования их эффективности с учетом как полученных в процессе анализа новых знаний об исследуемых процессах и явлениях, так и поступающей в систему управления оперативной информации об их развитии.

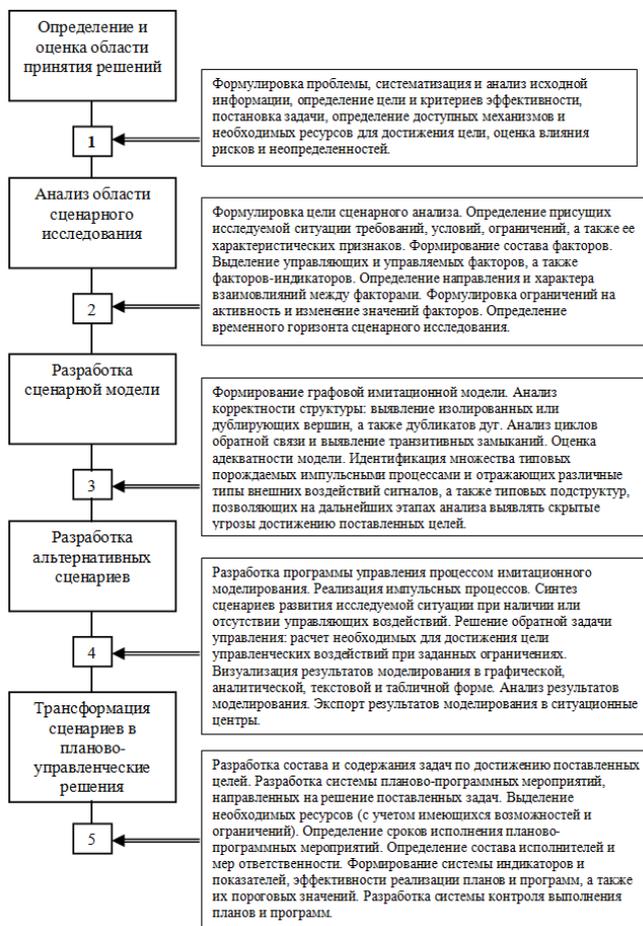


Рис. 2. Сценарный анализ в управлении

4. Сценарное исследование процессов управления развитием нефтегазовой отрасли Арктической зоны РФ

С целью исследования проблем повышения эффективности управления развитием Арктической зоны в современных условиях с использованием аппарата знаковых орграфов разработана

основное внимание уделено факторам, оказывающим наиболее значительное негативное влияние на процессы реализации проектов освоения энергетических ресурсов Арктической зоны, а также возможным путям снижения их деструктивного воздействия.

Целью сценарного исследования является оценка необходимости смещения акцента и изменения приоритетов государственного управления развитием АЗРФ в качестве реакции на деструктивные внешние воздействия, в условиях которых эффективность использования только экономических механизмов достижения целей государственной политики в Арктике существенно снижается под воздействием различного рода угроз и ограничений.

В условиях стабильности управление развитием АЗРФ базируется на рыночных механизмах хозяйствования и заключается в создании благоприятных условий работы значительного количества экономических субъектов различных форм собственности, как принимающих непосредственное участие в мероприятиях государственных или федеральных целевых программ, так и работающих по сути на достижение рассматриваемой главной цели освоения природных ресурсов российского Севера на инициативной основе с ориентацией на проявляемый государством интерес к проектам освоения Арктических территорий, и, соответственно, востребованность результатов своей работы в течение достаточно длительного периода времени [20].

В настоящее время процессы реализации крупных проектов освоения АЗРФ существенно усложняются, что связано с резким обострением международной обстановки; беспрецедентным внешним санкционным давлением на Российскую Федерацию; неустойчивостью мировой экономики; усложнением логистики и т.д., что приводит к росту рисков успешной реализации проектов, а также появлению новых и достаточно существенных внутренних «окон» уязвимости.

Это объективно требует изменения характера влияния государства на процессы реализации арктической политики путем усиления адресной (в некоторых случаях – точечной) финансовой и иных видов поддержки экономических субъектов, а также в определенной мере усиления административных аспектов

процессов управления в части решения проблем координации работы исполнителей арктических проектов, обеспечивающих и снабжающих организаций (в первую очередь – в области решения проблем импортозамещения и обеспечения технологической независимости), а также усиления контроля реализации наиболее важных (приоритетных) проектов.

В ходе моделирования получен и исследован ряд альтернативных сценариев развития процессов освоения АЗРФ при различных условиях, направлениях и характере управленческих воздействий в условиях влияния угроз и ограничений различной природы.

Ключевым фактором успешной реализации планов освоения Арктики является финансирование проектов, за редким исключением осуществляемое при непосредственной поддержке государства (в модели – фактор «Государственное финансирование»). В настоящее время используются различные модели взаимодействия государства и бизнеса в рамках освоения ресурсов АЗРФ: государственные целевые программы, бюджетные инвестиции, льготные кредиты, налоговые льготы и каникулы, концессии (в том числе новый механизм — арктическая концессия), контракты жизненного цикла, энергосервисные контракты, выделение «арктических гектаров» малому бизнесу и т.д.

Важными факторами исследования сценарной имитационной модели являются также: «Инвестиции нефтегазовых компаний» (влияние нефтегазовых компаний, как субъектов управления разработкой и реализацией конкретных проектов), «Влияние внешних угроз» (в основном влияние внешнеполитических угроз и внешнеэкономических санкций), «Национальная безопасность» (целевой фактор – состояние защищенности национальных интересов Российской Федерации от внешних и внутренних угроз), «Добыча» (совокупная добыча нефтегазовых ресурсов), «Вклад отраслевых инноваций» (уровень инновационного развития нефтегазовой отрасли и мультирегиона в целом), «Общие издержки» (затраты на освоение энергетических ресурсов региона), «Развитие региональной транспортной инфраструктуры» (одно из важнейших и крайне необходимых условий регионального развития).

Критерием для смены акцентов в процессах управления развитием АЗРФ в первом сценарии служат результаты анализа динамики изменения значений ключевых социально-экономических факторов модели.

Внешнее воздействие в процессе синтеза сценариев имитируется подачей входного управляющего сигнала (в терминологии моделирования – импульса) на фактор «Активация внешних угроз», что в свою очередь усиливает фактор «Влияние внешних угроз». Затем имитирующие деструктивные влияния импульсы подаются на факторы «Общие издержки» и «Экспортируемые объемы».

Сценарий 1. Запоздывание господдержки. В рамках данного сценария интенсификация процессов финансовой поддержки арктических проектов начинается осуществляется в ситуации, когда в результате негативного влияния внешней среды (а в настоящее время – прежде всего воздействия санкционных ограничений) сроки реализации проектов освоения АЗРФ уже начинают отставать от запланированных значений. Данная ситуация в модели отражается активацией фактора «Чрезвычайный режим поддержки» и связанной с этим фактором подструктуры, направленной на стабилизацию ситуации путем расширения финансовой и иных видов поддержки (в модели активируется фактор «Государственное финансирование», отражающий усиление процессов адресной финансовой помощи государства исполнителям наиболее важных и крупных проектов).

Результаты моделирования показали, что подобная (а по сути – запоздалая) реакция на внешние деструктивные воздействия и связанное с ними ухудшение обстановки привели к отсутствию возможности качественно и в короткие сроки «переломить» негативные тенденции: уравновесить нарастающее значение фактора «Общие издержки» и поддержать фактор «Добыча» нефтегазовых ресурсов даже за счет существенного роста масштабов государственного финансирования и инвестирования (рис. 4).

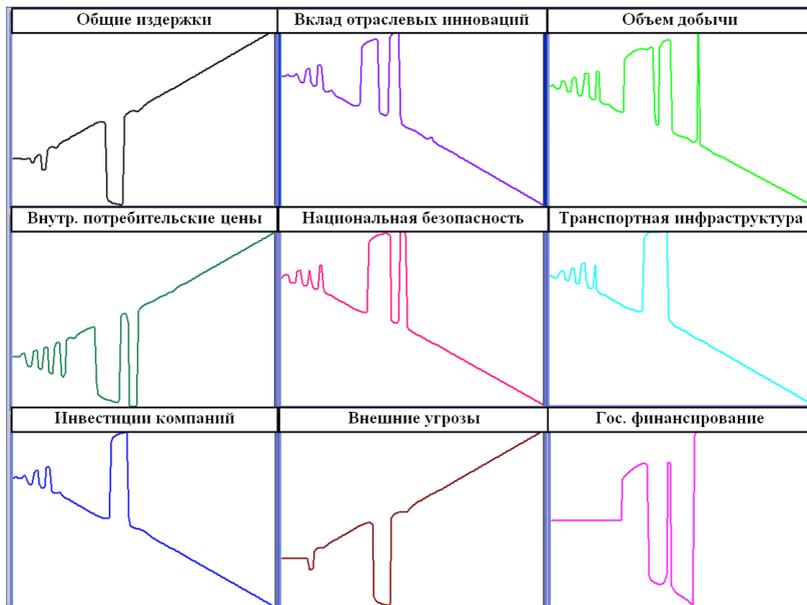


Рис.4. Сценарий 1. Результаты моделирования

Данный сценарий развития ситуации приводит к снижению интенсивности и темпов развития субъектов и инфраструктуры Арктической зоны РФ, что, в частности, иллюстрируется характером и динамикой изменения значения фактора «Развитие региональной транспортной инфраструктуры», росту значения фактора «Внутренние потребительские цены» (здесь имеются ввиду цены на продукцию нефтегазовой отрасли для конечного потребителя внутри страны, существенно влияющие на инфляционные процессы), резкому снижению значения фактора «Национальная безопасность» и в конечном итоге финансовым потерям нефтегазовых компаний. Таким образом, как показал анализ результатов моделирования, в случае запаздывания процесса усиления государственного регулирования и финансирования лавинообразно накапливаются издержки освоения региона со всеми вытекающими отсюда негативными последствиями.

Сценарий 2. Своевременное усиление роли государства. Данный сценарий (рис. 5) отражает ситуацию, когда на основе использования результатов прогнозного мониторинга происходит упреждающая активация фактора «Чрезвычайный режим поддержки» (за счет отслеживания динамики изменения фактора «Влияние внешних угроз») и перенос нагрузки по финансовой и иной поддержке проектов от фактора «Инвестиции нефтегазовых компаний» к фактору «Государственное финансирование», который при этом оказывает положительное влияние на значения остальных ключевых параметров модели, что компенсирует негативное влияние факторов «Влияние внешних угроз» и «Общие издержки».

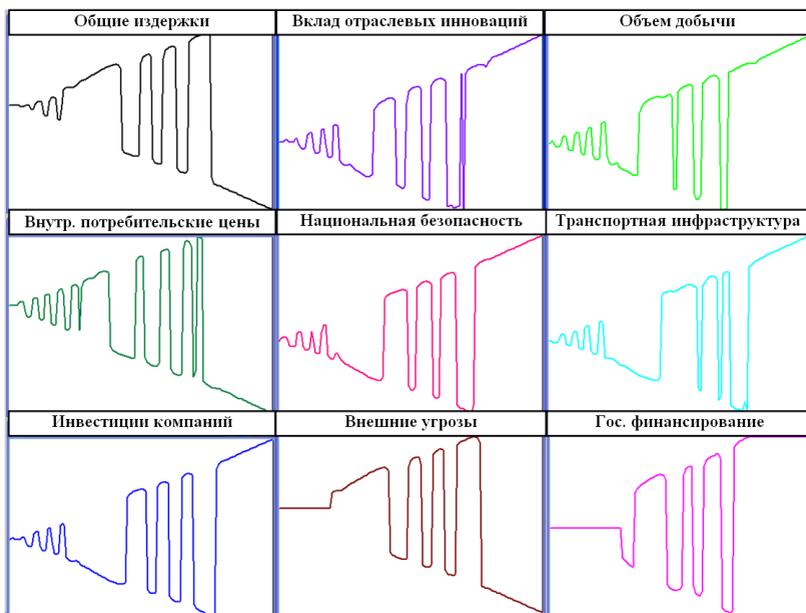


Рис. 5. Сценарий 2. Результаты моделирования

При благоприятном изменении ситуации и ее стабилизации, в момент начала снижения значений фактора «Влияние внешних угроз» происходит деактивация фактора «Государственное финансирование» (на основе результатов прогнозного монито-

ринга значения фактора «Внешние угрозы»), что отражает возрастание роли рыночных механизмов экономического регулирования (рост значения фактора «Инвестиции нефтегазовых компаний»).

Результаты имитационного моделирования показали, что рассматриваемая стратегия управления оказывает положительное влияние и поддержку таким ключевым факторам модели, как: «Национальная безопасность», «Добыча», «Развитие транспортной инфраструктуры», а также приводит к снижению значений факторов «Общие издержки» и «Внутренние потребительские цены».

Сценарий 3. В данном сценарии рассматривается ситуация, когда решение об усилении государственной поддержки и, соответственно, повышении роли государства в управлении развитием ресурсной базы АЗРФ происходит еще раньше – на стадии проявления устойчивых негативных тенденций изменения фактора «Общие издержки» в течение ограниченного периода времени, диагностируемого по результатам анализа данных упреждающего мониторинга развития обстановки.

На рис. 6 представлены графические зависимости, а на рис. 7 – аналитические результаты моделирования, отражающие изменения расчетных значений ключевых факторов модели (здесь зеленая штриховка соответствует росту значения фактора, красная – падению, синяя отражает стабильное значение отображаемого фактора).

На рис 7 также в качестве примера представлен и фрагмент автоматически сформированного ПАК текстового описания четвертого события в сценарии (средства программно-аналитического комплекса позволяют формировать и привязывать к каждому фактору соответствующее контекстное описание тенденции его изменения, определяемое в словаре модели на стадии ее формирования средствами автоматизации).

Результаты моделирования показали, что опережающая реакция системы управления на негативные тенденции привела к значительному улучшению обстановки. Причем усиление влияния государства на процессы освоения ресурсов АЗРФ имело ограниченный по времени характер и далее, после улучшения

ситуации, осуществился возврат к рыночному механизму, эффективно функционирующему в условиях стабильности.

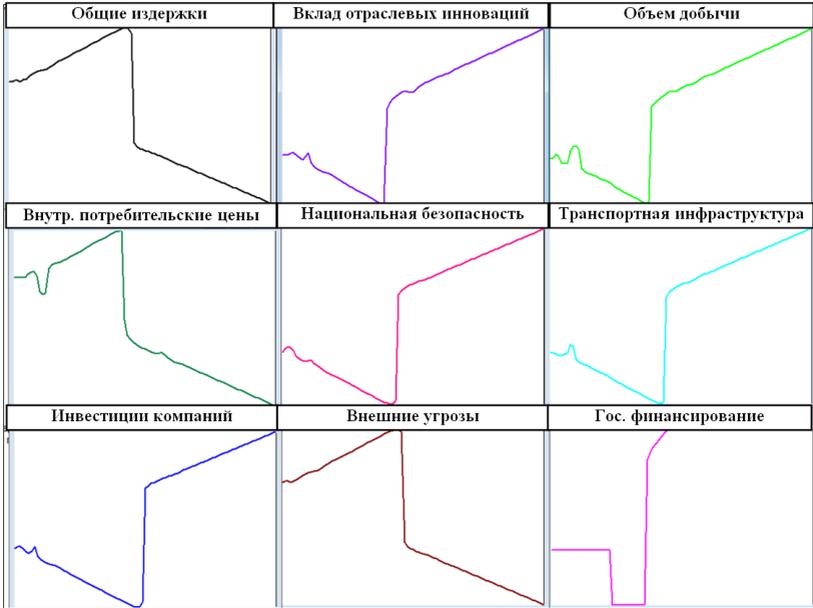


Рис. 6. Сценарий 3. Результаты моделирования



Рис. 7. Сценарий 3. Результаты моделирования (аналитическая форма)

Одновременно с этим, проявление негативных тенденций развития исследуемой ситуации и, как результат, ухудшение обстановки в целом все же возможно, но только при резкой интенсификации внешних деструктивных воздействий, остроту которых, как и тяжесть последствий, рассматриваемая система управления при наличии соответствующих ресурсов принципиально способна существенно снизить.

5. Заключение

Приведенные выше результаты сценарного моделирования являются лишь одним из первых шагов на пути решения проблем повышения эффективности управления развитием Арктической зоны Российской Федерации. Многоаспектность и многоплановость целей развития АЗРФ требует разработки целого ряда детализированных сценарных моделей управления процессами их достижения, отражающих специфику различных взаимосвязанных задач и проектов освоения территорий и ресурсов российского Севера, а также позволяющих оценивать эффективность возможных путей противодействия внешним и внутренним угрозам и анализировать влияние связанных с ними рисков.

Проведенные модельные исследования показали, что использование сценарного подхода в процессе решения рассматриваемых задач в принципе позволяет проводить комплексный многофакторный опережающий анализ эффективности стратегических управленческих решений в рассматриваемой предметной области в условиях риска и неопределенности, а также осуществлять информационную поддержку данных процессов.

В частности, полученные результаты показали, что в крайне сложной экономической ситуации, вызванной внешним санкционным давлением, наиболее эффективной является управленческая стратегия, основанная на существенном и своевременном (в идеале – опережающем) усилении влияния государства на процессы освоения ресурсов АЗРФ, а также наращивании финансовой и иных видов поддержки реализуемых на территории российского Севера нефтегазовых проектов, осуществляемых экономическими субъектами различных форм собственности.

В сложившихся условиях только государство как субъект управления верхнего уровня иерархии, находясь «выше» частных интересов и экономических критериев компаний и предприятий, способно обеспечить достижение стратегических целей социально-экономического развития арктических территорий, решая на межотраслевом и межрегиональном уровне крайне сложные проблемы устойчивого социально-экономического и инновационного развития страны в целом и обеспечения ее технологической независимости.

Одновременно с этим, по мере укрепления и адаптации экономики нашей страны к реалиям сегодняшнего дня, задачей государства в качестве инвестора и регулятора преимущественно становится создание благоприятных условий для самостоятельного и инициативного развития бизнеса в желаемом направлении без прямого и масштабного вмешательства.

Дальнейшее развитие фундаментальных и прикладных междисциплинарных исследований в рассматриваемой области обеспечит возможность повышения качества и результативности решения широкого круга методологических и практических задач планирования и управления процессами реализации государственной политики Российской Федерации в Арктике.

Литература

1. АКОФФ Р. *Искусство решения проблем*. – М.: Мир, 1982. – 230 с.
2. АНСОФФ И. *Стратегическое управление*. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.
3. АХРЕМЕНКО А.С. *Сценариотехника в аналитическом обеспечении процедуры принятия политических решений* // Вестник Московского университета. Серия 12. Политические науки. – 1997. – № 5. – С. 93-107.
4. БЕЛЯКОВИЧ Н.Н. *Сценариотехника как метод политического прогнозирования* // Право и демократия. Сб. научных трудов Белорусского гос. ун-та. – 2002. – Вып. 12. – С. 3-8.
5. *В Москве прошло первое заседание президиума научно-экспертного совета Государственной комиссии по вопросам развития Арктики* / Официальный сайт Правительства

- Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/news/48907/>. (Дата обращения: 30.06.23).
6. ДРАНКО О.И., НОВИКОВ Д.А., РАЙКОВ А.Н., ЧЕРНОВ И.В. *Управление развитием региона. Моделирование возможностей*. – М.: URSS, ООО «ЛЕНАНД», 2023. – 432 с.
 7. КАЧЕЛИН А.С. *Научно-технологическое развитие в нефтегазовой отрасли России в условиях глобальной нестабильности* // Neftegaz.RU. – 2023. – №3. – С. 80-92.
 8. КОТОВ А.В. *Перспективы развития ключевых арктических проектов РФ в условиях санкций* // Научно-аналитический вестник Института Европы РАН. – 2022. – №5. – С. 113-123.
 9. КРАСНОВ Б.И. *Анализ политической ситуации. Метод сценариев* // Социально-полит. журнал. – 1997. – № 5. – С. 91–93.
 10. КУЛЬБА В.В., КОВАЛЕВСКИЙ С.С., КОНОНОВ Д.А., ЧЕРНОВ И.В., ШЕЛКОВ А.Б. *Проблемы обеспечения экономической безопасности сложных социально-экономических систем*. – М.: ИПУ РАН, 2000. – 126 с.
 11. *Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем*: в 2-х кн. / [Под ред. В.Л. Шульца и В.В. Кульбы]. – М.: Наука, 2012. Кн. 1. – 304 с., кн. 2. – 358 с.
 12. САЯПИН В.О. *О сценарном подходе к прогнозированию* // Вестник Тамбовского университета. Серия: гуманитарные науки. – 2010. – № 10 (90). – С. 164-168.
 13. СЕРОВА Н.А., СЕРОВА В.А. *Транспортная инфраструктура российской Арктики: специфика функционирования и перспективы развития* // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 2(185). – С. 142-151.
 14. ФЕОФАНОВ К.А. *Сценарные возможности современного прогнозирования и управления* // Вестник МГТУ «Станкин». – 2009. – №4 (8). – С. 126-132.
 15. ЦЫГИЧКО В.Н., ЧЕРЕШКИН Д.С. *Сценарный метод прогнозирования и оценки рисков возникновения негативных последствий стратегических решений в организационных*

- системах* // Труды ИСА РАН. – 2018. – Том 68, № 4. – С. 74-83.
16. ЧЕРНОВ И.В. *Повышение эффективности управленческих решений на основе использования программно-аналитического комплекса сценарного анализа и прогнозирования* // Вестник РГГУ. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2018. – № 1 (11). – С. 40-57.
 17. ШУЛЬЦ В.Л., БОЧКАРЕВ С.А., КУЛЬБА В.В., ШЕЛКОВ А.Б., ЧЕРНОВ И.В., ТИМОШЕНКО А.А. *Сценарное исследование проблем обеспечения общественной безопасности в условиях цифровизации.* – М.: Проспект, 2020. – 240 с.
 18. ШУЛЬЦ В.Л., КУЛЬБА В.В., ЧЕРНОВ И.В., ШЕЛКОВ А.Б. *Сценарный анализ проблем управления обеспечением безопасности сложных социально-экономических систем* // Труды 15-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2022). – М.: ИПУ РАН, 2022. – С. 55-66.
 19. ШУЛЬЦ В.Л., КУЛЬБА В.В., ШЕЛКОВ А.Б., ЧЕРНОВ И.В. *Диагностика и сценарный анализ угроз социально-экономическому развитию Арктической зоны Российской Федерации.* / Научное издание. – М.: ИПУ РАН, 2012. – 164 с.
 20. ШУЛЬЦ В.Л., КУЛЬБА В.В., ШЕЛКОВ А.Б., ЧЕРНОВ И.В. *Методы эффективного управления социально-экономическим развитием Арктических территорий* // Труды 12-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2019). – М.: ИПУ РАН, 2019. – С. 166-178.
 21. ШУЛЬЦ В.Л., КУЛЬБА В.В., ШЕЛКОВ А.Б., ЧЕРНОВ И.В. *Сценарный анализ в управлении геополитическим информационным противоборством.* – М.: Наука, 2015. – 542 с.
 22. ШУЛЬЦ В.Л., КУЛЬБА В.В., ШЕЛКОВ А.Б., ЧЕРНОВ И.В., БОГАТЫРЕВА Л.В. *Анализ методов группового управления развитием Арктической зоны Российской Федерации* // Тренды и управление. – 2017. – № 4. – С. 35-51.
 23. HOGWOOD V.W., GUNN L.A. *Policy analysis for the real world.* – New York: Oxford University Press, 1984. – 289 p.

24. KAHN H. *On escalation: Metaphors and scenarios*. – New York: Praeger, 1965. – 308 p.
25. KAHN H., WIENER A. *The year 2000: A framework for speculations on the next 33-year*. – New York: Macmillan, 1967. – 431 p.

SCENARIO TECHNOLOGIES IN MANAGING THE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION ARCTIC ZONE OIL AND GAS COMPLEX

Nikita Komanich, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, senior software engineer (komanichnickitca@gmail.com).

Igor Chernov, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Cand.Sc., leading researcher (ichernov@gmail.com).

Aleksey Shelkov, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Cand.Sc., leading researcher (abshelkov@gmail.com).

Abstract: The paper deals with the scenario study of the problems of increasing the effectiveness of managing the Russian North socio-economic development in the context of sanctions pressure. As a research tool, a developed mathematical model of scenario simulation and forecasting is used. The main advantage of scenario approach is the possibility of foreseeing the most important events in the process of large-scale systems development managing, as well as evaluating management decisions efficiency and identifying new opportunities to achieve the set of management goals in conditions of incomplete information and uncertainty. Based on signed digraphs mathematical model a scenario research technology has been developed, which is the basis of a designed simulation modeling software complex. A basic multifactorial scenario model for managing the development of natural resources of the Russian Federation Arctic zone has been designed. The results of the study of the developed scenarios in particular, showed that in difficult economic situation caused by external sanctions pressure, the most effective is a management strategy based on an expansion of the scale of financial and other types of support for oil and gas projects implemented in the Russian North by various economic entities.

Keywords: management, scenario analysis, simulation modeling, the Arctic zone of the Russian Federation, state support, oil and gas industry.

УДК 021.8 + 025.1
ББК 78.34

*Статья представлена к публикации
членом редакционной коллегии ...заполняется редактором...*

Поступила в редакцию ...заполняется редактором...

Опубликована ...заполняется редактором...