

УДК 338:92
ББК 65.9(2Р)23
С 409

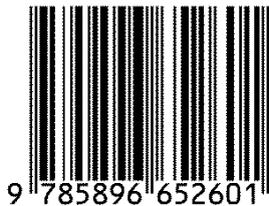
С 409 **Системное моделирование и анализ мезо- и микроэкономических объектов** / отв. ред. В.В. Кулешов и Н.И. Суслов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. – 488 с.

Коллектив авторов:

к.э.н. Амосенок Э.П. (гл. 5), к.э.н. Бабенко Т.И. (гл. 4), к.э.н. Бажанов В.А. (гл. 5),
Беспалов И.А. (гл. 7), к.э.н. Блам Ю.Ш. (гл. 1: пп. 1.1, 1.2, 1.4, 1.5; гл. 4),
Бузулуцков В.Ф. (гл. 1: п. 1.3.; гл. 2: пп. 2.4, 2.5), д.ф.-м.н. Гимади Э.Х. (гл. 8: п. 8.3),
д.э.н. Глушенко К.П. (гл. 7), к.ф.-м.н. Гончаров Е.Н. (гл. 8: п.8.3), к.э.н. Журавель Н.М. (гл.3: п. 3.3),
д.э.н. Кибалов Е.Б. (гл. 7), к.э.н. Лугачева Л.И. (гл. 5), к.э.н. Маркова В.М. (гл. 3: пп. 3.1, 3.2, 3.4),
к.э.н. Машкина Л.В. (гл. 1: пп. 1.1, 1.2, 1.4, 1.5; гл. 4), к.э.н. Мусатова М.М. (гл. 5),
д.э.н. Пляскина Н.И. (гл. 8), к.э.н. Ситро К.А. (гл. 6), к.э.н. Соколов А.В. (гл. 5),
д.э.н. Суслов Н.И. (введение, гл. 2, заключение), д.э.н. Титов В.В. (гл. 9),
к.э.н. Харитонова В.Н. (гл. 8), д.э.н. Хуторецкий А.Б. (гл. 7),
к.э.н. Чурашев В.Н. (гл. 3), к.э.н. Ягольницер М.А. (гл. 6)

Представленная монография посвящена теории, методологии и практической реализации системного моделирования экономики. В центре обсуждения – опыт проектирования и построения программно-модельных конструкций, нацеленных на анализ развития многоотраслевых комплексов и отраслевых систем, а также предприятий и корпораций. Обсуждаются разработки в данной области, объединенные идеологией проекта СОНАР (Согласование Отраслевых и Народнoхозяйственных Решений). Данный подход характеризуется отказом от проектирования систем моделей на принципах жесткой комплементарности и строгого согласования моделей и предполагает создание модельных конструкций под возникающую проблему, учет внешних связей многоотраслевых комплексов в рамках использования специализированных народнохозяйственных межрайонных межотраслевых моделей, каждая из которых, нацелена на анализ проблем конкретной сферы национальной экономики. Модели нижних уровней системы учитывают отраслевую и региональную специфику. Книга рассчитана на ученых-экономистов, специалистов в области моделирования, аспирантов экономической и математической специализации.

ISBN 978-5-89665-260-1



УДК 338:92
ББК 65.9(2Р)23

© ИЭОПП СО РАН, 2014 г.
© Коллектив авторов, 2014 г.

Глава 8

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ МЕГАПРОЕКТОВ ОСВОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕГИОНОВ¹

В настоящее время в качестве объектов прогнозирования и управления выступают сложные инвестиционные мегапроекты как комплекс проектов взаимосвязанных отраслей, размещаемых на обширных территориях нескольких регионов – субъектов Федерации (Ямал, ВСНГК и др.).

В главе рассматриваются особенности межотраслевого мегапроекта, его место в системе государственного стратегического планирования и управления, показана необходимость разработки процедур согласования стратегических интересов и инвестиционных намерений государства и бизнеса. Предлагается методический подход к формированию мегапроекта освоения нефтегазодобывающих районов как объекта стратегического планирования и государственного регулирования.

Разработана организационно-технологическая схема стратегического планирования и управления с использованием модельного инструментария. Обоснованы механизмы координации инвестиционных решений участников мегапроекта с использованием индикаторов сбалансированности и эффективности режимов управления реализацией инвестиционной программы мегапроекта.

Актуальность данного подхода обусловлена недостаточной разработанностью методов взаимодействия бизнеса и власти, государственного управления и координации инвестиционной и инновационной политики компаний в освоении перспективных добывающих районов с принципиально новыми геологическими и природными условиями. В стратегическом планировании наименее разработанными являются методы обоснования участия государства в снижении технологических, геологических, экологических и экономических рисков, согласовании во времени инвестиционных проектов компаний с учетом неопределенности и вероятностного характера ожидаемых экономических, экологических и социальных эффектов.

Задача исследования мегапроекта – разработать методический подход для формирования мегапроекта как единого системно организованного межотраслевого проекта с согласованием стратегических интересов его институциональных участников: федеральных и региональных органов власти, компаний как субъектов хозяйствования с различной структурой собственности (недропользователи, энергетика, строительство, транспорт, и др.).

¹ Работа выполнялась при поддержке Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 30 «Полиструктурные математические модели экономики: теория, методы, прогнозы» (2007–2011 гг.).

Оценка множества стратегических сценариев реализации инвестиционных проектов предполагает модификацию сетевых моделей для учета экономических и инновационных рисков компаний, оценки их влияния на эффективность развития нефтегазового комплекса, на сроки реализации инвестиционной программы, на федеральные, региональные доходы и устойчивость социально-экономического развития регионов.

Инструментарий, применяемый в организационно-технологической схеме стратегического планирования мегапроекта, представляет собой сложный модельный комплекс, состоящий из моделей разных классов: оптимизационных макроэкономических моделей, имитационных моделей формирования портфеля инвестиционных проектов, сетевой модели инвестиционной программы и имитационной модели оценки эффективности мегапроекта при различных сценариях его реализации. Выбор эффективной стратегии реализации мегапроекта решается с использованием сетевой модели инвестиционной программы и имитационной модели оценки эффективности программы мегапроекта.

Задача реализации инвестиционной программы мегапроекта представлена как задача оптимизации ресурсно-календарного планирования освоения нефтегазодобывающих районов с принципиально новыми геологическими и природными условиями. Предложен полиномиальный алгоритм построения расписания выполнения мегапроекта в условиях ограниченности и складированности ресурсов при заданных директивных сроках. Алгоритм асимптотически точен при произвольных длительностях работ и точен при целочисленных длительностях. Полученное решение оптимально для дополнительного критерия минимума интегральных дисконтированных затрат мегапроекта. Для учета случайного характера работ и событий проекта показаны принципиальные возможности и направления использования стохастических сетевых моделей.

Апробация методического подхода показана на примере формирования мегапроекта Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса.

8.1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МНОГООТРАСЛЕВЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ МЕГАПРОЕКТОВ

Особенности межотраслевого мегапроекта как объекта стратегического планирования и управления. В настоящее время отраслевые системы как объекты государственного управления, представлявшие собой в плановой централизованной экономике единые иерархически организованные совокупности предприятий, имеющих предметную специализацию, обладающих общностью производимой продукции, технологий и удовлетворяе-

мых потребностей, преобразовались в совокупность конкурирующих компаний с горизонтальными связями. Вертикально-иерархические хозяйственные системы распадаются на совокупность конкурирующих компаний на рынке произведенной продукции¹.

В современном государственном управлении развитием отраслей вертикальные управленческие связи внутри отрасли, характерные для плановой экономики с централизованным управлением, заменены на горизонтальную координацию стратегических решений крупных компаний отрасли в целях разработки стратегии поведения на рынке, обеспечивающей конкурентоспособность этим компаниям. Акцент в управлении смещен на разработку нормативно-правовых документов и механизмов государственного регулирования делового климата в отрасли и ее окружении.

На современном этапе структурных преобразований реального сектора экономики возросла актуальность стратегического планирования новых межотраслевых многорегиональных ресурсных мегапроектов. Российская Федерация вернулась к парадигме государственного стратегического планирования экономики – разработке и реализации стратегических комплексных мегапроектов, направленных на формирование нового инфраструктурного и индустриального базиса России, освоения природных ресурсов Арктики и Востока России, востребованных на мировых рынках.

Мегапроекты представляют собой единый системно организованный комплекс проектов взаимосвязанных отраслей, размещаемых на обширных территориях, охватывающих несколько субъектов Федерации, имеющих общегосударственное значение, большую стоимость (свыше 1 млрд долл.) и значительное количество участников. Приоритетной стратегической целью создания мегапроекта является достижение в заданные сроки высокой экономической эффективности создаваемого межотраслевого комплекса как для государства, так и для всех его участников при высокой конкурентоспособности лидеров мегапроекта на мировом рынке.

В первую очередь мегапроекты стали формироваться в сырьевых отраслях экономики, имеется большой класс межотраслевых территориальных мегапроектов («Комплексное развитие Нижнего Приангарья», «Комплексное развитие Забайкалья», «Комплексное развитие Южной Якутии»). В настоящее время доминируют мегапроекты топливно-энергетического комплекса (Ямал, Сахалин, ВСНГК) и металлургии («Урал промышленный – Урал полярный»). Накануне кризиса 2008 г. в России планировалось к реализации более 110 мегапроектов на общую сумму более 500 млрд долларов, среди них 25 проектов основаны на модели государственно-частного партнерства с использованием поддержки Инвестиционного фонда России [Штыров,

¹По законодательству РФ отрасль экономики составляют производители аналогичного или непосредственно конкурирующих товаров, на долю которых приходится основная часть объема производства такого товара (более 50%).

2009]. В мегапроектах государство обозначило свои стратегические цели и сформировало систему институтов по их реализации, а крупный бизнес предложил проектную основу межотраслевых мегапроектов. Симбиоз частной инициативы компаний и новой государственной экономической политики обусловил необходимость особого подхода к стратегическому планированию мегапроектов.

В настоящее время мегапроекты не являются объектами стратегического планирования, однако существует настоятельная потребность в координации инвестиционных намерений компаний и согласовании их управленческих решений при освоении природных ресурсов новых территорий, нефтегазоносных провинций, поскольку они определяют перспективные направления развития инфраструктурного каркаса и диверсификации экономики регионов. Следует отметить, что в долгосрочном прогнозировании и планировании межотраслевые и многорегиональные территориальные комплексы были объектами предпланового обоснования достаточно длительное время. Долгосрочные народнохозяйственные проекты существовали с 20-х годов XX века: план ГОЭЛРО, Урало-Кузнецкий Комбинат, Ангаро-Енисейская проблема освоения гидроэнергетических ресурсов, Зона хозяйственного освоения БАМ, ЗСНГК, КАТЭК, Тимано-Печорский ТПК, Нижнее Приангарье. С середины XX века расширяются сферы формирования народнохозяйственных проектов – создаются новые научные центры в Сибири и на Дальнем Востоке, появляется потребность в создании транспортно-логистических узлов.

В плановой экономике накоплен значительный опыт формирования межотраслевых, многотерриториальных комплексов для решения народнохозяйственных проблем. Как правило, такие комплексы создавались как промышленные базы для ускоренного экономического роста на новом технологическом укладе и обеспечения национальной безопасности государства. Межотраслевые и долгосрочные народнохозяйственные проекты плановой экономики были многоцелевыми и долгосрочными. В условиях закрытой экономики и планового ценообразования целевыми ориентирами было удовлетворение перспективных потребностей внутреннего рынка в продукции при минимальных народнохозяйственных затратах на создание межотраслевых комплексов.

В рыночных условиях создание мегапроектов преследует геополитические, макроэкономические, социально-экономические цели устойчивого развития Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности государства. Важным условием эффективности мегапроекта является консолидация усилий и ресурсов участников для достижения как государственных стратегических, так и корпоративных целей. Особая роль государства в формировании и реализации мегапроекта состоит в снижении технологических, геологических, экологических и экономических рисков участников, создании межрегиональной инфраструктуры и участии в инвестировании отдельных проектов.

Региональные интересы при реализации мегапроекта состоят в получении значительных импульсов развитию сопредельных секторов на территориях, экономики сервиса и знаний. Как правило, их базовые отрасли становятся ядром современных кластеров, потребителями и поставщиками товаров и услуг, центрами межрегионального экономического развития. В результате реализации мегапроекта создаются предпосылки формирования кластеров, как совокупность предприятий тесно связанных отраслей, взаимно повышающих конкурентоспособность друг друга. Кластеры выполняют роль точек роста внутреннего рынка и базы международной экспансии в регионах мегапроекта. Предприятия, входящие в кластер, имеют преимущественно горизонтальные связи.

Особенностью формирования мегапроекта является экономическая самостоятельность участников мегапроекта при принятии стратегических решений, поскольку они обладают собственными финансовыми ресурсами, возможностью привлечения инвестиционных ресурсов с финансового рынка. Участники проекта разрабатывают собственную стратегию поведения и формируют инвестиционные намерения с учетом экономической и коммерческой эффективности их проектов. Структура и состав участников мегапроекта меняется в динамике. В качестве критерия при выборе состава участников мегапроекта используется максимум интегрального эффекта от его реализации. При этом государство выступает координатором в формировании стратегии мегапроекта: сроки, масштабы, отраслевой и территориальный состав участников, условия привлечения внешних инвестиционных ресурсов определяются исходя из государственных целей мегапроекта.

Мегапроект, как объект стратегического планирования, обладает следующими особенностями:

- ✓ зависимость структуры и состава мегапроекта от геополитических факторов и ситуаций;
- ✓ широкая зона неопределенности внешних и институциональных условий (нормативно-законодательной базы, налоговой системы, привлечение ресурсов свободного финансового рынка);
- ✓ значительные организационно-экономические и инновационные риски проектов;
- ✓ сложный территориальный и отраслевой состав мегапроекта, разнонаправленность стратегических намерений регионов, отраслей и компаний;
- ✓ состязательность интересов отраслей и регионов за государственную поддержку и привлечение проектов на территорию;
- ✓ высокая дифференциация инфраструктурной обеспеченности регионов.

Опыт формирования мегапроектов как системно организованных межотраслевых комплексов выявил ряд проблем в организации рационального взаимодействия государственных органов управления и бизнеса:

- 1) длительность процедур согласования экономических интересов участников с их позиционированием на внутреннем и мировом рынках;
- 2) высокая степень автономности изменений стратегических решений участников;
- 3) сложность консолидации их ресурсов для выполнения мегапроектов с учетом институциональных барьеров и возможностей привлечения инвестиционных ресурсов с финансового рынка.

Учитывая государственную значимость мегапроектов актуальна разработка единого методического подхода к стратегическому планированию формирования мегапроекта с согласованием стратегических интересов его институциональных участников как субъектов хозяйствования с различной структурой собственности: федеральных и региональных органов власти, компаний.

В настоящее время система стратегического планирования государства находится в стадии формирования. Указом Президента «Об основах стратегического планирования в РФ» от 12 мая 2009 года № 536 [Указ..., 2009 (эл. ист. инф.)] определены контуры системы стратегического планирования, основные принципы и критерии, документы и органы, осуществляющие разработку и координацию стратегического планирования национальной безопасности Российской Федерации.

Дальнейшим развитием стал проект Федерального закона «О государственном стратегическом планировании» от 1 ноября 2011 г. [Проект..., 2011 (эл. ист. инф.)], в котором четко сформулированы цели и задачи координации деятельности участников процесса государственного стратегического планирования:

- ✓ концентрация разнокачественных (финансовых, организационных, информационных, кадровых) ресурсов для достижения запланированных целей;
- ✓ консолидация усилий всех субъектов экономики (государства, корпораций, структур гражданского общества) для достижения целей социально-экономического развития Российской Федерации;
- ✓ координация планируемых действий по достижению целей социально-экономического развития между федеральным и региональным уровнями государственной власти, бизнесом и обществом.

Таким образом, участниками процесса государственного стратегического планирования на федеральном уровне наряду с федеральными органами власти являются частные корпорации, субъекты естественных монополий, государственные корпорации, научные организации и структуры гражданского общества.

Анализ существующей системы стратегического планирования в РФ показал, что в системе документов стратегического планирования методически наиболее проработаны прогноз научно-технологического развития Рос-

сийской Федерации, генеральные схемы развития отраслей (газовой и нефтяной промышленности, электроэнергетики и др.), стратегии социально-экономического развития и схемы территориального планирования Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований. Отраслевые документы стратегического планирования на долгосрочный период служат основой для разработки федеральных целевых программ и схем территориального планирования Российской Федерации, а также плановых и программных документов субъектов естественных монополий. Многорегиональные межотраслевые мегапроекты не являются самостоятельным документом ни в существующей системе стратегического планирования РФ, ни в проекте Федерального закона «О государственном стратегическом планировании в РФ» (2011 г.). Как правило, инициатива разработки мегапроекта исходит от научных организаций или структур гражданского общества, компаний или регионов, а решение о его разработке принимается Президентом или Правительством Российской Федерации. (По-видимому, инициативный порядок подготовки документов государственного стратегического планирования мегапроекта будет сохранен и при утверждении предлагаемого проекта Федерального закона РФ¹.)

В современной организационно-функциональной структуре государственных органов исполнительной власти отсутствует институт, функцией которого является стратегическое планирование мегапроектов во взаимодействии с бизнесом на стадии формирования и реализации. Существующая в России система управления реализацией крупных межотраслевых проектов во многом сохранила организационные схемы взаимодействия компаний и государства, присущие централизованной директивной системе управления межотраслевыми программами [Вижина и др., 2011]. Российский опыт базируется на вертикальных организационных схемах взаимодействия субъектов хозяйствования; соглашения между компаниями и государством, как правило, опосредованы через решения властных структур и имеют рекомендательный характер вместо юридически оформленных контрактов.

В процессе реализации мегапроекта механизмы координации управленческих решений компаний и государства непрозрачны и запутаны, подвергаются серьезной коррекции, отсутствует согласованность во времени потребностей в инвестиционных ресурсах с реальными объемами инвестирования компаниями и государством. Принятая организация инвестиционного процесса в проектах с участием государства характеризуется нестабильностью бюджетного финансирования и частыми нарушениями достигнутых соглашений между государством и компаниями. Следствием «мягких» обязательств является широкая зона неопределенности сроков реализации проектов компаний. В результате система управления недоста-

¹ Закон прошел первое чтение в Государственной думе 12.02.13 г. [Сайт: www.economy... (эл. ист. инф.)].

.....

точно эффективна и слабо ориентирована на целевые результаты мегапроекта. Таким образом, механизмы координации и консолидации ресурсов – главная нерешенная проблема стратегического планирования и управления реализацией мегапроектов.

Анализ зарубежного опыта показывает, что для организации взаимодействия бизнеса и власти в стратегических мегапроектах с участием нескольких крупных компаний создается координирующий орган, который формирует состав участников, выявляет их цели, инвестиционные намерения, степень участия и ожидаемые эффекты [Йескомб, 2008]. Успешность и эффективность реализации мегапроекта зависит от качества подготовки проекта на начальной стадии и степени согласованности стратегических интересов участников. Инвестиционная программа мегапроекта является продуктом согласования их интересов. В процессе согласования выявляются возникающие противоречия и четко прописываются возможные пути их разрешения, которые фиксируются в договорах между государством и участниками мегапроекта с регламентацией их обязательств по реализации мегапроекта. Координирующий орган осуществляет управление мегапроектом и контроль реализации государственных контрактов.

В настоящее время в России имеются прецеденты адаптации зарубежного опыта к формированию мегапроектов и созданию механизмов их управления. Региональные корпорации выполняют функцию координирующего органа в проектах, организуемых на принципах государственно-частного партнерства. Примерами являются Красноярская региональная корпорация по реализации территориального проекта освоения Нижнего Приангарья и Региональная корпорация по реализации федерального инвестиционного проекта «Урал промышленный – Урал Полярный». Вместе с тем региональные корпорации не имеют инвестиционного плана развертывания мегапроекта во времени, не обладают адекватным аппаратом координации корпоративных интересов и экономических оценок последствий невыполнения принятых соглашений. В свою очередь, и у федеральной власти отсутствует такой инструментарий оценки множества альтернативных вариантов реализации мегапроекта. Таким образом, обеспечение эффективных механизмов государственной координации и взаимодействия всех участников мегапроекта пока остается нерешенной проблемой.

Современные условия взаимодействия государственных органов управления и бизнеса определяют необходимость разработки новой технологии стратегического планирования мегапроекта как единого системно организованного межотраслевого проекта с согласованием стратегических интересов его институциональных участников: федеральных и региональных органов власти, компаний как субъектов хозяйствования с различной структурой собственности (недропользователи, энергетика, строительство, транспорт и др.).

Место мегапроекта в системе государственного прогнозирования. Задачи стратегического планирования многоотраслевых территориальных мегапроектов делятся на два класса:

- 1) стратегическое планирование с выделением стадии предпланового обоснования мегапроекта;
- 2) стратегическое управление его реализацией.

■ Содержание задач на стадии предпланового, прединвестиционного обоснования многоотраслевых территориальных комплексных проектов качественно не изменилось в сравнении с системой централизованного перспективного планирования социалистической экономики. Это позволяет использовать разработанные ранее модельные комплексы крупных инвестиционных программ. Однако изменились акценты и приоритетные направления исследования: влияние организационно-экономических механизмов на состав, возможность достижения межотраслевого сбалансированного развития во времени, устойчивость состава мегапроекта при изменении внешних условий, геополитических факторов его формирования. На стадии предпланового прединвестиционного обоснования важнейшей задачей становится определение ядра мегапроекта как устойчивой совокупности проектов отраслей и их компаний, регионов, и целевых установок.

Адекватный учет независимости экономического статуса бизнеса при разработке стратегических проектов и ограниченность полномочий государственных органов власти обуславливают необходимость принципиально иных подходов. Важная особенность формирования стратегии мегапроекта – организация процедур согласования интересов участников посредством достижения компромиссов между государством и бизнесом в каждом блоке задач стратегического планирования и управления.

Стратегическое планирование мегапроекта предусматривает решение следующих задач:

- ✓ обоснование целевых установок и разработка альтернативных сценариев мегапроекта;
- ✓ формирование портфеля инвестиционных проектов участников на основе консолидации их интересов для достижения целей мегапроекта;
- ✓ определение ядра мегапроекта как устойчивой совокупности проектов отраслей, их компаний и регионов, границ зоны устойчивости мегапроекта при изменениях стратегических намерений компаний выхода на внутренний и мировые рынки;
- ✓ определение потенциальных направлений развития межотраслевых кластеров в субъектах Федерации;
- ✓ анализ влияния организационно-экономических условий концентрации федеральных, региональных и корпоративных ресурсов различных отраслей на обеспечение сбалансированности и эффективности мегапроекта;

- ✓ формирование стратегии реализации мегапроекта в виде последовательности реализации взаимосвязанных коммерчески эффективных инвестиционных проектов компаний; механизмов консолидации и концентрации инвестиционных ресурсов участников мегапроекта; системы соглашений о государственно-частном партнерстве и государственных контрактов; рекомендаций к изменениям нормативно-правовой среды федерального и регионального уровней власти в среднесрочном и долгосрочном периоде.

Остановимся кратко на качественных характеристиках и процедурах решения вышеуказанных задач.

Основные контуры мегапроекта: цели и задачи, отраслевой и территориальный состав, масштабы развития отраслей и их размещение определяются на основе стратегических документов развития экономики России. К ним относятся: Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г.; Долгосрочный прогноз развития экономики России на 2009–2030 гг. и генеральные схемы развития отраслей, Энергетическая стратегия РФ на период до 2030 г., стратегии социально-экономического развития регионов, стратегические документы нефтегазовых компаний – ОАО Газпром, НК «Роснефть» и др.

При обосновании целевых установок и разработке альтернативных сценариев приоритетными становятся анализ влияния внешних конкурентных условий, глобальных геополитических и социально-экономических факторов и оценка конкурентоспособности лидеров мегапроекта на мировом рынке.

Альтернативные стратегические сценарии отражают качественно различные конкурентные условия формирования мегапроекта. Так, при разработке сценариев мегапроекта проводится:

- ✓ анализ и прогноз глобальных геополитических тенденций, ценовой конъюнктуры и спроса на нефтегазовых мировых региональных рынках;
- ✓ оценка возможностей и сроков выхода на рынки с новыми продуктами или новыми модификациями (например, для нефтегазового мегапроекта – полимеры, пластмассы, моторные топлива, гелий);
- ✓ анализ условий и сроков создания обеспечивающей инфраструктуры для новых каналов сбыта продукции на внешних рынках: АТР, европейском и американском.

Многовариантность стратегий освоения ресурсов и, как следствие, формирования мегапроекта предопределена наличием интенсивной конкуренции на внешних и внутреннем рынках компаний и регионов.

* *Конкуренция на внешних рынках* формирует условия внешней среды создания и реализации мегапроекта. Так, например, для нефтегазовых мегапроектов Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) целесообразно учитывать:

1) геополитические факторы и их влияние на ценовую конкуренцию на мировых рынках углеводородов (войны в Ираке и Ливии; аварии на атомных станциях Франции, Японии; политические протесты и экологические движения, направленные на снижение доли атомной энергетики в национальных энергетических балансах; энергетическая политика в странах – потребителях российских углеводородов);

2) ожидаемую конкуренцию компаний-поставщиков за позиции на рынках сбыта углеводородов (доля на рынке, обладание активами рыночной инфраструктуры и перерабатывающих мощностей), прогнозные оценки последствий экономического влияния конкурирующих компаний на принятие инвестиционных решений компаний – участников мегапроекта;

3) конкуренцию взаимозаменяемых видов энергии на мировых энергетических рынках – переход на возобновляемые источники энергии, использование биоресурсов и др. – вследствие структурных изменений в ТЭБ стран.

** Конкуренция на внутренних рынках проявляется в виде состязательности:*

1) регионов – за привлечение компаний по переработке углеводородов;

2) компаний – за использование ресурсов и позиции на внутреннем рынке;

3) добывающих компаний – за доступность к магистральным трубопроводам при условии обеспечения полной загрузки их мощностей.

При формировании портфеля инвестиционных проектов и ядра мегапроекта следует учитывать, прежде всего, что каждый участник имеет собственный набор инвестиционных проектов, формирует инвестиционные намерения их реализации с учетом экономической, коммерческой эффективности проектов и корпоративной миссии на внутреннем и внешних рынках. Поэтому в процедурах согласования стратегических интересов участников центральное место отводится оценке вариантов консолидации государственных и корпоративных ресурсов для реализации мегапроекта и ожидаемых вкладов в бюджетные доходы регионов и Федерации. Баланс интересов федерального центра, регионов и компаний является ключевым для эффективности мегапроекта.

Новыми аспектами стратегического планирования являются формирование портфеля инвестиционных проектов участников на основе конкурентных стратегий компаний с оценкой коммерческой и интегральной эффективности проектов, вклада в бюджетные доходы регионов и Федерации. Отбор инвестиционных проектов, взаимоприемлемых по эффективности для компаний и государства, определяет в своей совокупности инвестиционную программу мегапроекта. Определение ядра мегапроекта как устойчивой совокупности регионов, проектов отраслей и их компаний, а также границ зоны устойчивости мегапроекта осуществляется на основе анализа влияния внешних и институциональных условий на цели и задачи, конечные результаты и эффективность мегапроекта.

В процессе согласования интересов необходимо учитывать, что компании обладают собственными материальными и финансовыми ресурсами, множеством вариантов схем финансирования проектов, привлечения государственных инвестиций, внешних кредитов и займов, реинвестирования доходов, имеется и совокупность стратегий выхода их продукции на внешние рынки. Материальные и финансовые ресурсы мегапроекта по видам собственности подразделяются на федеральные, региональные и корпоративные. С другой стороны, следует учитывать объемные *ресурсные, технологические, финансовые и экологические* ограничения, а также ограничения, обусловленные принятыми механизмами совместного их использования различными институциональными участниками.

При отборе инвестиционных проектов, взаимоприемлемых для компаний и государства, определяющая роль в организации процесса согласования интересов принадлежит государственным органам управления в лице министерств, федеральных агентств. Государственный координирующий орган на уровне Правительства РФ необходим на завершающей стадии формирования ядра мегапроекта; он оценивает достижение целей, конечные результаты, эффективность и границы зоны устойчивости мегапроекта при изменении внешних и институциональных условий, согласовывает действия федеральных и региональных органов государственной власти, бизнеса и общества, определяет отраслевую и региональную структуру мегапроекта [Пляскина, Харитонов, 2010].

■ *На стадии стратегического управления реализацией мегапроекта* основная задача – разработать механизмы реализации мегапроекта как единого системно организованного межотраслевого проекта в условиях ограниченного влияния государства на выбор стратегических решений участников, ресурсное обеспечение и сроки реализации инвестиционных проектов.

Существующая в России система управления реализацией крупных межотраслевых проектов во многом сохранила организационные схемы взаимодействия компаний и государства, присущие централизованной системе управления межотраслевыми программами, основным недостатком которой является отсутствие согласованности во времени потребностей мегапроекта в инвестиционных ресурсах и реальными инвестициями компаний и государства. Принятая организация инвестиционного процесса в проектах с участием государства характеризуется частыми нарушениями достигнутых соглашений между государством и компаниями, нестабильностью бюджетного финансирования. Поскольку началом инвестиционного процесса является бюджетное финансирование проекта, то в результате имеют место хронические временные лаги, обусловленные ожиданиями компаний финансирования со стороны государства. Кроме того, вместо юридически оформленных контрактов между компаниями и государством имеются соглашения о намерениях участия, которые имеют рекомендательный характер. Следствием «мягких» обязательств является широкая зона неопределенности реализации проектов компаний. В итоге система управления недостаточно эффективна и слабо ориентирована на программно-целевые результаты мегапроекта.

Успешность и эффективность реализации мегапроекта зависит от качества подготовки проекта на начальной стадии и степени согласованности стратегических интересов участников. Вместе с тем корпорации не обладают адекватным аппаратом координации интересов и количественных оценок эффективности возможных соглашений при выборе форм участия бизнеса в мегапроекте, а также оценок государственных рисков и формирования приоритетов инновационной политики. В свою очередь, организация взаимодействия бизнеса и власти в столь масштабных стратегических проектах предполагает наличие и у Федеральной власти инструментария оценки множества альтернативных вариантов реализации мегапроекта, разработки схем финансирования с учетом неопределенности и вероятностного характера ожидаемых экономических, экологических и социальных эффектов.

Разработка механизмов управления мегапроектами предусматривает учет конкурентной среды при выборе стратегии его реализации и определение форм участия государства в снижении технологических, геологических, экологических и экономических рисков компаний – операторов проектов, обеспечении сбалансированности во времени инвестиционной деятельности компаний-участников мегапроекта.

Переход от схем директивного управления к схемам государственной координации инвестиционной и инновационной деятельности компаний обуславливает необходимость индикативного управления в согласовании стратегических интересов его институциональных участников: федеральных и региональных органов власти, компаний. В этих условиях для разработки схем государственной координации актуальными задачами являются:

- ✓ определение совокупности индикаторов управления мегапроектом и направления координации инвестиционных решений участников программы;
- ✓ выбор форм и направлений государственного участия в их реализации;
- ✓ формирование приоритетных направлений государственной поддержки инвестиционной и инновационной политики компаний.

8.2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ РЕСУРСНЫХ МЕГАПРОЕКТОВ

Экономическая постановка задачи формирования межотраслевых мегапроектов и оценки конкурентных стратегий. Формирование эффективных стратегий развития перспективных нефтегазодобывающих районов является актуальной задачей и важнейшим условием повышения конкурентоспособности и устойчивого развития экономики России, в процессах интеграции в мировые энергетические рынки. Мегапроекты освоения региона представляют собой инвестиционную программу вовлечения в хозяйственный оборот нефтегазовых ресурсов и их комплексное использование на

инновационном технологическом базисе. В стратегическом планировании наименее разработанными являются методы обоснования государственной инновационной политики, участия государства в снижении технологических, геологических, экологических и экономических рисков, согласовании во времени инвестиционных проектов компаний с учетом неопределенности и вероятностного характера ожидаемых экономических, экологических и социальных эффектов.

Многоцелевой характер мегапроекта определяет экономическую задачу выбора стратегии мегапроекта как задачу согласования стратегических интересов его институциональных участников. Данная задача является многокритериальной, каждый участник имеет свой критерий. Для государства критерием эффективности реализации мегапроекта является уровень достижения политических целей, максимум ВВП при соблюдении условий рационального природопользования; для регионов – максимум ВРП и бюджетных доходов; для компаний – максимум дохода на единицу вложенного капитала.

При постановке задачи следует учесть *ресурсные, технологические, финансовые и экологические* ограничения, которые определяют возможность комплексного извлечения запасов и использования ресурсов недр, необходимость использования инновационных технологий, в конечном счете – эффективность реализации мегапроекта. Имеется также множество вариантов схем финансирования проектов компаний, привлечения государственных инвестиций, внешних кредитов и займов, условия реинвестирования доходов мегапроекта.

Мегапроекты освоения ресурсов новых регионов обладают рядом специфических особенностей:

- ✓ дифференциация районов по запасам и степени изученности недр, высокая неопределенность результатов процесса воспроизводства;
- ✓ ограниченность жизненного цикла месторождений;
- ✓ зависимость стратегии освоения ресурсов от геологических условий;
- ✓ влияние жизненного цикла месторождений на выбор прогнозного периода реализации мегапроекта;
- ✓ масштабность линейной межрегиональной инфраструктуры, связывающей ресурсные районы с развитыми внешними и внутренними рынками.

При формировании стратегий освоения ресурсов нефтегазовых регионов необходимо также учитывать особенности конкуренции в этой сфере.

Организационно-технологическая схема разработки и модельный инструментарий стратегического планирования мегапроекта. Организационно-технологическая схема разработки мегапроектов представляет собой двухэтапную последовательность решения совокупности задач стратегического планирования и управления.

1. Задачи стратегического планирования:

- а) разработка стратегических сценариев мегапроекта;
- б) выбор инструментария оценки стратегических сценариев;
- в) оценка множества стратегических сценариев участия компаний (их инвестиционных проектов) в реализации мегапроекта в действующих институциональных условиях;
- г) определение потенциальных направлений формирования кластеров межотраслевых межрегиональных инвестиционных проектов;
- д) исследование влияния организационно-экономических факторов на результативность мегапроекта (сбалансированность и эффективность).

2. Задачи стратегического управления:

- а) выявление проблемных ситуаций, требующих государственного участия и регулирования для обеспечения сбалансированности инвестиционных планов компаний и оценка требуемых дополнительных ресурсов для повышения интенсивности и ускорения сроков ввода проектов:

- установление степени согласованности сроков реализации проектов, ввода мощностей добывающих и перерабатывающих комплексов и направлений координации инвестиционных решений участников программы;
- анализ резервов времени для разработки согласованного решения компаний об изменении их инвестиционных намерений в реализации мегапроекта;
- анализ влияния современных институциональных условий реализации альтернативных инвестиционных проектов на конечные результаты и эффективность мегапроекта;
- формирование предложений по изменению институциональных условий государственного управления;

- б) выбор модельного аппарата для управления мегапроектом и координации инвестиционных проектов участников;

- в) разработка схем и направлений государственной координации реализации инвестиционных и инновационных проектов компаний – участников мегапроекта:

- разработка благоприятных экономических и институциональных условий-предложений для бизнеса по снижению их экономических рисков;
- определение форм и направлений государственного участия в их реализации;
- формирование приоритетных направлений государственной поддержки инвестиционной и инновационной политики компаний;

- г) стимулирование развития инновационных кластеров межотраслевых межрегиональных инвестиционных проектов.

Предлагаемый нами методический подход основывается на системе моделей долгосрочного планирования мегапроекта, которые должны отражать особенности его формирования и функционирования в современной институциональной среде, оценивать множество альтернативных комбинаций новых инвестиционных проектов, схем финансирования с учетом неопределенности и вероятностного характера ожидаемых экономических, экологических и социальных эффектов, влияния организационно-экономических факторов на результативность мегапроекта.

Наличие такого модельного инструментария позволит выявить совокупность проектов, сдерживающих достижение целей реализации мегапроекта с учетом технологических, геологических, экологических, инновационных и экономических рисков компаний, конкретизировать направления государственного регулирования процесса освоения ресурсов региона, дифференцировать инструменты государственного воздействия на участников мегапроекта при принятии решений на различных этапах формирования стратегии мегапроекта.

Система моделей должна охватывать не только уровень локальных инвестиционных проектов, но и макроэкономический, поскольку при формировании мегапроектов большую роль играют геополитические факторы и условия обеспечения национальной безопасности государства. Центральное место в системе моделей занимает модель межотраслевой инвестиционной программы.

Учитывая широкую зону неопределенности инвестиционных проектов и динамичность конкурентной среды на внешних рынках, компании склонны к изменению приоритетов и выходу из мегапроекта. В этой связи на стадии формирования инвестиционной программы необходимо иметь множество вариантов корпоративных инвестиционных стратегий с прогнозными оценками экономической и коммерческой эффективности проектов.

В соответствии с изложенными принципами нами предлагается организационно-технологическая схема стратегического планирования мегапроекта, в которой отражены поэтапная последовательность решения задач и адекватный им модельный инструментарий (рис. 8.1). В ней предусмотрены следующие этапы:

- разработка сценариев мегапроекта;
- формирование портфеля инвестиционных проектов;
- выбор эффективной стратегии реализации мегапроекта.

Данная схема является логическим развитием технологической схемы перспективного планирования и разработки инвестиционных программ освоения нефтегазовых районов [Пляскина, 2008] с учетом специфики задач мегапроекта и включением процедур согласования решений независимых участников.

Инструментарий, применяемый в организационно-технологической схеме мегапроекта, представляет собой сложный модельный комплекс, состоящий из моделей разных классов: оптимизационных макроэкономических моделей, имитационных моделей формирования портфеля инвестиционных проектов, сетевой модели инвестиционной программы и имитационной модели оценки эффективности мегапроекта при различных сценариях его реализации.

Факторы и условия формирования мегапроекта отражают развитие внешней среды. На этапе разработки сценариев обосновываются целевые установки, структура мегапроекта исходя из гипотез социально-экономического развития России и ее регионов, динамики геополитических факторов, тенденций конъюнктуры на внешнем и внутреннем рынках.

Адекватным инструментарием для решения этих задач являются оптимизационные макроэкономические модели, такие как оптимизационная межотраслевая многорегиональная модель народного хозяйства (ОМММ) и топливно-энергетического комплекса в народном хозяйстве (ОМММ ТЭК), разработанные в ИЭОПП СО РАН [Моделирование..., 1992; Оптимизация..., 2010]. Использование этих моделей в имитационном режиме позволяет сформировать сценарии и определить контуры мегапроекта: отраслевую и территориальную структуру, размещение производственных мощностей по регионам и их межрегиональные связи, а также оценить инвестиционные потребности мегапроекта, его долю в прогнозируемом фонде накопления страны как источнике инвестиционных ресурсов. Контуры мегапроекта могут быть также сформированы и на основе концепций социально-экономического развития РФ, стратегических документов отраслей, регионов и компаний.

Задача определения ядра мегапроекта как устойчивой совокупности проектов отраслей, регионов и компаний решается с использованием моделей формирования портфеля инвестиционных проектов. Поведение участников мегапроекта в значительной степени определяется институциональными условиями, нормами и правилами конкуренции на внешних и внутренних рынках, налоговой системой, экологическими нормативами и ресурсными ограничениями. Институциональные и правовые условия федерального и регионального законодательства формируют правила поведения участников мегапроекта. Имитационные модели формирования портфеля инвестиционных проектов являются генераторами входной информации для инвестиционной программы мегапроекта. Такие модели представляют собой совокупность моделей финансово-экономической оценки инвестиционных проектов компаний с учетом влияния налогового, ценового регулирования и других институциональных условий на коммерческую и интегральную эффективность проекта и бюджетные доходы региона и Федерации.

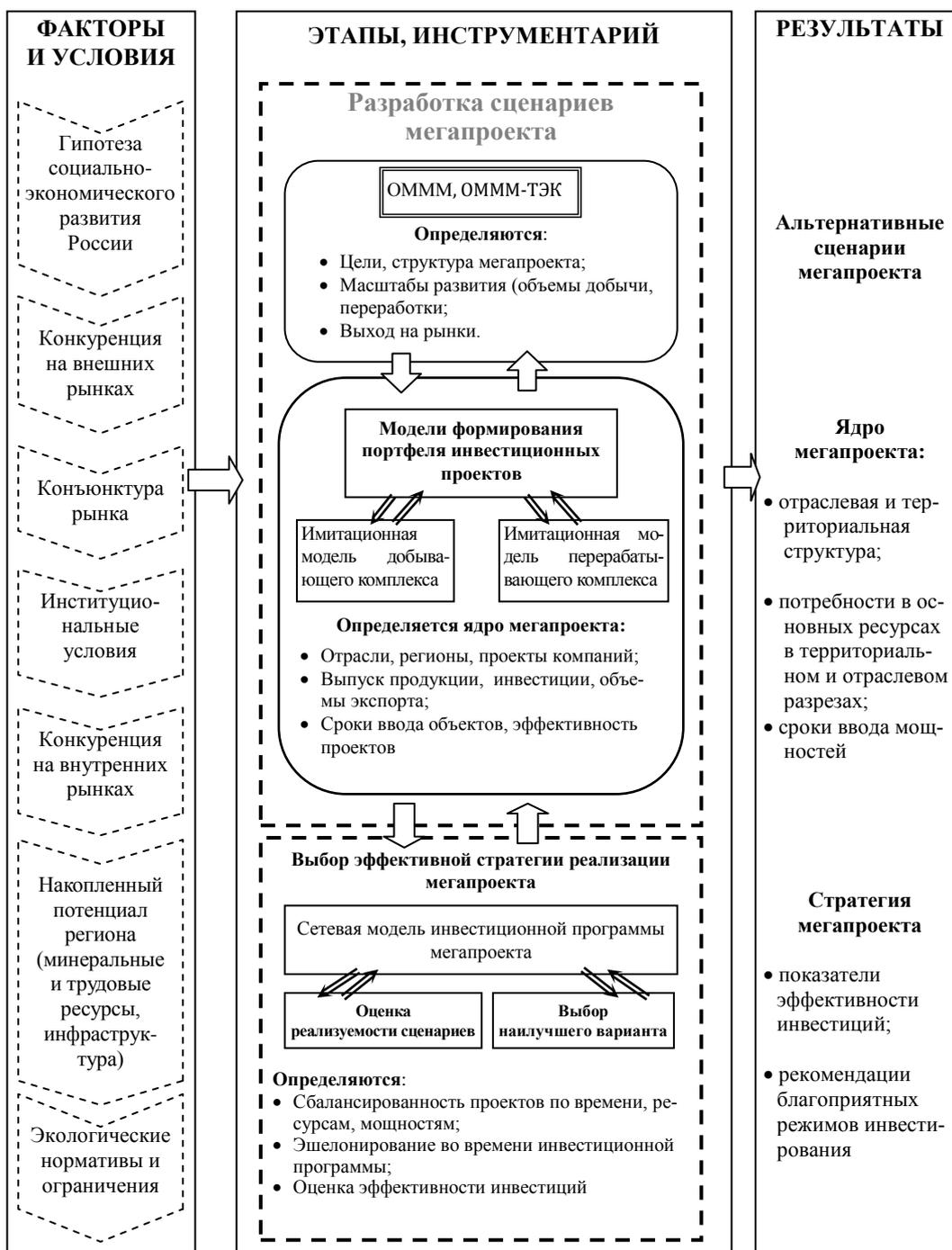


Рис. 8.1. Организационно-технологическая схема стратегического планирования мегапроекта

Выбор эффективной стратегии реализации мегапроекта решается с использованием сетевой модели инвестиционной программы и имитационной модели оценки эффективности программы мегапроекта. Инвестиционная программа мегапроекта представляет собой сбалансированную по времени и ресурсам совокупность технологически и экономически взаимосвязанных проектов компаний и инфраструктурных отраслей. В силу долгосрочного характера инвестиционной программы мегапроекта ее выполнение целесообразно разделить на несколько этапов. Каждый этап – это период достижения промежуточных целей, контролируемых государством, ими могут быть: степень освоенности региона, уровень добычи ресурсов, их поставки на внутренний рынок и на экспорт. Достижение целей предыдущего этапа является условием реализуемости последующего. Основными характеристиками этапов являются длительность, совокупность ожидаемых результатов, вероятности их достижения с учетом ограниченности инвестиционных ресурсов участников мегапроекта.

Согласование реализации инвестиционных проектов участников по ресурсам и срокам ввода сопряженных мощностей осуществляется на сетевой модели инвестиционной программы мегапроекта, которая позволяет:

- ✓ эшелонировать стратегические сценарии развития мегапроекта и оценить их реализуемость в динамике с учетом ресурсных ограничений: финансовых, инвестиционных, территориальных намерений компаний и других субъектов хозяйствования;
- ✓ определить сбалансированность спроса и предложения ресурсов в инвестиционных проектах (федеральных, региональных и корпоративных), согласованность финансовых ресурсов компаний с потребностями в них мегапроекта, общую нагрузку мегапроекта на инфраструктурную систему (транспорт, энергетика и др.).

Выбор инструментов государственного регулирования реализации инвестиционной программы осуществляется с использованием имитационной модели оценки эффективности программы. Модель основана на системе расчетов экономической эффективности совокупности инвестиционных проектов при различных вариантах налогового и ценового регулирования. В качестве критерия оценки эффективности программы используется максимум государственного дохода от реализации программы при обеспечении приемлемой нормы ЧДД для проектов компаний.

Предлагаемая организационно-технологическая схема позволит упорядочить технологию стратегического планирования мегапроектов и организацию функционального взаимодействия органов государственного управления и бизнеса при разработке стратегии формирования мегапроектов и государственного управления их реализацией.

Предлагаемый методический подход позволит повысить эффективность стратегического планирования освоения новых сырьевых регионов посредством использования предлагаемого модельного аппарата в качестве инструментария:

- ✓ разработки схем управления и координации инвестиционной деятельности различных субъектов хозяйствования в мегапроекте;
- ✓ мониторинга программ мегапроектов (оценка хода реализации стратегии, выявление организационных и других межведомственных противоречий, последствий изменения инвестиционных намерений компаний, успешности ГРР, влияния инновационной политики компаний и государства, ГЧП, выполнения соглашений о государственно-частном партнерстве).

Потребители предлагаемого аппарата – государственные межведомственные комиссии по координации стратегических намерений и инвестиционных проектов участников крупных мегапроектов.

Координация деятельности компаний при реализации инвестиционной программы мегапроекта. Сложность задачи организации эффективного государственного управления возрастает в стратегических мегапроектах, для которых характерна высокая вероятность изменений как состава проекта, так и ряда ключевых экономических и политических параметров, а также изменений экономических интересов участия хозяйствующих субъектов в ходе реализации мегапроекта.

В условиях ограниченности инструментов прямого воздействия государства на инвестиционную политику компаний суть стратегического управления реализацией мегапроекта состоит в государственной координации инвестиционных намерений компаний-участников и разработке механизмов управления мегапроектами.

Предлагаемая нами схема государственной координации направлена на обеспечение:

- ✓ межотраслевой сбалансированности реализации взаимосвязанных инвестиционных проектов во времени;
- ✓ выявления совокупности проектов, сдерживающих достижение стратегических государственных целей мегапроекта;
- ✓ формирования условий для достижения приемлемых показателей экономической эффективности проектов.

В схеме государственной координации мегапроекта выделяются следующие этапы процедуры согласования стратегических интересов институциональных участников:

1) выявление проблемных ситуаций в связи с изменением внешних условий и факторов, инвестиционных планов компаний, государства и регионов, требующих государственного вмешательства с оценкой требуемых дополнительных ресурсов для повышения интенсивности и ускорения сроков ввода проектов;

2) установление степени отклонений фактической динамики инвестиций, сроков ввода мощностей проектов технологически взаимосвязанных и инфраструктурных отраслей от эффективной стратегии мегапроекта, оценка

резервов времени для внесения корректив в инвестиционные планы компаний, региональные и федеральные проекты;

3) оценка выполнения условий контрактов участниками мегапроекта и определение группы ключевых компаний, с которыми необходим диалог государственных органов власти и бизнеса по созданию благоприятного инвестиционного режима реализации мегапроектов;

4) разработка вариантов благоприятных режимов инвестирования корпоративных проектов, норм и правил участия бизнеса в проектах создания транспортных, энергетических и других инфраструктурных объектов;

5) установление государственных преференций отдельным компаниям и регионам для повышения эффективности мегапроекта.

Управление процессом реализации мегапроекта предусматривает определение форм участия государства в проектах ключевых компаний, перспективных направлений государственно-частного партнерства для проблемных проектов, системы долгосрочных инвестиционных соглашений государственных органов управления и компаний, контроль за их выполнением, а также мониторинг изменения внешних условий формирования мегапроекта.

Координатор (координирующий орган) разработки и реализации мегапроекта необходим на уровне Правительства РФ как на стадии формирования мегапроекта, так и в течение всего периода его реализации. Основная деятельность координатора мегапроекта на стадии стратегического планирования состоит в оценке конкурентных стратегий:

- ✓ расширения ассортимента продукции (нефте- и газопереработка, гелий);
- ✓ выхода на рынок с новыми продуктами или новыми модификациями;
- ✓ создания новых каналов сбыта продукции – выход на новые внешние рынки: АТР, европейский и американский;
- ✓ стимулирования снижения издержек производства компаний и повышения эффективности мегапроекта.

Координирующий орган осуществляет управление инвестиционной программой мегапроекта посредством прямого ресурсного и косвенного регулирования принятия решений инвесторами. Прямое ресурсное управление предусматривает поддержку участников мегапроекта путем вливания финансовых ресурсов государства. Косвенное регулирование состоит в создании экономических стимулов и нормативно-правовых условий: благоприятного инвестиционного режима для корпоративных участников, льготных условий налогообложения, предоставления инвестиционных кредитов институтами развития, гарантий государства и т.д.

В идеальной ситуации методический инструментарий координации должен позволять оценивать влияние на сроки и эффективность реализации мегапроекта управленческих решений его институциональных участников: федеральных; региональных органов власти; компаний.

Взаимодействие компаний с другими участниками мегапроекта возникает по поводу использования общерегиональных и федеральных ресурсов, таких как энергетическая и транспортная инфраструктура, земельные, водные, трудовые ресурсы и др.

Функции государственного координирующего органа состоят в следующем:

- 1) согласовании во времени сроков реализации инвестиционных проектов компаний различных отраслей с точки зрения достижения целевых результатов мегапроекта;
- 2) формировании допустимого множества государственных управленческих решений, обеспечивающих приемлемый для компаний уровень коммерческой эффективности их инвестиционных проектов;
- 3) подписании соглашений и контрактов с институциональными участниками и контроль за их исполнением;
- 4) организации анализа и согласования стратегических инициатив в исполнительных и законодательных органах власти.

Формирование допустимого множества государственных управленческих решений состоит в разработке предложений – стратегических инициатив координирующего органа по изменению административных рычагов федеральными и региональными уровнями власти посредством определения государственных приоритетов инвестиционной и инновационной поддержки компаний, принятия дополнительных законов, изменяющих институциональные условия инвестиционной деятельности, госзаказов, а также экономических регуляторов управления мегапроектом.

Предлагаемый нами методический подход к формированию системы управления реализацией мегапроекта основывается на сетевой модели мегапроекта, которая позволяет отразить ресурсы времени, необходимые для согласования стратегических интересов бизнеса и власти.

С использованием сетевой модели решаются следующие управленческие задачи:

- ✓ анализ и оценка влияния форм государственного участия и корпоративной политики на стратегию реализации мегапроекта, государственных преференций компаниям и регионам – на эффективность мегапроекта;
- ✓ выявление проблемных ситуаций, требующих государственного вмешательства и выбор приоритетных инвестиционных проектов для государственной поддержки или государственно-частного партнерства.

Оценка эффективности согласования интересов проводится на основе анализа «календарных планов» реализации мегапроекта, структуры критического пути, определяющего длительность инвестиционной программы мегапроекта, определения резервов времени, необходимых для принятия государственных управленческих решений [Гимади и др., 2010].

Управление реализацией мегапроекта в сетевой модели инвестиционной программы. Координация инвестиционной деятельности компаний в мегапроекте основана на использовании двух видов индикаторов управления. Для ресурсного управления целесообразно использовать индикаторы сбалансированности проектов (межотраслевые невязки), а для оценки мер косвенного регулирования принятия решений частными инвесторами – индикаторы эффективности режимов управления.

К индикаторам сбалансированности относятся:

- ✓ баланс (или балансовые невязки) спроса и предложения инвестиционных ресурсов мегапроекта в динамике (федеральных, региональных и корпоративных ресурсов);
- ✓ баланс сроков ввода мощностей технологически взаимосвязанных инвестиционных проектов разных компаний;
- ✓ баланс спроса и предложения мощностей региональной инфраструктуры и строительного комплекса территории;
- ✓ синхронность выполнения проектов комплексного освоения ресурсов, включая сроки ввода мощностей, заявленные в корпоративных проектах.

Индикаторы эффективности режимов управления представлены показателями доходности инвестиционных проектов как отклик участников мегапроекта на изменение регуляторов управления: налоговых ставок, таможенных пошлин, банковских процентов и др. На их основе выявляется зона устойчивости мегапроекта, формируются пороговые значения (минимальные и максимальные) регуляторов управления, при которых сохраняется целостность и условия обеспечения сбалансированности мегапроекта.

Процедура согласования инвестиционной деятельности компаний является многошаговой.

На первом шаге согласования взаимосвязанных инвестиционных проектов участников по ресурсам и срокам ввода мощностей осуществляется анализ индикаторов сбалансированности. Посредством критического и совокупности «подкритических» путей сетевой модели определяются: 1) допустимые границы невязок по ресурсам, резервы времени реализации локальных проектов; 2) совокупность проектов компаний, сдерживающих директивные сроки реализации мегапроекта, и «узкие места».

Следующим шагом является разработка вариантов ресурсного управления инвестиционной программой мегапроекта, определяются объемы ресурсов государственной поддержки участников с оценкой их влияния на сроки реализации «сдерживающих» проектов. В результате формируется базовая совокупность взаимосвязанных проектов, в которой согласованы государственные приоритеты, корпоративные и региональные предпочтения.

На заключительной стадии осуществляется корректировка механизмов косвенного регулирования. Проекты, не попавшие в базовую совокупность, становятся объектами диалога координирующего органа с компаниями и регионами по поводу изменения институциональных условий и технологий выполнения проектов (повышения интенсивности выполнения работ в проектах, возможности использования инноваций и др.). Координирующий орган выявляет проекты компаний и регионов, требующие изменений институциональных условий инвестиционной деятельности, разрабатывает предложения для Правительства РФ по формированию благоприятных режимов инвестирования мегапроекта, нормативно-правовому регулированию и др.

Допустимое множество благоприятных режимов реализации инвестиционных проектов участников мегапроекта формируется на основе анализа индикаторов эффективности режимов управления. Оценка влияния управленческих решений на эффективность инвестиционных проектов компаний и сроки реализации мегапроекта осуществляется с использованием функции отклика участников мегапроекта на изменение интенсивности выполнения работ и, как следствие, сроков реализации мегапроекта в целом; а также на изменение доходности работ сетевого графа (на работах выбираются решения, приносящие прибыль).

В результате многошаговых процедур согласования инвестиционных намерений всех участников с использованием сетевой модели мегапроекта координирующий орган предлагает коррекцию системы государственных предпочтений, формирует конкурентную стратегию и соответствующий ей благоприятный режим, обеспечивающий устойчивость реализации мегапроекта. Формируется координационный план управления реализацией мегапроекта, который корректно учитывает ресурсы времени, необходимые для согласования взаимосвязанных организационно-экономических решений участников мегапроекта, и содержит:

- ✓ государственные обязательства министерств и ведомств;
- ✓ схемы взаимодействия участников мегапроекта по поводу решения комплексных межотраслевых проблем;
- ✓ систему государственных контрактов и соглашений и меры ответственности за их выполнение;
- ✓ систему контроля за выполнением договоров и соглашений с институциональными участниками;
- ✓ рекомендуемые проекты для государственно-частного партнерства.

Координационный план управления реализацией мегапроекта представляет собой документ, обеспечивающий согласованность решений участников мегапроекта по достижению стратегической цели создания мегапроекта в заданные сроки.

8.3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА И АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДИСКРЕТНОЙ ЗАДАЧИ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСОВ И ЗАДАНЫХ ДИРЕКТИВНЫХ СРОКОВ

Опыт использования детерминированных сетевых моделей. Детерминированные сетевые модели широко использовались в 1980-х годах для анализа и прогнозирования крупных инвестиционных программ. Одной из последних разработок была сетевая модель Западно-Сибирского нефтегазового комплекса, предназначенная для Межведомственной Территориальной Комиссии при Госплане СССР. Данная модель использовалась для координации планов министерств в целях обеспечения сбалансированного развития комплекса, анализа межотраслевых и территориальных диспропорций при разработке перспективных прогнозов реализации инвестиционных отраслевых программ нефтяной и газовой промышленности на период 1985–2005 гг.

В детерминированных сетевых моделях, рассмотренных ранее, проект представляет собой заведомо определенную совокупность операций с заранее определенным отношением взаимного порядка их выполнения. Характеристики каждой работы также описываются однозначно. Однако во многих проектах встречаются события особого рода, от результата которых зависит дальнейшее развитие проекта по тому или иному сценарию. При наличии таких событий, которые называются решающими, структура сетевой модели заранее не определена. Кроме того, характерной чертой многих проектов является необходимость учета возможности применения альтернативных решений. Каждому из возможных альтернативных решений соответствует свой вариант достижения конечной цели, поэтому возникает необходимость оценки вероятности каждого возможного исхода и выбора из множества вариантов наилучшего или наиболее вероятного.

Для подготовки и принятия решений на уровне руководства управлением ходом разработки и реализации крупномасштабных проектов необходимы эффективные экономико-математические средства, позволяющие оперативно проводить имитационные и оптимизационные расчеты по оценке различных альтернатив планируемых проектов. Важное значение при этом имеют задачи оптимизации по времени всей совокупности работ проекта в условиях ограничений на имеющиеся ресурсы и сроки выполнения отдельных комплексов работ. В математическом плане эти задачи могут быть описаны в терминах теории расписаний. Для описания проекта как совокупности различных операций (работ), взаимозависимых по технологии их следования и по потреблению общих ресурсов, удобно применять математическую модель, использующую аппарат сетевого планирования. Возникающая при этом дискретная оптимизационная задача в условиях заданных ограничений на ресурсы и директивные сроки целевых событий является

.....

сложной с алгоритмической точки зрения. Для ее решения не удастся построить эффективные точные методы даже для таких частных случаев, когда все работы технологически независимы и задан единственный ограниченный ресурс.

Постановка задачи предполагает приоритетность выполнения выделенных комплексов работ и оптимизацию с позиций нескольких критериев. Маловероятно, что будет найден точный эффективный алгоритм ее решения, поскольку задача (и даже ее многочисленные частные случаи – задача упаковки в контейнеры, задача Джонсона, задача о камнях и др.) относится к классу труднорешаемых проблем. Поэтому целесообразно для этой и подобных ей задач пытаться строить малотрудоёмкие приближенные алгоритмы с оценками отклонения приближенного решения от точного. К настоящему времени накоплен значительный опыт решения подобных задач, однако известные нам алгоритмы, как правило, страдают, по крайней мере, одним из трех недостатков: либо они относятся к классу PERT-TIME, т.е. предполагают случай неограниченных ресурсов; либо алгоритмы эти являются эвристическими, т.е. невозможно оценить, достаточно ли близко к оптимальному полученное решение; либо алгоритмы могут справиться лишь с задачами небольшой размерности.

Предлагаемое ниже математическое обеспечение в значительной степени свободно от указанных недостатков; оно предназначено для решения задачи планирования крупномасштабных проектов методами сетевого моделирования и имеет универсальный характер. Алгоритмы, построенные для решения этой задачи, доведены до практически действующего программного обеспечения, которое применялось в разные годы для решения ряда конкретных народнохозяйственных задач.

Метод решения задачи сетевого планирования в условиях ограниченных ресурсов и заданных директивных сроков. Для решения многономенклатурной задачи сетевого планирования в условиях ограниченных ресурсов складываемого типа используем асимптотически точный малотрудоёмкий алгоритм в предположении, что длительности работ – вещественные неотрицательные числа. Трудоёмкость алгоритма порядка $M \log_2 N$ действий в зависимости от числа работ N сетевой модели, а погрешность отыскания длины расписания обратно пропорциональна N .

При целочисленных длительностях работ алгоритм точен. С трудоёмкостью такого же порядка реализуется приближенная схема построения расписания с дополнительным критерием минимума суммарной невязки между интегральными функциями имеющихся в наличии складываемых ресурсов и требуемых в соответствии с найденным расписанием.

В случае ресурсов произвольного вида (как складываемых, так и не складываемых) применяется малотрудоёмкий алгоритм построения расписания с апостериорной оценкой точности с использованием в качестве оце-

ночного расписания асимптотически точное (в предположении складировости ограниченных ресурсов) решение.

Дадим математическую постановку задачи. Пусть граф $G = (X, U)$ представляет собой совокупность элементов и взаимосвязей программы; X – множество вершин-событий сетевой модели; $U \subset X \times X$ – множество дуг-работ, $|U| = N$, $|X| = n$.

Далее под словом «ресурсы» подразумеваются не только ресурсы, потребляемые работой, но и различные виды производимой ею продукции.

Через M обозначим множество типов ресурсов, задействованных в проекте. Множество U состоит, во-первых, из фиктивных работ и работ-ожиданий, не потребляющих никакого ресурса и не выпускающих продукции, и, во-вторых, из фактических работ, связанных с потреблением и (или) производством ресурсов некоторых типов из множества M . Обозначим $\{U_1, U_2, U_3\}$ – разбиение множества U соответственно на подмножества U_1 – фактических работ, U_2 – работ-ожиданий и U_3 – фиктивных работ.

Для каждой работы $u \in U$ задаются коды ее начального x_u и конечного y_u события, а также ее длительность τ_u (для всех работ, кроме фиктивных). В случае модульного варианта шифры конечных событий работ, входящих в каждый конкретный модуль, генерируются автоматически программным путем.

Кроме того, для каждой фактической работы задаются профили потребления ресурсов (или выпуска продуктов) на интервале ее выполнения. Информация о каждом профиле работы включает в себя тип i ресурса, его категорию k , объем w ресурса, тип γ профиля (т.е. вид функции потребления (выпуска) ресурса, который задается указанием его номера из некоторого конечного множества), а также указываются продолжительность τ^{pr} профиля и задержка τ^0 его начала по сравнению с началом всей работы u . Кроме того, указывается совокупность признаков, характеризующих данную работу u в целом: например, приоритет, принадлежность к определенной отрасли, территориально-производственному комплексу или промузлу, зоне или подрядчику.

Из множества M всех типов ресурсов, задействованных в проекте, выделено подмножество $M^0 \subset M$ типов ограниченных ресурсов. Для каждого ограниченного ресурса $i \in M^0$ считаются заданными ограничения на объем расходования лимитированных ресурсов и объемы выпуска целевой продукции R_i^t в каждый год $t = 1, \dots, T_i$, где T_i – длительность интервала планирования с ограничением на ресурсы i -го типа. При $t > T_i$ предполагается, что ограничение на ресурс i -го типа не накладывается.

Из множества вершин сетевой модели выделено подмножество $X^{Dir} \subset X$ целевых (директивных) событий, для каждого из которых заданы директивные сроки их наступления $T_{Dir}(x) > 0$, $x \in X^{Dir}$. Все работы, входящие в директивное событие $x \in X^{Dir}$, должны быть закончены не позже момента $T_{Dir}(x)$.

Совокупность η моментов начал $\{t_u\}$ ($u \in U$) выполнения работ называется допустимым календарным планом (расписанием), если:

а) соблюдается технология выполнения работ, т.е. $t_u + \tau_u \leq t_v$ для любой пары работ $u, v \in U$ такой, что $y_u = x_v$;

б) выполняются директивные сроки, т.е. $t_u + \tau_u \leq T^{Dir}(x)$ для всех работ $u \in U$ с $y_u = x$, где $x \in X^{Dir}$;

в) ограниченных ресурсов каждого типа $i \in M^0$, имеющихся в наличии в каждый момент времени $t = 1, \dots, T_i$, достаточно для выполнения всех работ, выполняемых в данный момент;

г) задания по выпуску конечной продукции выполняются в каждый момент планового периода.

Требуется найти допустимое расписание η^* минимальной длительности, т.е. такое, при котором достигает минимума целевая функция

$$T(\eta) = \max_{u \in v} (t_u + \tau_u) \rightarrow \min_{\eta}.$$

Кроме того, для допустимых расписаний минимальной длительности может потребоваться выполнение следующих дополнительных критериев:

1) динамика потребления (выпуска) ресурсов по возможности меньшим образом отличается от предлагаемой динамики лимитированных ресурсов (потребляемых или производимых), т.е. достигает минимума целевая функция

$$\sum_{i \in M^0} \sum_{t=1}^{T(\eta)} |R_i^t - \rho_i^t(\eta)| \rightarrow \min_{\eta \in (\eta^*)},$$

где $\rho_i^t(\eta)$ – объем потребленных (произведенных) ресурсов i -го типа в момент t ;

2) динамика потребления (выпуска) ресурсов по возможности меньшим образом отличается от сглаженной допустимой динамики ограниченных ресурсов, т.е. достигает минимума целевая функция предыдущего критерия, где R_i^t – объем сглаженных допустимых ограниченных ресурсов i -го типа в момент t , который также должен быть найден в процессе работы алгоритма. Под сглаженной здесь понимается динамика, график которой представляет кратчайшую непрерывную кривую, проведенную в пределах интервала планирования внутри допустимой области, ограниченной графиками верхней и нижней интегральных оценок допустимых динамик потребления ресурсов;

3) сумма приведенных интегральных затрат достигает минимального значения.

Предполагается, что в этом случае рассматриваются ограничения на ресурсы складываемого типа и исходная информация включает в себя массив $c[i, t]$ цен единиц ресурсов i -го типа в год t , а также соответствующий коэффициент дисконтирования.

Для решения сформулированной задачи разработан малотрудоемкий алгоритм [Гимади и др., 2010; Пляскина и др., 2012; Пляскина, Харитонов, 2009 (эл. ист. инф.)], реализованный для случая как складываемых, так и нескладываемых ресурсов, с учетом директивных сроков и предусматривающий как обычный, так и модульный принцип задания сетевой модели.

Алгоритм условно можно разделить на две части: предварительную и основную. Предварительная часть состоит из ввода и преобразования исходной информации к рабочему виду и контроля правильности ее задания. Она включает такие пункты:

а) ввод исходной информации: в случае необходимости одновременно происходит преобразование исходной информации о сетевой модели, имеющей модульную структуру, к рабочему виду, пригодному для работы алгоритма;

б) натуральная перенумерация исходных шифров событий сетевой модели и составление словаря соответствия новых шифров событий исходным;

в) проверка наличия контуров и висячих вершин в сетевой модели; при наличии таковых они выдаются на печать для внепрограммного исправления;

г) вычисление рангов вершин-событий, а также наиболее ранних моментов начал работ и критического времени завершения проекта T_{kr} при снятии ограничений на ресурсы.

Основная часть алгоритма – построение искомого расписания – включает:

- 1) вычисление наиболее поздних моментов свершения событий и проверку допустимости директивных сроков;
- 2) вычисление графика потребления ресурсов для наиболее позднего расписания и проверку его допустимости; построение таблиц верхних и нижних оценок динамики потребления ограниченных ресурсов;
- 3) вычисление длины оценочного расписания и нахождение самого этого расписания (под оценочным понимается допустимое расписание возможно меньшей длины в предположении складываемости всех ресурсов);
- 4) отыскание допустимого расписания исходной задачи;
- 5) вывод результатов счета.

Суть работы основной оптимизационной части алгоритма может быть представлена в виде двух этапов (пп. 3 и 4).

Результатом работы первого этапа является оценочное расписание. Остановимся подробнее на процессе его отыскания.

Можно показать, что длительность T^* оптимального расписания независимо от характера используемых ресурсов при корректно заданных ограничениях на директивный срок окончания проекта лежит в пределах $[T_{kr}, T_{\max}]$, где $T_{\max} = \min\{T_{kr} + P, T_{Dir}(\beta)\}$; P – длина периода, в котором имеют-

ся ограничения на использование ресурсов и выпуск продукции; $T_{Dir}(\beta)$ – директивный срок конечного события сетевой модели.

Отсюда следует возможность построения алгоритма отыскания оценочного расписания $\tilde{\eta} = \{\tilde{t}_u\}, u \in U$, с использованием метода дихотомии. При этом, задавшись максимально допустимой величиной погрешности ε длительности \tilde{T} оценочного расписания, мы найдем расписание с длительностью $\tilde{T}_\varepsilon, |\tilde{T}_\varepsilon - T| \leq \varepsilon$, за число итераций, не превышающее $\log_2(P/\varepsilon)$. На каждой итерации проверяется выполнение ресурсных условий c–d (см. выше) при выбранном значении $T, T_{kr} \leq T \leq T_{max}$. В случае невыполнения этих условий хотя бы для одного $t = 1, \dots, P$ и $i \in M^0$ величина T возрастает, в противном случае величина T уменьшается, причем процесс обрывается, как только найдется значение \tilde{T}_ε с допустимым расписанием, а разность между этим значением длины расписания и последним значением T , при котором расписание было недопустимым, станет меньшим или равным ε .

Общая трудоемкость отыскания оценочного расписания, включая предварительную часть, зависит от числа работ N сетевой модели как функция порядка $M \log_2 N$. При этом $\varepsilon \leq PN^c$, где $c > 0$ – константа, так что расписание асимптотически точное: $\varepsilon \rightarrow 0$ при $N \rightarrow \infty$.

На втором этапе отыскивается допустимое расписание $\eta = \{t_u\}, u \in U$, исходной задачи, в которой имеют место ограничения как на складываемые, так и на нескладываемые ресурсы. Опишем схему алгоритма несколько подробнее. Все работы упорядочиваются с учетом значений приоритетной функции динамического упорядочения работ $T_k(u), u \in U$, и последовательно накладываются на календарь. После наложения на календарь k работ, $0 \leq k < N$, определяется возможно меньший момент начала $(k+1)$ -й по порядку работы, причем пока $t_u \leq \tilde{t}_u$ для уже наложенных на календарь работ, начала всех работ, кроме $(k+1)$ -й, считаются закрепленными и равными t_u для всех наложенных работ и \tilde{t}_u для оставшихся работ. Как только для очередной накладываемой работы момента $t_u \leq \tilde{t}_u$ найти не удалось, закрепленными считаем моменты начала лишь тех работ, которые уже наложены на календарь.

Наложение работ на календарь осуществляется после получения позднего расписания в предположении складываемости всех ресурсов (т.е. оценочного расписания). При этом происходит сдвиг моментов начал работ на возможно более ранние сроки, допустимые по ограничениям как на складываемые, так и на нескладываемые типы ресурсов, с тем, чтобы по возможности уменьшить невязку между предлагаемыми ресурсами и затратами, полученными для рекомендуемого расписания.

В результате работы алгоритма формируется календарное расписание с апостериорной оценкой точности полученного решения за время, имеющее

степенную зависимость от параметров $N, P, |M^0|$, причем наиболее эффективен алгоритм при условии складированности всех ресурсов – в этом случае он позволяет находить асимптотически точное решение.

Разработанное алгоритмическое обеспечение является достаточно гибким инструментом для решения задач календарного планирования в том смысле, что с его помощью весьма простыми и удобными для пользователя способами можно генерировать различные модификации алгоритмов и формировать приближенные решения в зависимости от цели исследования и специфики конкретной рассматриваемой задачи сетевого моделирования. Вот один из таких приемов: посредством изменения функции упорядочения работ в процессе наложения их на календарь можно получать различные варианты приближенных решений изучаемой задачи. Указанная функция упорядочения строится как взвешенная сумма наиболее раннего и наиболее позднего моментов начала работы, ее ранга, резерва, объема работы, приоритета и т.д. Выбор пользователем вида этой функции может быть осуществлен путем задания в исходной информации значений соответствующих компонент управляющего массива.

Описание ресурсно-временных характеристик работ осуществлено в нормализованно-функциональном виде. При этом решена задача выбора базового набора нормализованных функций с минимумом суммарного отклонения от совокупности нормализованных функций динамики профилей в исходной информации. Введением понятия категории ресурса осуществлен учет динамики потребления ресурсов (выпуска продукции) после периода освоения.

Приведем нормализованно-функциональное описание ресурсно-временных характеристик работ сетевой модели более подробно.

Для каждой фактической работы $u \in U_1$ сетевой модели $G = (X, U)$ задается информация о совокупности профилей Π_u :

$$\{i_\pi, \zeta_\pi, \tau_\pi, r_\pi(t) (0 \leq t \leq \tau_\pi)\} \quad (\pi \in \Pi_u),$$

где i_π – тип ресурса, $i_\pi \in M$;

ζ_π – сдвиг начала выполнения профиля по отношению к моменту начала выполнения работы u ;

τ_π – длительность выполнения профиля π ;

$r_\pi(t) (0 \leq t \leq \tau_\pi)$ – функция интенсивности (эпюра) потребления ресурсов профиля π в интервале $[0, \tau_\pi]$. Предполагается, что $r_\pi(t) = 0$ при $t \notin [0, \tau_\pi]$.

Однако такое прямое описание временной зависимости ресурсов каждого профиля $\pi \in \Pi_u$ с помощью своей отдельной функции-эпюры $r_\pi(t)$ ($0 \leq t \leq \tau_\pi$) оказывается неэкономным и затруднительным как с точки зрения задания исходных данных, так и с точки зрения хранения и обработки этой информации. В случае используемой в реальной плановой практике дискретной информации, когда величины потребляемых (производимых) ресурсов задаются отдельно для каждой единицы времени выполнения профиля, требуемый объем памяти имеет порядок $\sum_{u \in U_1} \sum_{\pi \in \Pi_u} \tau_\pi$.

Приведем более компактную и вместе с тем унифицированную форму задания информации о динамике потребления (производства) ресурсов. Функцию $r^0: [0,1] \rightarrow R^+$ назовем *нормализованной*, если она удовлетворяет свойству $\int_0^1 r^0(\xi) d\xi = 1$.

Множество нормализованных функций $\mathfrak{R} = \{r_\gamma^0(\xi), 0 \leq \xi \leq 1\}$ ($\gamma = 1, \dots, \Gamma$) назовем базовым, если для любого профиля $\pi \in \bigcup_{u \in U_1} \Pi_u$ эпюра $r_\pi(t)$ может быть выражена через одну из нормализованных функций $r_\gamma^0(\xi)$ с некоторым индексом $\gamma, \gamma = 1, \dots, \Gamma$: $r_\pi(t) = v_\pi r_\gamma^0\left(\frac{t}{\tau_\pi}\right)\left(\frac{1}{\tau_\pi}\right), 0 \leq t \leq \tau_\pi$, где v_π – объем потребления ресурса (выпуска продукции) профиля π в интервале $[0, \tau_\pi]$:

$$v_\pi = \int_0^{\tau_\pi} r_\pi(t) dt.$$

Информацию о ресурсно-временных характеристиках профилей фактических работ сетевой модели назовем представленной в нормализованно-функциональном виде, если для любого профиля $\pi \in \Pi_u, u \in U_1$ задан набор величин: $(i_\pi, \zeta_\pi, \tau_\pi, \gamma_\pi, v_\pi)$.

Через γ_π обозначен индекс нормализованной функции, удовлетворяющей формуле для эпюры $r_\pi(t)$. Существенно, что при нормализованно-функциональном задании информации о динамике потребления (производства) ресурсов не требуется запоминать функции-эпюры $\pi \in \Pi_u, \pi \in \Pi_u, u \in U_1$, поскольку каждая из них может быть восстановлена по значениям параметров $\tau_\pi, \gamma_\pi, v_\pi$. Понятно, что такое унифицированное и компактное представ-

ление исходной информации о работах сетевой модели достигается за счет дополнительной памяти для хранения базового множества нормализованных функций $\mathfrak{R} = \{r_\gamma^0(\xi), 0 \leq \xi \leq 1\} (\gamma = 1, \dots, \Gamma)$. Поэтому нормализованно-функциональное задание исходной информации о работах сетевой модели имеет смысл, если число членов Γ в множестве \mathfrak{R} значительно меньше общего числа профилей фактических работ в сетевой модели.

В комплексе программ «Сибирь» задание нормализованных функций в базовом множестве нормализованных функций \mathfrak{R} предусмотрено в виде полиномов степени четыре: $r^0(\xi) = \sum_{k=0}^4 a_k \xi^k, 0 \leq \xi \leq 1$, либо в виде функций,

состоящих из комбинаций линейной функции и функции β -распределения: $r^0(\xi) = a_0 + a_1 \xi + a_2 \xi^{a_3} (1 - \xi)^{a_4}, 0 \leq \xi \leq 1$. Таким образом, задание каждой нормализованной функции определяется пятью коэффициентами $(a_k), k=0, 1, 2, 3, 4$. При этом в интересах пользователя не требуется обязательного выполнения свойства нормализации, последнее обеспечивается автоматически программным путем. Кроме того, в комплексе предусмотрена программа, позволяющая по реальным функциям динамики потребления ресурса (выпуска продукции), заданным в дискретном виде, получить аппроксимацию этих функций степенными полиномами методом наименьших квадратов. Одновременно с этим осуществляется и нормализация этих функций.

Стохастическая сетевая модель. Как и в случае детерминированной модели, ориентированный ациклический граф $G = (X, U)$ представляет собой совокупность элементов и взаимосвязей программы; X – множество вершин, соответствующих событиям сетевой модели; $U \subset X \times X$ – множество дуг, соответствующих работам.

Пусть U_x^- – множество работ, исходящих из вершины x , U_x^+ – множество работ, входящих в вершину $x \in X$. Множество вершин неоднородно и включает в себя вершины, реализующие на входе и выходе события логическую операцию «И» (ситуация обязательного начала и окончания каждой работы) и вершины, реализующие на входе и выходе события логическую операцию «ИЛИ» в исключаяющем и неисключаяющем смысле (отражающем альтернативные варианты развития процесса).

При построении описываемой стохастической сетевой модели используются восемь типов решающих событий (РС), характеристика которых приведена в табл. 8.1.

Событие, принадлежащее к одному из типов 0, 1, 2 с входом «И», считается свершенным в случае окончания всех непосредственно входящих в него работ. Для конкретной реализации стохастической модели раннее время свершения T_p события x типов 0, 1, 2 вычисляется по формуле

$$T_p(x) = \max \left\{ \left(T_p(x') + \tau(x', x) \right) \mid (x', x) \in U_x^+ \right\}.$$

Таблица 8.1

Типы РС, используемые в стохастической сетевой модели

Тип	Логическое отношение на входе РС	Логическая возможность на выходе РС
0	И	И
1	И	ИЛИ , $\sum p_u = 1$ по всем $u \in U_x^-$
2	И	ИЛИ, $0 < p_u \leq 1$ для всех $u \in U_x^-$
3	ИЛИ	И
4	ИЛИ	ИЛИ , $\sum p_u = 1$ по всем $u \in U_x^-$
5	ИЛИ	ИЛИ, $0 < p_u \leq 1$ для всех $u \in U_x^-$
6	ИЛИ	ИЛИ, $0 < p_u^v \leq 1$ для всех $u \in U_x^-, v \in U_x^+$
7	ИЛИ	ИЛИ , $\sum p_u^v = 1$ по всем $u \in U_x^-, v \in U_x^+$

События типов 3, 4, 5, 6, 7 имеют вход типа «ИЛИ», означающий, что событие свершается, если из всех входящих в него работ получен результат одной или нескольких. Для конкретной реализации стохастической модели раннее время свершения T_p события x , относящегося к одному из перечисленных типов событий, определяется соотношением

$$T_p(x) = \min \left\{ \left(T_p(x') + \tau(x', x) \right) \mid (x', x) \in U_x^+ \right\}.$$

Свершение событий типов 0 и 3 (выход «И») означает возможность и необходимость выполнения всех непосредственно из них исходящих работ.

События типов 1 и 4 характеризуются выходом «ИЛИ». В этом случае на выходе события x должна выполняться одна и только одна работа $u = (x, y)$ из множества работ U_x^- с заранее заданными вероятностями реализации каждой из них. При этом имеет место условие $\sum_{u \in U_x^-} p(x, y) = 1$.

Для свершенного события x типов 2 и 5 при продолжении реализации проекта выбираются работы из множества U_x^- с определенными вероятностями их реализации такими, что $0 \leq p_u \leq 1$ для каждой работы $u \in U_x^-$.

Наиболее сложны в рассматриваемой модели события типов 6 и 7, которые имеют многоальтернативный выход. Пусть P_u^v – вероятность реализации работы $u \in U_x^-$ при условии, что свершение события x определяется

выполнением работы $v \in U_x^+$. Тогда для событий типа 6 должно выполняться соотношение $0 < P_u^v \leq 1$ для всех $u \in U_x^-$, $v \in U_x^+$, а в случае события типа 7 – $\sum P_u^v = 1$ для всех $v \in U_x^+$.

Введенные типы событий описывают практически все ситуации, встречающиеся при моделировании сложных проектов.

Алгоритм статистического розыгрыша одной реализации стохастической сетевой модели. Алгоритм розыгрыша отдельной реализации стохастической сетевой модели состоит в последовательном рассмотрении группировок работ U_x^- , имеющих началом одно и то же событие x , и в вычислении временных характеристик событий. В результате розыгрыша часть работ оказывается реализованной, а остальные работы исключаются из списка работ данной реализации. Розыгрыш каждой работы $(x, y) \in U_x^-$ определяется конкретным описанием логических возможностей начального события x и конечного события y этой работы.

Исключение работы (x, y) из текущей реализации производится согласно правилу А: Наиболее раннее время $T_p(y)$ конечного события y типов 0, 1, 2 работы (x, y) полагается равным бесконечности.

Включение работы (x, y) в конкретную реализацию производится согласно правилу В: После пометки работы (x, y) пересчитываются оценки наиболее раннего времени $T_p(y)$ конечного события y по формулам $T_p(y) = \max \{T_p(y), T_p(x) + \tau(x, y)\}$ для решающего события y с входом «И» и $T_p(y) = \min \{T_p(y), T_p(x) + \tau(x, y)\}$ для события y с входом «ИЛИ».

Если произошла переоценка наиболее раннего времени события y и это событие типа 6 или 7, то для него запоминаем в качестве лимитирующего начального события x дуги (x, y) .

По окончании работы описанного выше алгоритма розыгрыша производится анализ результатов текущей реализации.

Для записи результатов по всем реализациям стохастической модели используются: счетчик успешных реализаций, гистограмма распределения времен завершения проекта, счетчики реализуемости и критичности работ.

8.4. ФОРМИРОВАНИЕ МЕГАПРОЕКТА ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Предложенная организационно-технологическая схема стратегического планирования ресурсных мегапроектов была апробирована при изучении эффективности освоения Восточно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В настоящее время началось интенсивное формирование нефтегазового сектора в Восточной Сибири и Республике Саха (Якутия), и возросла актуальность государственного стратегического планирования межотраслевого многорегионального ресурсного мегапроекта создания Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса (ВСНГК).

Особенности межотраслевого мегапроекта ВСНГК. Особенность формирования мегапроекта ВСНГК в отличие от Западно-Сибирского нефтегазового комплекса состоит в том, что мегапроект формируется вокруг инфраструктурных проектов – магистрального трубопроводного транспорта, который выполняет роль оси мегапроекта. Ядром формирования Западно-Сибирского нефтегазового комплекса были уникальные по запасам месторождения углеводородов и предприятия по переработке углеводородного сырья.

Другая особенность состоит в высокой зависимости инвестиционных намерений участников мегапроекта ВСНГК от геополитических рисков вхождения на рынки стран АТР российских нефти и природного газа, а также продукции нефтегазохимии и гелия. Показательно, что при растущей емкости рынка АТР по потреблению углеводородов, вопрос вхождения российского газа на китайский рынок упирается в длительные разногласия между Китаем и Россией по поводу цены на российский газ. Переговоры о цене российского газа и условиях поставок, участии китайских компаний в инфраструктурных проектах длятся с 2003 г. [Коржубаев и др., 2009]. В 2009 г. Китай отдал предпочтение туркменскому сетевому газу, заключив соглашения о совместном строительстве газопровода из Туркмении в западные районы Китая [Ся Ишань, 2010]. Неопределенность условий выхода российского газа на китайский рынок – один из главных факторов, обусловивших сдвиг сроков выхода ОАО «Газпром» с крупномасштабными газовыми и газохимическими проектами в Восточную Сибирь за пределы 2020 г.

Изменение стратегических намерений ОАО «Газпром» в развитии газотранспортной инфраструктуры и последовательности развития газового комплекса в Восточной Сибири оказало существенное влияние на трансформацию стратегии нефтяных компаний при решении проблем использования попутного газа и конденсата нефтяных месторождений, поиск альтернативных технологий эффективного использования сырья (конденсата, попутного газа), не требующих транспортной инфраструктуры перекачки газа.

Ожидаемые последствия реализации геополитических рисков – изменение отраслевого состава и взаимосвязей между участниками проекта, территориальных ареалов интенсивного освоения нефтегазовых ресурсов, условий формирования кластеров межотраслевых межрегиональных инвестиционных проектов и их размещение в нефтегазовой провинции. Если интенсивность освоения территории в ареалах освоения нефтегазовых ресурсов будет низкой, то спрос на аутсорсинговые услуги, услуги строительных организаций также будет низким; тогда становится неэффективной их территориальная концентрация в местах реализации инвестиционных проектов компаний, и, следовательно, не будут формироваться территориальные кластеры.

Мегапроект ВСНГК возникает на единстве объектов разработки минерально-сырьевых ресурсов и системы магистрального трубопроводного транспорта. Наличие обеспечивающей инфраструктуры является основным признаком возникновения мегапроекта. Результатом учета ограничений по геологическим условиям залегания запасов, экологическим, социальным (использование трудового потенциала) является необходимость осуществления комплексности формирования мегапроекта.

Организационные проблемы освоения Восточно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Строительство нефтепровода ВСТО ознаменовало начало активной деятельности пионерного этапа освоения Восточно-Сибирской нефтегазоносной провинции. С 2005 г. Министерство природных ресурсов (МПР) РФ реализует «Программу геологического изучения и предоставления в пользование месторождений углеводородного сырья Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия)». К концу 2006 г. в распределенном фонде недр находилось уже 87% извлекаемых запасов и 78% ресурсов нефти нефтегазоносной провинции [Герт и др., 2006]. Реализация Программы зависит от инвестиционных намерений и приоритетов нефтегазовых компаний, приобретающих лицензии на промышленную геологоразведку. В ходе ее реализации выявлены значительные организационно-экономические риски при подготовке запасов, разработке месторождений компаниями, которые могут снизить ожидаемый мультипликативный эффект формирования Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса [Харитонova и др., 2007].

В 2014 г. планируется закончить строительство 2-й очереди нефтепровода ВСТО, что позволит выйти на мощность по перекачке нефти в размере 50 млн т в год. В этой связи возросла актуальность ускорения подготовки запасов и интенсивной разработки месторождений Иркутской области и Республики Саха (Якутия), расположенных вдоль трассы нефтепровода (Таас-Юряхское, Талаканское, Верхнечонское и др.), организации экспортных поставок с севера Красноярского края и западносибирской нефти на рынки стран АТР.

Высокие риски обусловлены следующими факторами:

1) вероятностной природой результативности геологоразведочных работ, разбросом коэффициентов успешности перевода потенциальных ресурсов в промышленные (в соответствии со статистическими показателями лишь 30% прогнозных ресурсов при дальнейшем изучении переходят в категорию запасов; по данным комитета Госдумы по природным ресурсам и природопользованию ежегодно в России открывается 200–300 млн т новых запасов, но одновременно почти столько же списывается из ранее открытых, как неподтвердившихся [Галичанин, 2007]);

2) высокой долей новых технологий в добыче нефти и газа, разработке месторождений (разбуривание месторождений с высоким пластовым давлением, вскрытие пластов и др.), которые находятся в стадии апробации, либо проектируются на основании опыта вскрытия пластов в ходе проведения геологоразведочных работ; весьма вероятно, следовательно, превышение прогнозируемых удельных затрат в добыче, и, как следствие, можно ожидать корректировку прогнозных уровней добычи в динамике в инвестиционных проектах добывающих компаний;

3) значительной неопределенностью оценок конкурентоспособности восточного направления экспорта западносибирской нефти в сравнении с северо-западным, обеспечивающим выход на рынки Европы и Северной Америки;

4) рассогласованностью темпов и масштабов инвестиционных стратегий нефтяных и газовых компаний, государственных программ изучения недр, недостаточной координацией их деятельности со стороны государства (существующая система финансирования и государственного контроля недостаточно эффективна и слабо ориентирована на программно-целевые результаты [Пляскина, 2008]).

В сложившихся условиях необходим единый, системно организованный проект долгосрочной программы формирования Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса как основы для взаимодействия государства, регионов и бизнеса.

Для сбалансированного развития нефтегазового комплекса Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) необходимо:

- согласованное развитие систем добычи и транспорта нефти и газа;
- развитие транспортной, энергетической и социальной инфраструктуры;
- развитие газоперерабатывающей и гелиевой промышленности с созданием в перспективе центра по производству гелия мирового масштаба;
- строительство хранилищ гелиевого концентрата, продуктопроводов и пр.;
- развитие нефте- и газохимических производств, обеспечивающих в крупных масштабах выпуск продукции с высокой добавленной стоимостью.

Уникальные свойства восточносибирских газов и нефтей позволят развернуть на юге Восточной Сибири крупнотоннажное, высокотехнологичное производство полимерных материалов, по использованию которых Россия в настоящее время отстает от развитых стран мира. Такое производство следует развернуть, в первую очередь, в Иркутской области и Красноярском крае. Это позволит существенно укрепить экономику и улучшить социальную обстановку в этих регионах. В долгосрочной перспективе возможна также организация промышленной добычи металлов (литий, магний, стронций и др.), содержащихся в высоких концентрациях в подземных россолах нефтегазовых месторождений.

Организация формирования мегапроекта Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса. Концепция формирования новых центров нефтяной и газовой промышленности на Востоке России и в Сибири была разработана СО РАН еще в 2002 г. в «Стратегии экономического и социального развития Сибири на период до 2025 г.», где обоснована необходимость формирования нефтегазового комплекса как стратегического мегапроекта России. Ее идейные авторы академик А.Э. Конторович и А.Г. Коржубаев в последующее десятилетие внесли огромный вклад в обоснование необходимости формирования долгосрочной программы Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса как системно организованного проекта взаимодействия государства, регионов и бизнеса. [Конторович, Коржубаев, 2007; Коржубаев и др., 2009]. В работах А.Г. Коржубаева систематизированы многоплановые прединвестиционные технико-экономические обоснования проектов развития отраслей нефтегазового комплекса, барьеры реализации концепции, основные пути необходимых институциональных преобразований [Коржубаев и др., 2010]. Немалая заслуга научного коллектива под руководством академика А.Э. Конторовича в том, что в настоящее время межотраслевые инновационные проекты освоения нефтегазовых ресурсов Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) занимают важное место в приоритетах экономической политики российского правительства.

Продemonстрируем предлагаемый методический подход для формирования стратегии реализации мегапроекта ВСНГК.

В настоящее время нами разработаны основные контуры и структура мегапроекта ВСНГК на период до 2010–2045 гг., на основе научного багажа и прикладных исследований указанной концепции, а также разработок ФГУП СНИИГГИМС в области планирования и организации геологического изучения недр Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) [Герт и др., 2006], Государственного плана развития нефтегазохимии в РФ на период до 2030 г., [План... (эл. ист. инф.)], стратегических документов и инвестиционных намерений и проектов нефтегазовых компаний, стратегий регионального развития Красноярского края, Иркутской области и Республики Саха (Якутия) [Нефтегазохимическая отрасль... (эл. ист. инф.)].

В результате определен отраслевой и региональный состав мегапроекта:

1) инвестиционные планы развития и разработки нефтяных и газовых месторождений в Красноярском крае, Иркутской области и Республике Саха (Якутия) на период до 2035 г.;

2) проекты развития трубопроводной системы: нефтепровод ВСТО, газопровод «Ковыктинское–Чаяндинское–Тында, Сквородино» с выходом в Китай, а также система подводных межпромысловых трубопроводов;

3) три проекта газоперерабатывающей и гелиевой промышленности с созданием трех центров по производству гелия, строительство хранилищ гелиевого концентрата в Иркутской области, Красноярском крае и Республике Саха (Якутия);

4) газохимические комплексы, обеспечивающие в крупных масштабах выпуск продукции с высокой добавленной стоимостью: Саянский в Иркутской области, Красноярский ГХК или Богучанский ГХК ОАО «Газпром», а также Якутский ГХК;

5) проектируемые предприятия нефтеперерабатывающей промышленности с общим объемом потребления 30 млн т нефти: 9 млн т в год – в сырьевых нефтегазовых районах Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия), 21 млн т – на нефтехимическом комплексе в Приморском крае.

Схема технологических взаимосвязей разработки месторождений углеводородного сырья и газохимических комплексов в регионах, динамики производства полимеров базируется на исследованиях ИЭОПП СО РАН, проведенных под руководством А.Г. Коржубаева [Коржубаев и др., 2010] и В.А. Крюкова [Крюков и др., 2012].

Нами определен состав участников реализации мегапроекта:

- ✓ государственные органы управления федерального и регионального уровней, а также местные органы власти;
- ✓ регионы – субъекты Российской Федерации: Иркутская область, Красноярский край, Республика Саха (Якутия), Амурская область, Хабаровский и Приморский края;
- ✓ крупные нефтегазовые компании (ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО НК «Роснефть», ОАО «Газпром», ТНК ВР, ОАО «Газпромнефть» и др.), ОАО «Транснефть», строительные, энергетические, транспортные и другие компании рассматриваемого мегапроекта;
- ✓ инвестиционные банки и фонды, зарубежные инвесторы.

Каждый участник мегапроекта имеет собственные финансовые ресурсы, цели (экономические, социальные и др.) и приоритеты. На начальном этапе компании обладают определенными производственными возможностями. Инвестиционные проекты компаний характеризуются приемлемой коммерческой эффективностью и соответствующими объемами производимой продукции и потребляемых ресурсов. В силу уникальности большинства инвестиционных проектов в число основных ограничений входят сроки, ресурсы, качество и стоимость проекта.

Взаимодействие компаний с другими участниками мегапроекта возникает по поводу использования общерегиональных и федеральных ресурсов, таких как энергетическая и транспортная инфраструктура, земельные, водные, трудовые ресурсы и др. Наличие качественных параметров, таких как природоохранные территории и особые зоны природопользования, накладывает определенные ограничения на принятие решений о реализации проектов. Организация последовательности реализации инвестиционных проектов должна соответствовать технологическим этапам движения углеводородного сырья (подготовка запасов – добыча – транспортировка – переработка – потребление) и обеспечивать согласование во времени ввода в действие мощностей на каждом этапе.

Институциональные и правовые условия федерального и регионального законодательства формируют правила поведения участников мегапроекта.

Суть государственной координации состоит в установлении согласованности сроков реализации инвестиционных проектов, выявлении совокупности проектов, сдерживающих достижение целей мегапроекта. При отклонении от запланированных сроков достижения целей на отдельных этапах реализации мегапроекта принимается решение о необходимости корректирующих воздействий, выбор которых осуществляется в процессах управления изменениями. Это позволит определить группу ключевых компаний, с которыми необходим диалог по корректировке условий реализации инвестиционных проектов.

Выявленные особенности и организационные условия реализации мегапроектов освоения нефтегазодобывающих районов могут быть адекватно отражены в виде многоцелевой задачи календарного планирования оптимального распределения ограниченных ресурсов во времени и управления сложным проектом.

Задача выбора стратегии реализации мегапроекта состоит в определении совокупности допустимых расписаний и оптимального расписания выполнения инвестиционных проектов с минимальным отклонением спроса на ресурсы от динамики предложения лимитированных ресурсов (федерации, регионов, компаний).

В качестве критериев оптимальности используются:

- 1) максимизация интегральной прибыли всех участников проекта;
- 2) максимизация государственного дохода от реализации мегапроекта при обеспечении приемлемой для компаний эффективности проектов.

Сетевая модель мегапроекта ВСНГК: оценка стратегических сценариев инвестиционных проектов компаний. В настоящее время в ИЭОПП СО РАН построена сетевая детерминированная модель, которая представляет собой совокупность сетевых графов реализации инвестиционных проектов нефтегазовых компаний по освоению ресурсов, трубопроводов и создания мощностей по переработке углеводородного сырья и гелия с

включением технологических и экономических взаимосвязей между ними. Общая характеристика количества участников и ресурсов, используемых в сетевой модели представлена на рис. 8.2.



Рис. 8.2. Сетевая модель управления и координации мегапроекта ВСНГК

◆ *Адаптация сетевой модели программы.* Для управления и координации инвестиционных проектов во времени и оценки влияния инновационных технологий на выбор стратегии участников программы адаптация сетевой модели программы осуществлена нами по следующим направлениям:

1. Для отражения региональных эффектов введен территориальный разрез инвестиционной программы: освоение нефтегазовых ресурсов осуществляется в трех регионах – субъектах Федерации: Иркутской области, Республике Саха (Якутия) и Красноярском крае. Кроме того, введен агрегированный регион – «Дальний Восток» (Амурская область, Хабаровский и Приморский края) – зона прохождения трасс магистральных трубопроводов «Восточная Сибирь – Тихий океан» и размещения крупных нефтегазохимических комплексов, использующих природный газ и нефть Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия).

2. Для упрощения предполагается, что в пределах одного субъекта Федерации имеется одна компания-недропользователь, обладающая лицензиями на разведку и разработку месторождений. Инвестиции компаний-недропользователей являются ресурсными ограничениями в сетевой модели программы.

3. Оценка влияния транзитных потоков нефти из Западной Сибири на эффективность программы осуществляется посредством ресурсных ограничений на объемы поставок.

4. Предусматривается несколько этапов реализации мегапроекта. Директивные сроки выполнения этапов и ввода мощностей нефтепровода ВСТО определены в соответствии с прогнозными сроками выхода продукции ВСНГК на рынки стран АТР в долгосрочной стратегии социально-экономического развития России в период до 2020 г.

Кроме того, компании имеют свои проектируемые сроки ввода мощностей, которые выступают в качестве директивных сроков выполнения инвестиционных проектов. Наличие государственных контрактов на поставку нефти в страны АТР, с одной стороны, накладывает определенные обязательства на развитие нефтяной промышленности и подготовку запасов нефти в регионах, с другой стороны, является определенной гарантией доходов для компаний-инвесторов.

◆ *Структура сетевой детерминированной модели.* Сетевая модель инвестиционной программы освоения углеводородных ресурсов Восточно-Сибирской нефтегазоносной провинции представляет собой совокупность сетевых подграфов реализации инвестиционных проектов. Сетевой подграф – заданная технологическая последовательность работ по реализации инвестиционного проекта отрасли – имеет блочно-модульную структуру. Унифицированный модуль отражает технологическую последовательность работ по созданию объектов (пусковых комплексов) и взаимосвязи между ними. Разработано 5 унифицированных модулей:

- 1) геологоразведка (ГРП) общерегиональная;
- 2) геологоразведка в компаниях-недропользователях;
- 3) инфраструктурное обустройство и разработка группы нефтяных и газовых месторождений;
- 4) строительство нефтепровода;
- 5) создание мощностей нефтепереработки, газоперерабатывающих и гелиевого комплексов.

В унифицированных модулях определены узловые события. Взаимосвязи между блоками сетевой модели отражены отношениями предшествования или синхронности узловых событий отдельных модулей. Это обеспечивает технологическую и временную увязку ввода мощностей производства углеводородного сырья, переработки и транспорта. Сетевой граф позволяет осуществить согласование сроков подготовки сырьевой базы добычи углеводородов с вводом в разработку месторождений и мощностей трубопроводов.

Каждая работа сетевого графа отражает совокупность технологий ее выполнения. Технология характеризуется вектором, компонентами которого являются продолжительность выполнения работы, объем выполняемой работы в единицу времени, затраты ресурсов и выпуск продукции, которые представлены функциями, зависящими от времени выполнения работы. Имеется два вида работ – создание мощностей и эксплуатация мощностей. Эксплуатация мощностей описывается объемами выпускаемой продукции в течение эксплуатационного периода, которые задаются в виде функций, отражающих технологию производства.

Ниже описаны основные блоки сетевой детерминированной модели.

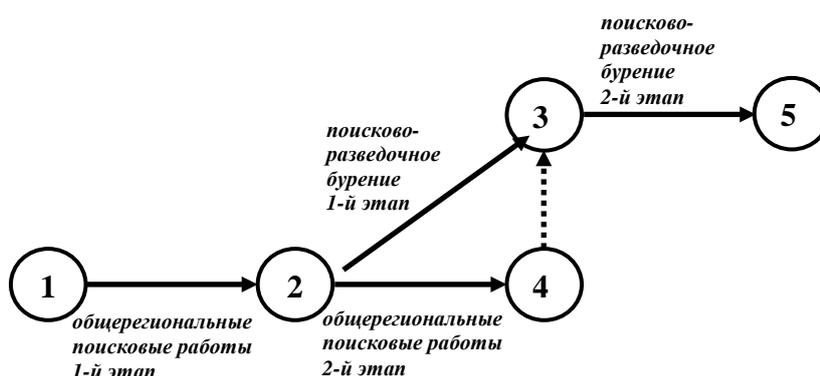


Рис. 8.3. Сетевой модуль общерегиональной геологоразведки

Блок геологоразведки представлен двумя модулями: геологоразведка общерегиональная и геологоразведка в компаниях-недропользователях, что отображает организационные особенности подготовки минерально-сырьевой базы. Общерегиональные ГРР (рис. 8.3) осуществляются специализированными государственными компаниями по заказу МПР РФ, результаты ее деятельности состоят в формировании банка данных программы лицензирования недр. Модуль общерегиональных ГРР содержит совокупность работ по выявлению структур и ресурсов категории C_3 и C_2 . Подготовка запасов к промышленному освоению – задача добывающих компаний. В этой связи модуль ГРР компаний-недропользователей описывает процесс последовательного выполнения геофизических работ по до-разведке и уточнению ресурсов категории C_2 и подготовке промышленных запасов $B+C_1$. Конечное событие данного модуля является узловым, которое соединяется фиктивными работами с узловыми событиями модуля инфраструктурного обустройства и разработки группы нефтяных и газовых месторождений компании-недропользователя (рис. 8.4).

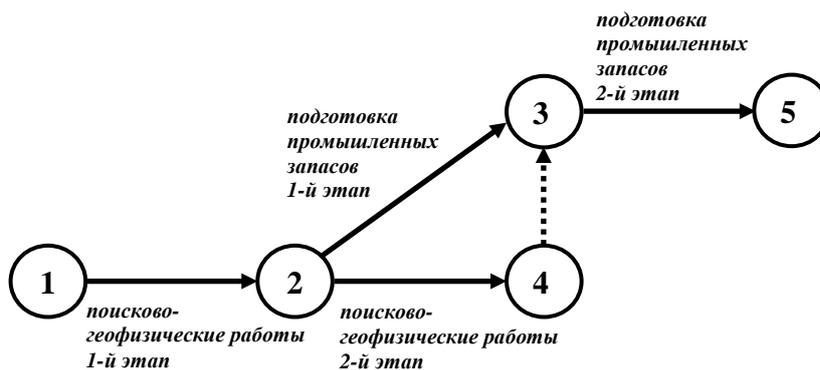


Рис. 8.4. Сетевой модуль геологоразведки в компаниях-недропользователях

Блок добычи углеводородных ресурсов описывается модулями разработки группы нефтяных и газовых месторождений (рис. 8.5). Каждый модуль содержит совокупность работ по обустройству месторождений и эксплуатации промыслов, которые представлены этапами нарастающей, постоянной и падающей добычи. Выходные события модуля – ввод мощностей поисковых комплексов.

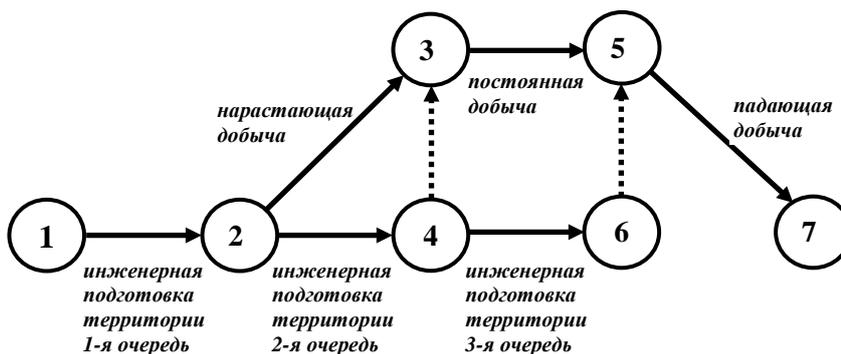


Рис. 8.5. Сетевой модуль разработки группы месторождений

Блок магистральных трубопроводов представлен сетевым подграфом совокупности строительства автономных участков трубопровода. Каждый участок описан унифицированным модулем строительства и эксплуатации нефтепровода (рис. 8.6). Выходными событиями являются ввод в эксплуатацию первой очереди трубопровода «Тайшет–Сковородино» и второй очереди – «Сковородино–Находка» (рис. 8.7). Аналогичный вид имеет модель магистрального газопровода.

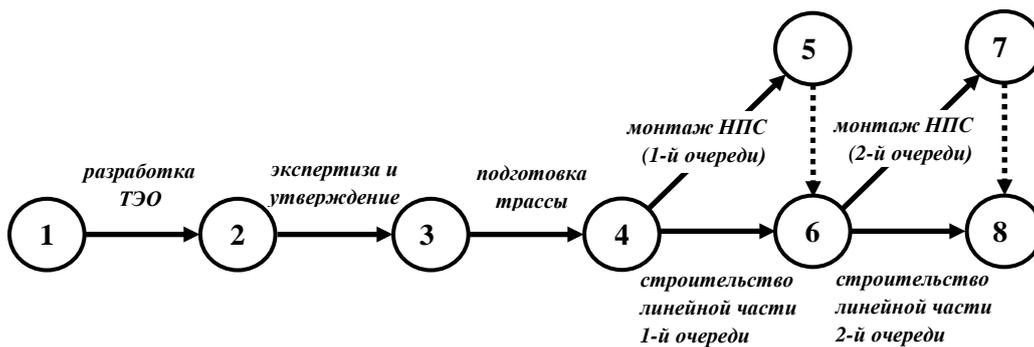


Рис. 8.6. Модуль строительства трубопровода

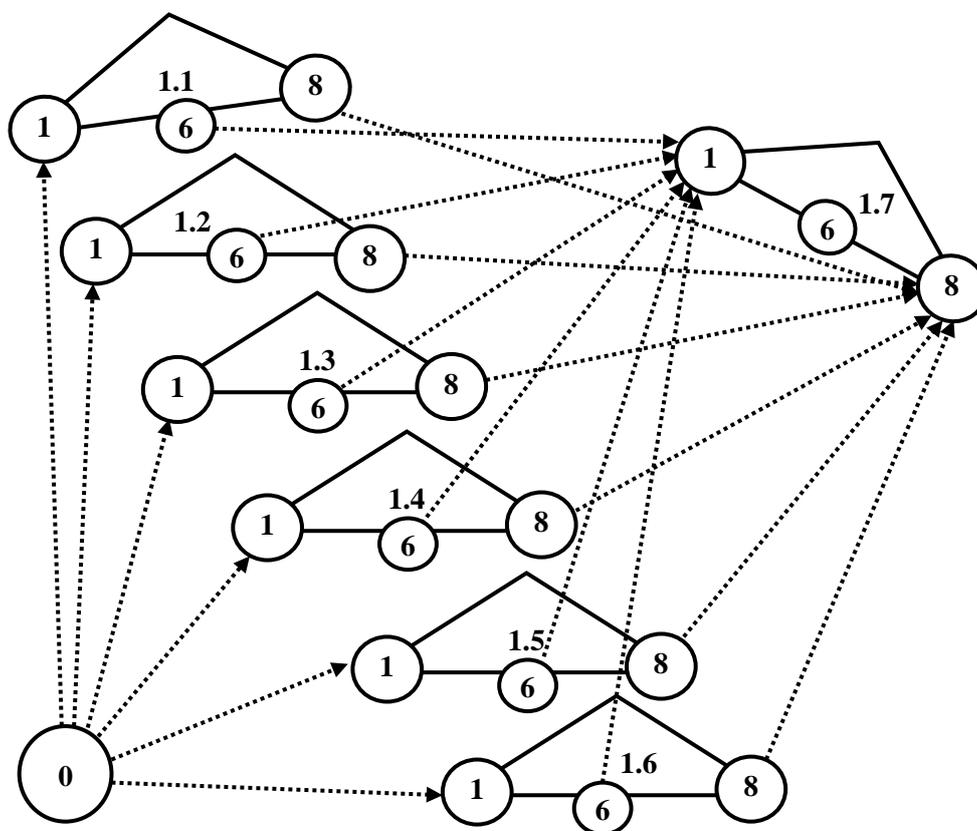


Рис. 8.7. Сетевая модель строительства и эксплуатации трубопровода «Восточная Сибирь – Тихий океан»

Обозначения: треугольники – унифицированные модули трубопровода (1.1. Тайшет–Усть-Кут; 1.2. Ленск–Усть-Кут; 1.3. Ленск–Олекминск; 1.4. Олекминск–Алдан; 1.5. Алдан–Тында; 1.6. Тында–Сковородино; 1.7. Сковородино–Находка)

Блок переработки углеводородных ресурсов представлен сетевым подграфом строительства и эксплуатации нефте-, газоперерабатывающих комплексов и гелиевого завода. Строительство представлено в виде технологической последовательности создания пусковых комплексов. Пусковой комплекс описывается унифицированным сетевым модулем. Технологические связи между комплексами отражаются в подграфе фиктивными дугами. Выходными событиями являются ввод в эксплуатацию проектных мощностей пусковых комплексов. Выходные события блока переработки связаны фиктивными дугами с узловыми событиями блока добычи, чтобы обеспечить баланс производства и потребления углеводородного сырья. Могут быть заданы директивные сроки ввода пусковых комплексов. Производства по переработке углеводородного сырья и гелия, полимерных материалов размещаются, в первую очередь, в Иркутской области и Красноярском крае.

Ядром сетевой модели является подграф создания и функционирования магистрального трубопровода с директивными сроками ввода мощностей в эксплуатацию. Эти события связаны фиктивными работами с событиями блоков разработки месторождений.

Сетевой граф ВСНГК имеет 380 фактических и 170 фиктивных работ и описывает процесс создания и функционирования комплекса до полного освоения прогнозных ресурсов Восточно-Сибирской нефтегазодобывающей провинции (рис. 8.8). Директивные сроки выпуска продукции заданы в сценариях развития ВСНГК на период до 2025 г.

◆ *Сценарии развития нефтегазового комплекса в Восточной Сибири и Республике Саха (Якутия).* Нами сформированы два сценария формирования мегапроекта ВСНГК (табл. 8.2). Оптимистический сценарий основан на гипотезе реализации наиболее благоприятных факторов формирования ВСНГК: высокой подтверждаемости прогнозных запасов нефтегазовых ресурсов; согласованности во времени инвестиционных стратегий добывающих, перерабатывающих компаний и ОАО «Транснефти»; участие государства в снижении инновационных рисков компаний – операторов проектов; предусматривается масштабный выход на рынки стран АТР и переработка углеводородного сырья в самом ВСНГК на крупных нефтегазохимических комплексах Богучанском, Саянском, Южно-Якутском, а также в Приморском крае.

Пессимистический сценарий нами получен как результат развертывания во времени инвестиционной программы развития нефтегазового комплекса на сетевой модели:

- ✓ при экстраполяции фактически сложившихся темпов, объемов и результативности геологоразведочных работ в первое пятилетие¹;
- ✓ при сохранении современных организационно-экономических рисков формирования ВСНГК.

¹ В настоящее время порядка 30% прогнозных ресурсов при дальнейшем их изучении переходят в категорию запасов.

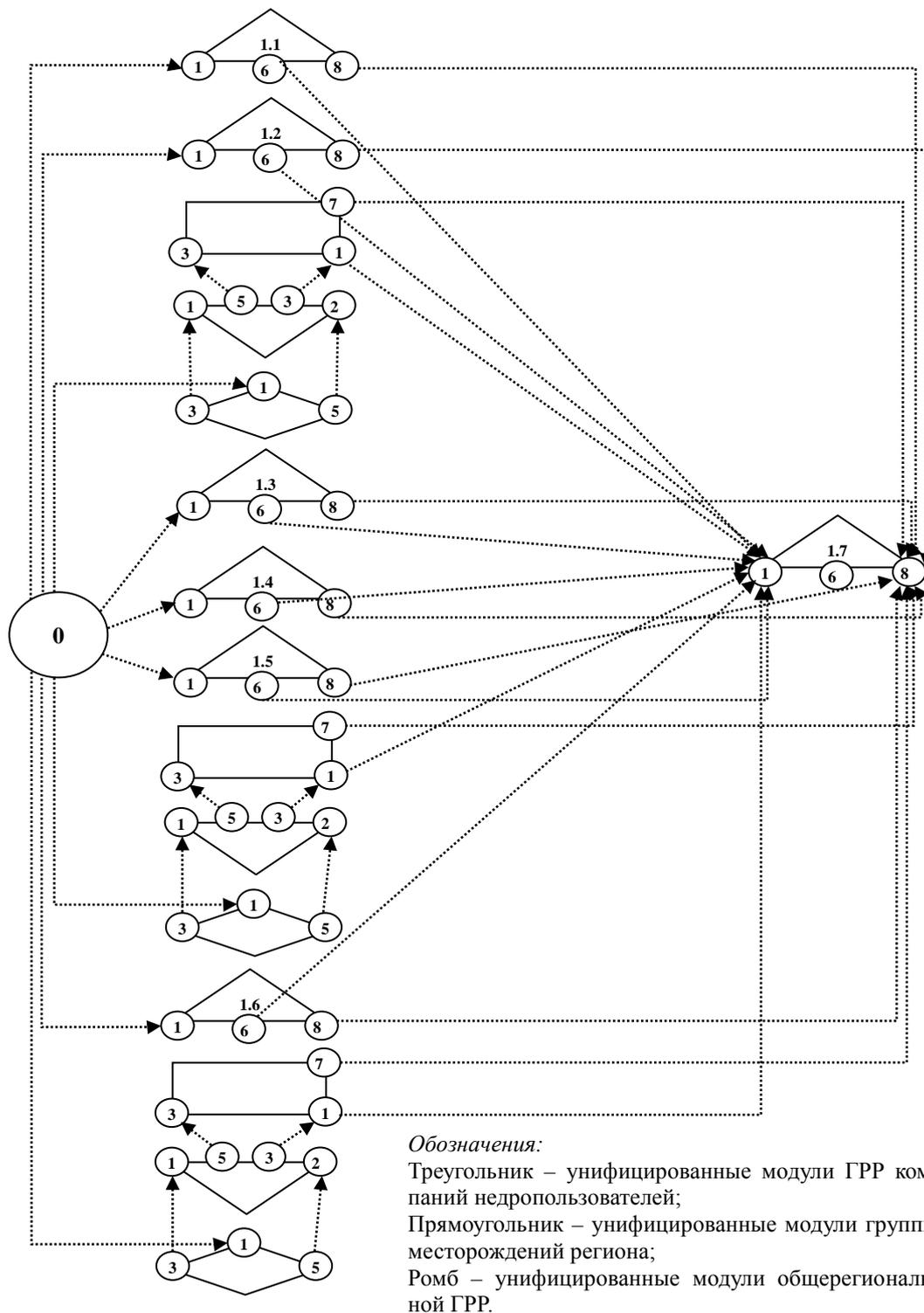


Рис. 8.8. Сводный сетевой граф освоения месторождений мегапроекта ВСНПК

Таблица 8.2

**Сценарии развития нефтегазового комплекса в Восточной Сибири
и Республике Саха (Якутия)**

Показатель	Оптимистический				Пессимистический			
	2010	2015	2020	2025	2010	2015	2020	2025
Нефтяной сектор								
Добыча нефти, млн т	9	50	70	80	9	23	35	50
В том числе: Иркутская область	3	22	30	35	3	6	10	17
Красноярский край	5	18	25	25	5	10	15	20
Республика Саха (Якутия)	1	10	15	20	1	7	10	13
Экспорт нефти, млн т	5	40	50	50	5	15	10	30
Газовый сектор								
Добыча природного газа, млрд м ³	9	60	70	70	9	35	40	40
Экспорт газа, млрд м ³		35	35	35	0	30	25	25
Добыча гелия, млн м ³		180	212	212		108	150	150
Закачка гелия в ПХГ, млн м ³		170	198	198		90	138	138
Экспорт гелия, млн м ³		9	12	12		9	10	10
Переработка								
Объем нефтепереработки, млн т		10	30	30	2	5	13	13
Объем газопереработки, млрд м ³		25	35	35		5	15	15
Производство этилена, млн т		1,1	2	3,4		1,25	2,5	2,5
Производство пропан-бутановой смеси, млн т		1,0	1,6	2,3		1,25	2,5	2,5

◆ *Прогнозные оценки конкурентных стратегий мегапроекта ВСНГК.* Ресурсно-календарный анализ согласованности инвестиционных планов добывающего и перерабатывающего секторов проведен для оптимистического и пессимистического сценариев. На основе вариантных расчетов эшелонирования инвестиционных проектов нефтедобывающего и газодобывающего сектора в Красноярском крае, Иркутской области и Якутии оценены стратегии развертывания во времени инвестиционных проектов компаний, обеспечивающие в динамике балансы производства и потребления углеводородного сырья в течение всего прогнозного периода до 2030 г.

Анализ реализуемости сценариев мегапроекта по сетевой модели показал, что в оптимистическом сценарии интересы компаний и регионов сбалансированы, но инвестиционная программа мегапроекта крайне напряженная. В целом за прогнозный период будет создана добавленная

стоимость в размере 478 млрд долл., свыше 80% которой образуют ВРП субъектов Федерации Сибири и Дальнего Востока. Инвестиционная программа освоения нефтяных ресурсов ВСНГК потребует 101,7 млрд долл., которые предстоит освоить за 15 лет.

При оценке состоятельности субъектов Федерации за привлечение инвестиционных проектов нефте- и газохимии выявлено преимущество Иркутской области и Красноярского края в сравнении с Амурской областью и Хабаровским краем в связи с наличием в них развитой инфраструктуры для нефте- и газохимических производств.

Несмотря на отсутствие инвестиционных ограничений общерегиональные геологоразведочные работы в Иркутской области, финансируемые из федерального бюджета, и подготовка запасов нефтяными компаниями-недропользователями Республики Саха (Якутия) находятся в критическом пути реализации мегапроекта. Проекты общерегиональной геологоразведки сдерживают темпы и масштабы освоения нефтяных ресурсов в Иркутской области, и они должны стать объектами управления со стороны государства.

Оценка синхронности сроков реализации технологически взаимосвязанных инвестиционных проектов показала, что в каждом регионе в течение всего планируемого периода создаваемые мощности добывающего сектора достаточны для обеспечения углеводородным сырьем мощностей нефтеперерабатывающих и газохимических комплексов и выполнения экспортных поставок углеводородного сырья. Вместе с тем имеется высокий риск переноса освоения газовых ресурсов Красноярского края за пределы 2023 г. Выявлена рассогласованность стратегий и инвестиционных намерений нефтяных и газовых компаний по срокам освоения комплексного нефтегазоконденсатного Юрубчено-Тохомского месторождения в Эвенкии Красноярского края. НК «Роснефть» отдает предпочтение ранним срокам разработки (2014 г.), тогда как ОАО «Газпром» – наиболее поздним (после 2023 г.). Автономный последовательный режим отбора сначала нефтяных, а далее газовых ресурсов повлечет за собой потерю газовых ресурсов в результате некомплексного освоения сложно-построенного месторождения.

Анализ реализуемости инвестиционной программы мегапроекта ВСНГК на условиях самофинансирования отраслевых проектов компаний выявил высокие освоенческие риски в первое десятилетие. По нашим расчетам капитал риска составит 44 млрд долл., причем около половины формируется в нефтегазохимических проектах. Таким образом, несмотря на то что в мегапроекте формируются финансовые ресурсы, многократно превышающие потребности ВСНГК, необходимо привлечение прямых государственных инвестиций или других форм государственной поддержки в 2011–2015 гг. для реализации всех проектов, в 2016–2020 гг. – проектам нефтегазохимических кластеров.

В пессимистическом сценарии при реализации гипотезы о низкой результативности геологоразведочных работ временные и ресурсные ограничения, по нашим расчетам, растягивают инвестиционную программу

ВСНГК в целом на 5 лет¹. Сдвинулись также на более поздние сроки начала и окончания инвестиционных проектов по обустройству месторождений. В Эвенкии добыча может быть начата только с 2025 г. В результате в ВСНГК этап интенсивного развития нефтяной промышленности смещается с 2010 г. на 2015 г., а ожидаемая добыча нефти в ВСНГК в период до 2025 г. будет в 3 раза меньше прогноза Энергетической стратегии России. Основным инвестиционным проектом становится Ванкорское месторождение Красноярского края. В этих условиях в 2025 г. добыча нефти в ВСНГК достигнет уровня 32 млн т.

Возможности экспорта нефти ВСНГК сократятся в 4 раза по сравнению с оптимистическим сценарием в условиях приоритета обеспечения сырьем внутренних потребностей нефтеперерабатывающей промышленности восточных регионов России. В этой ситуации для обеспечения полной загрузки мощности нефтепровода ВСТО предполагается сохранение транзитных потоков нефти из Западной Сибири на уровне 30 млн т, а максимально возможная загрузка трубопровода ВСТО будет находиться на уровне 55 млн т.

В газовой промышленности будет реализован наименее напряженный вариант Программы ОАО «Газпром» – «Восток-50», согласно которому газ Восточной Сибири не имеет выхода в ЕСГ до 2025 г. Объемы добычи и экспорта газа проектируются почти вдвое меньше, чем в оптимистическом сценарии. В 2025 г. прогнозируется производство 40 млрд куб. м газа. Экспортные поставки не превысят 25 млрд куб. м (15 млрд – в Китай и 10 млрд – в Корею). В ближайшей и среднесрочной перспективе до 2020 г. первоочередным проектом будет разработка уникального Чаяндинского газоконденсатного месторождения в Республике Саха (Якутия), Ковыктинского газоконденсатного месторождения в Иркутской области; несмотря на 1,7 трлн куб. м подготовленных запасов в соответствии со стратегией ОАО «Газпром» останется в стратегическом резерве вплоть до 2020 г. Для обеспечения комплексного использования извлекаемого сырья газоконденсатных месторождений достаточно создать Южно-Якутский ГХК к 2020 г., и первую очередь Саянского ГХК – к 2025 г., в связи с этим производство полимеров в 2025 г. составит 4 млн т, что в 2,2 раза ниже, чем в оптимистическом сценарии.

Интегральные инвестиции снизятся в 1,8 раза, до 62 млрд долл., соответственно сократится и интегральный экономический эффект Программы, по нашим расчетам, до 106,4 млрд долл., ВРП в регионах формирования мегапроекта сократится в 4,5 раза. Основной эффект – 75 млрд долл. формируется в виде ВРП преимущественно в Республике Саха (Якутия) и Иркутской области, 31,4 млрд долл. – интегральные экспортные пошлины.

¹ Длина критического пути программы выросла на 5 лет за счет увеличения продолжительности пионерного этапа освоения месторождений Иркутской области и Республики Саха (Якутия).

Таким образом, в пессимистическом сценарии почти вдвое меньше масштабы развития ВСНГК, что влечет за собой качественные изменения его роли в решении стратегических задач социально-экономического развития восточных регионов страны и геополитической значимости. Мегапроект приобретает экспортно-сырьевую направленность с преимущественным промышленным ростом в северных добывающих районах Восточной Сибири и развитием перерабатывающего сектора в Якутии и Приморье.

* *
*

Предлагаемый подход позволил оценить влияние инвестиционных стратегий компаний и геологических рисков на эффективность экспорта нефти. В целом по Программе ВСНГК прирост интегральных доходов в результате дополнительных поставок 1 тонны нефти на экспорт в страны АТР составляет 390 долл./т¹, которые в соответствии с существующей системой бюджетных отношений распределяются между государственным бюджетом и инвесторами в следующей пропорции:

- ✓ 74% (290 долл./т) – зачисляются в федеральные и региональные бюджеты;
- ✓ 26% – (100 долл./т) – остаются у инвесторов.

Каждый доллар, вложенный в повышение результативности геологоразведочных работ в виде прироста запасов, позволит получить дополнительный доход от экспорта нефти в размере 0,71 долл.

Наши исследования показали, что для повышения эффективности инвестиционной Программы ВСНГК Правительству РФ необходимо сосредоточить основное внимание на создание механизмов государственно-частного партнерства, экономических стимулов, налоговых каникул и нейтрализацию инновационных рисков компаниям, привлекающим инновационные технологии в поисковые и геологоразведочные работы.

Предложенный модельный комплекс позволил провести ресурсно-календарный анализ реализуемости альтернативных стратегий мегапроекта ВСНГК, выявить периоды и необходимые масштабы государственного участия в формировании нефтегазохимических кластеров, интенсификации геологоразведочных работ и доказать эффективность интеграции добывающего и нефтегазохимического кластеров с учетом стратегических интересов участников мегапроекта.

По нашим расчетам, потребуется долговременная система мер государственной поддержки в виде взаимосвязанных целевых государственных преференций сырьевым, нефтегазохимическим и нефтеперерабатывающим компаниям:

¹ Эффект оценен при средней цене на нефть марки Urals на рынках стран АТР – 60 долл./барр., экспортная пошлина на нефть – 55% от цены нефти на мировом рынке.

– отмена экспортных пошлин от продажи нефти и газа сырьевым компаниям при условии участия добывающих компаний в финансировании проектов создания НГХК в 2011–2015 гг. в оптимистическом и в 2011–2020 гг. в пессимистическом сценариях;

– снижение вдвое ставок налогов на доходы нефтеперерабатывающих проектов в период освоения проектных мощностей в 2016–2020 гг. и в 4,5 раза – для газохимических проектов в 2021–2025 гг.

Эффективность координационного плана Правительственной Комиссии как инструмента стратегического государственного управления находится в прямой зависимости от корректного учета фактора времени, необходимого для разработки и оценки эффективности альтернативных вариантов организационно-экономических решений участников мегапроекта. Именно на этой стадии возникает потребность в организации информационно-аналитических подсистем формирования решений и использовании сетевых моделей управления сложным мегапроектом.

Предложенный методический подход к разработке технологии стратегического планирования и управления мегапроекта позволит повысить эффективность функционирования координирующих органов в согласовании интересов участников мегапроектов, качество и реализуемость плановых документов, организационных схем управления реализацией мегапроекта.

ЛИТЕРАТУРА

- Вижина И.А., Кин А.А., Харитонов В.Н.** Проблемы государственно-частного партнерства в стратегических проектах Севера // Регион: экономика и социология. – 2011. – № 4. – С. 170–185.
- Галичанин Е.** Не числом, а умением сырья // Мировая энергетика. – 2007. – № 8 (44). – С. 20–21.
- Герт А.А., Мельников П.Н., Немова О.Г., Волкова К.Н., Соболев М.Ю., Супрунчик Н.А.** Сырьевая обеспеченность нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан // Регион: экономика и социология. – 2006. – № 4. – С. 200–208.
- Гимади Э.Х., Гончаров Е.Н., Залюбовский В.В., Пляскина Н.И., Харитонов В.Н.** О программно-математическом обеспечении задачи ресурсно-календарного планирования Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса // Вестник НГУ. Серия: математика, механика, информатика. – 2010. – № 4. – С. 51–62.
- Йескомб Э.** Принципы проектного финансирования (пер. с англ.: Васильевской И.В.) / под ред. Рябых Д.А. – М.: Вершина, 2008. – 488 с.
- Конторович А.Е., Коржубаев А.Г.** Прогноз развития новых центров нефтяной и газовой промышленности на Востоке России и экспорта нефти, нефтепродуктов и газа в восточном направлении // Регион: Экономика и социология. – 2007. – №1. – С. 210–229.
- Коржубаев А.Г., Соколова И.А., Эдер Л.В.** Нефтегазовый комплекс России: перспективы сотрудничества с АТР. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН. – 2009. – 122 с.
- Коржубаев А.Г., Филимонова И.В., Эдер Л.В.** Концепция формирования новых центров нефтегазового комплекса на Востоке России. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010. – 191 с.
- Коржубаев А.Г., Филимонова И.В., Эдер Л.В.** Стратегия развития нефтегазового комплекса Сибири // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 88–93.

- Крюков В.А., Силкин В.Ю., Токарев А.Н., Шмат В.В.** Комплексный реинжиниринг процессов хозяйственного освоения ресурсов гелия на Востоке России / отв. ред. В.В. Кулешов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН. – 2012. – 181 с.
- Миросецкий Н.Б., Сокольская Т.И.** Алгоритм анализа стохастической сетевой модели // Методы моделирования и обработка информации. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 54–59.
- Моделирование** взаимодействия многоотраслевых комплексов в системе народного хозяйства / отв. ред. Б.Б. Розин. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1992.
- Оптимизация** территориальных систем / под ред. С.А. Суспицына. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010.
- Пляскина Н.И.** Прогнозирование комплексного освоения недр перспективных нефтегазодобывающих районов (методология и инструментарий) // Проблемы прогнозирования. – 2008. – № 2. – С. 72–93.
- Пляскина Н.И., Харитонova В.Н.** Координация инвестиционных решений компаний в программе мегапроекта освоения нефтегазовых ресурсов // Теория и практика управления. – 2010. – № 8. – С. 84–94.
- Пляскина Н.И., Харитонova В.Н., Гимади Э.Х., Гончаров Е.Н.** Сетевые модели координации принятия решений в межотраслевых мегапроектах освоения нефтегазовых регионов // Вестник НГУ. Серия: социально-экономические науки. – 2012. – Т. 12. – Вып. 3. – С. 97–110.
- Поспелов Г.С., Баришполец В.А.** О стохастическом сетевом планировании // Техническая кибернетика. – 1966. – № 6.
- Ся Ишань.** Энергетическая стратегия Китая в новой ситуации и энергетическое сотрудничество Китая и России / Энергетическая кооперация в Азии: что после кризиса. 7-я международная конференция АЕС-2010, 30 августа – 3 сентября 2010 г., Иркутск, Россия.
- Харитонova В.Н., Вижина И.А., Коцебанова О.Ф.** Экономические эффекты и риски в регионах формирования Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса // Регион. – 2007. – № 4. – С. 170–185.
- Штыров В.М.** Управленческие риски мегапроектов России // Российская Федерация. – 2009. – № 1. – С. 15–20.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

- Нефтегазохимическая** отрасль // [Http://Minenergo.Gov.Ru/Activity/Oilgas/Petrochemical_Branch/](http://Minenergo.Gov.Ru/Activity/Oilgas/Petrochemical_Branch/)
- План** развития газо- и нефтехимии России на период до 2030 г. <http://www.cntd.ru/1000002845.html>
- Пляскина Н.И., Харитонova В.Н.** Формирование стратегии развития Восточно-Сибирского нефтегазового комплекса и управление инвестиционной программой освоения ресурсов [Электронный ресурс] // Российский экономический конгресс: сб. докладов участников (РЭК-2009. 7–12 декабря 2009 г., Москва): [Тематические конференции: Пространственная и региональная экономика. Эффективное использование природно-ресурсного потенциала] / Новая экон. ассоциация. – М.: Ин-т экон. РАН, 2009 // (<http://www.econorus.org/consp/files/j17i.doc>).
- Проект** Федерального закона «О государственном стратегическом планировании» от 21 ноября 2011 г. // http://www.economy.gov.ru/minec/about/structure/depstrategy/doc20111121_005
- Указ** Президента РФ «Об основах стратегического планирования в РФ» от 12 мая 2009 года № 536 // <http://www.kasparov.ru/note.php?id=4AEEEC233AEA5>