

УДК 621.64+004.891

## МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СХЕМЫ РАЗВИТИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ РФ

Самсонов Р.О.

ООО «ВНИИГАЗ»

*Предложены принципы создания интерактивной системы, позволяющие ускорить процесс принятия решений и формирование адекватных сценариев развития газовой отрасли России.*

### Введение

В условиях современного состояния газовой отрасли разработка схемы развития и реконструкции Единой Системы Газоснабжения (ЕСГ) России представляет собой очень сложную и трудоемкую задачу [1]. Важнейшей ее составляющей при этом является формирование схемы развития и реконструкции газотранспортной системы (ГТС). Решение этой задачи всегда осуществляется при постоянном взаимодействии как различных Департаментов ОАО «Газпром», так и соответствующих научно-исследовательских и проектных институтов [2]. Необходимо также постулировать, что все предлагаемые решения должны быть в рамках общей энергетической стратегии России.

Известно, что транспорт газа – самая капиталоемкая подотрасль газовой промышленности, на нее приходится более 85% стоимости основных фондов. В связи с постепенным истощением существующих месторождений природного газа и необходимостью разработки новых газовых регионов ближайшие годы неизбежно существенное изменение схемы потоков газа, которое потребует огромных финансовых вложений [3-5]. При этом ныне действующие системы (особенно из Надым-Пур-Тазовского региона, НПТР) могут оказаться недозагруженными, хотя их эксплуатация могла бы приносить существенный доход. В этих условиях ошибки при планировании газотранспортных систем могут привести к значительному неоправданному росту расходов «Газпрома».

При плановой экономике для формирования стратегии развития газовой отрасли на среднесрочный период организовывалось продолжительное выездное совещание специалистов-экспертов, которые на основе предварительных

проработок в результате совместных консультаций и необходимых расчетов формировали готовые материалы.

В современных условиях такой подход не может быть реализован в связи с изменением, как самой экономики, так и входных параметров, определяющих формирование данной стратегии. Рассмотрим эти входные параметры.

Во-первых, в настоящее время понимается, что число необходимых к рассмотрению вариантов схемы развития должно быть достаточно большим. Это обусловлено следующими факторами:

- истощение базовых месторождений НПТР вынуждает искать разные варианты компенсации падения добычи, такие как первоочередное освоение месторождений п-ова Ямал или Штокманского ГКМ, увеличение добычи независимых производителей (не входящих в структуру ОАО «Газпром»), развитие сжижения газа и добычи на шельфе;

- высокие риски, связанные с ненадежностью поставок газа средне-азиатскими государствами и, как следствие, возможное снижение объемов его импорта;

- сложности во взаимоотношениях с некоторыми государствами, через которые осуществляется транзит газа, заставляют рассматривать альтернативные направления экспортных поставок.

- до настоящего времени не выработано единого подхода к прогнозированию газопотребления.

Соответственно, в рамках ограниченных финансовых возможностей необходимо рассмотреть большое число вариантов схемы развития и реконструкции ГТС ЕСГ, с тем, чтобы, оценив технико-экономические показатели каждого из них, выбрать наиболее приемлемый в существующих условиях. Кроме того, увеличение числа вариантов происходит вследствие того, что ОАО «Газпром» стал одним из крупнейших энергетических гигантов в мире. В стратегии развития таких компаний активное участие должны принимать государственные органы. Соответственно в увязке с общей энергетической стратегией России основные направления развития ОАО «Газпром» формируются укрупненными множественными решениями. Поэтому формирование вариантов схемы развития и реконструкции ГТС ЕСГ происходит в условиях неполной

определенности, что, в свою очередь, приводит к необходимости многовариантного решения данной проблемы.

Исходя из всего вышесказанного, использование выездных совещаний в качестве инструмента для формирования развития газотранспортной системы привело бы к их недопустимой длительности.

Во-вторых, действующие рыночные отношения между научными и производственными организациями, обязательное соблюдение закона о коммерческой тайне, наличие долговременных стратегических и кратковременных тактических интересов приводит к тому, что передача необходимой информации между участниками разработки схемы крайне затягивается и, следовательно, увеличиваются сроки выполнения всей работы.

В соответствии с изложенными предпосылками, представляется целесообразным сформулировать основные принципы создания интерактивной системы для формирования схемы развития и реконструкции ГТС ЕСГ. Эти принципы, естественно, должны базироваться как на анализе и последующем обобщении ныне существующих подходов, так и на разработке новых, связанных с возможностями современных информационных систем.

Настоящая работа направлена на модернизацию сложившегося к настоящему времени регламента решения данной задачи с целью создания единой интерактивной экспертной системы, включающей в себя программный комплекс, использующий единую базу данных с привлечением экспертных групп специалистов по соответствующим проблемам.

### **Этапы разработки генеральной схемы**

Процесс разработки схемы предлагается осуществлять в два этапа:

- на первом этапе используется системный подход к разработке схемы развития и реконструкции ГТС ЕСГ (рис. 1);
- на втором этапе формируются принципиальные технические решения на уровне отдельных участков ГТС ЕСГ (рис. 2).

Следует отметить, что проведение расчетов и принятие решений должны основываться на утвержденных методических положениях. Соответственно, необходимо провести анализ и систематизацию ныне существующих методик и

методических указаний с целью их последующего использования в реализуемых алгоритмах и программах. Кроме того, в виду большого объема информации, получаемой в результате расчетов, для работы групп специалистов необходима разработка экспертных систем, основанных на современных компьютерных технологиях. Это существенно ускорит поиск необходимых решений и позволит специалистам-экспертам более оперативно принимать адекватные решения. При этом сама разработка таких экспертных систем должна проводиться при непосредственном участии соответствующих конкретной задаче специалистов. На представленных рисунках 1 и 2 задачи, где используются экспертные системы, выделены жирной рамкой. Исходя из вышесказанного, для облегчения работы экспертов и более быстрого принятия решений целесообразно создание и согласование выходных форм. Это позволит упростить восприятие поступающей в результате расчетов информации, как на промежуточных стадиях, так и в итоговом документе генеральной схемы развития газовой отрасли. Для акцентирования внимания на рисунке 3 отдельно выделены рассмотренные три подзадачи.

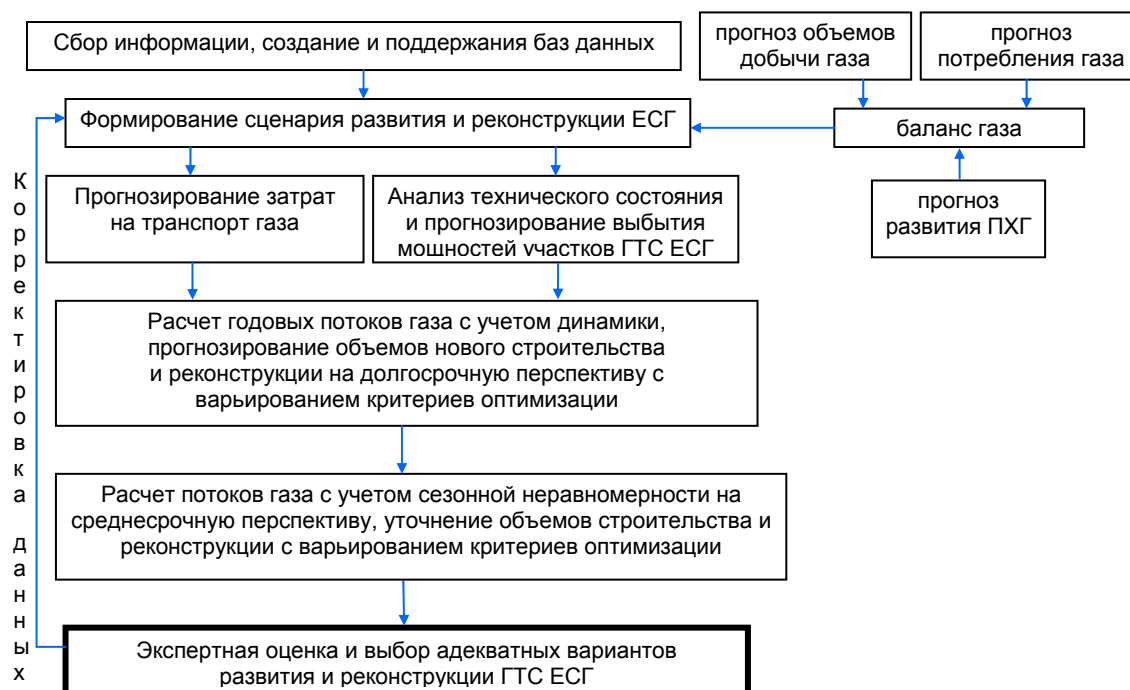


Рисунок 1. Формирование схемы развития и реконструкции ГТС ЕСГ  
Системный подход к разработке схемы развития и реконструкции ГТС ЕСГ



Рисунок 2. Формирование схемы развития и реконструкции на уровне участков ГТС ЕСГ

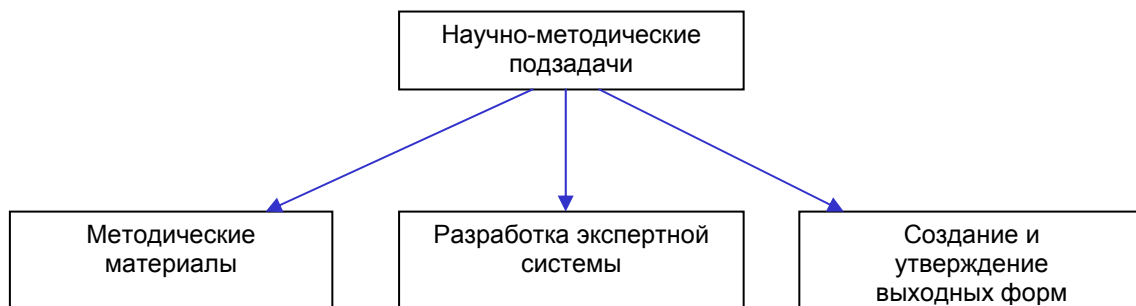


Рисунок 3. Необходимое научно-методическое сопровождение при создании интерактивной системы формирования схемы развития и реконструкции ГТС ЕСГ

Не останавливаясь подробно на каждой из подзадач (рис.1, 2), рассмотрим основные подходы к их реализации.

### Этап 1. Системный подход к разработке схемы развития и реконструкции ГТС ЕСГ

#### Сбор информации, создание и поддержание баз данных

Следует особо подчеркнуть, что за базовую основу при формировании схемы развития и реконструкции ЕСГ целесообразно принять схему ГТС

верхнего уровня, используемую в ЦПДД ОАО «Газпром». Дело в том, что агрегированная схема потоков, применяемая в настоящее время при перспективном средне- и долгосрочном планировании, была в свое время принята в излишне укрупненном виде из-за возможностей вычислительной техники. Соответственно, добыча и потребление газа были привязаны к узлам этой укрупненной схемы. В настоящее время таких проблем практически не существует. Кроме того, в ЦПДД схема потоков газа отработана на практике, ее адекватность не вызывает сомнений, так как используется в повседневной оперативной работе и, что очень важно, она интегрирована в единую базу данных «Инфотех». Это дает возможность использовать готовые и более полные данные о техническом оснащении отдельных участков газопроводов ЕСГ. В свою очередь, такой подход позволит получать более достоверную информацию на этапе формирования схемы развития и реконструкции на уровне участков ГТС ЕСГ (рис. 2). Это, в первую очередь, относится к подзадачам выбора участков, подлежащих ликвидации, консервации, ремонту, реконструкции, а также обоснования мероприятий по обеспечению промышленной и экологической безопасности. Конечно, применение схемы ЦПДД потребует значительных усилий по привязке к узлам системы потребителей и поставщиков газа и, соответственно, усложнит формирование баланса газа. Тем не менее, выгода от перехода к схеме ЦПДД очевидна.

#### Формирование сценария развития и реконструкции ЕСГ

В настоящее время прогнозы в отрасли делаются на период до 2030 года. Следует заметить при этом, что сама структура схемы по годам будет меняться из-за появления новых потребителей и поставщиков газа. Поэтому в качестве отправных временных этапов при долгосрочном планировании следует принять ныне существующую разбивку: 2010, 2015, 2020, 2025 и 2030 годы.

На основе полученных прогнозных значений формируется баланс газа для узлов всей системы ГТС ЕСГ, при этом, как было указано ранее, добыча и потребление привязывается к узлам сети.

В соответствии с имеющейся динамикой баланса газа рабочая группа специалистов формирует сценарии развития, которые отражает основные направления изменения газовой отрасли. Для сформированного сценария

осуществляется предварительный расчет прогнозных значений затрат на транзит газа (с учетом составляющей на капитальные вложения) и расчет выбытия мощностей участков ГТС ЕСГ. При этом расчет объемов выбытия мощностей должен проводиться при условии пассивной выжидательной стратегии без капитального ремонта и реконструкции. Эти данные необходимы для формирования критериев оптимизации и ограничений при потоковом моделировании газотранспортной сети.

#### Расчет потоков газа с учетом динамики баланса газа.

Чтобы избежать неэффективного вложения средств в развитие и реконструкцию ГТС ЕСГ, расчет годовых потоков проводится с учетом динамики баланса газа. В качестве итогового критерия оптимизации предлагается использовать минимум затрат на транспорт газа с учетом составляющей на капитальные вложения (представляется целесообразным использование понятия чистого дисконтированного дохода, ЧДД). Такой подход делает в общем случае задачу нелинейной, поэтому потребуется итеративный перерасчет затрат на транспорт и оптимальных потоков газа. В первом приближении критерием оптимизации должен являться минимум товаротранспортной работы (ТТР) или его модификации - эквивалентной товаротранспортной работы (ЭТТР). Эти расчеты позволяют оценить динамику требуемой производительности по участкам ГТС ЕСГ. В среднесрочной перспективе полученные ранее результаты уточняются при расчете потоков газа с учетом сезонной неравномерности газопотребления.

#### Экспертная оценка и выбор адекватных вариантов

Для оценки эффективности вариантов осуществляются предварительные расчеты технико-экономических показателей каждого из них. Выбор вариантов осуществляется с применением специально разработанной экспертной системы.

Используя возможности интерактивной системы, эксперты в диалоговом режиме формируют некоторый набор адекватных вариантов развития и реконструкции ГТС ЕСГ для последующего принятия технологических решений, расчета экономических показателей, а также выдачи соответствующих рекомендаций.

## **Этап 2. Рассмотрение принципиальных технических решений на уровне отдельных участков ГТС ЕСГ**

На втором этапе (рис. 2) осуществляется рассмотрение вопросов развития и реконструкции на уровне участков ГТС ЕСГ. Следует отметить, на этом этапе должны использоваться в качестве экспертов специалисты, хорошо понимающие технологию транспорта газа с обязательным привлечением представителей от проектных институтов. Для каждого из выбранных на первом этапе вариантов эксперты рассматривают участки, подлежащие ликвидации, консервации, капитальному ремонту, реконструкции и новому строительству. По всем этим участкам формируются технологические решения и выполняются предпроектные работы.

При этом для проведения ремонтных работ в ближайшей перспективе на существующих участках газопроводов необходимо разработать их оптимальный график.

### **Учет экологического риска**

Результаты, полученные как на 1-м, так и на 2-м этапах, дают возможность повариантно рассмотреть аспекты, связанные с промышленной безопасностью и оценкой экологического риска. При рассмотрении вариантов следует вернуться к интегрированной схеме ГТС ЕСГ и оценить ущерб от аварийных ситуаций с целью оценок экологических последствий и компенсационных возможностей экосистем, находящихся в зонах воздействий.

Расчет вероятности экологического риска проводится обычно с использованием метода Монте-Карло и выводится как вероятность негативных экологических воздействий, например, гибели лесов, как  $n \cdot 10^{-1}$  -  $n \cdot 10^{-6}$  [6-7]. Оценка вероятности проявления риска предоставляется разработчикам схемы развития ГТС или менеджерам конкретного проекта с указанием всей неопределенности, связанной с оценкой экологического риска. Хотя большинство проектов в ГТС ЕСГ направлены не только на решение экологических проблем, а также и на достижение определенных экономических показателей, решение возникающих экологических проблем должно присутствовать во всех этих проектах и учитываться при разработке многовариантного развития ГТС ЕСГ.

Достижение экономических приоритетов сопровождается увеличением экологического риска, но это увеличение должно быть приемлемым. Сокращение риска дорогостоящая процедура, особенно, при малых его значениях (рис. 4). Однако это предотвращает нежелательные экологические последствия работ, проводимых на участках ГТС ЕСГ [8, 9].

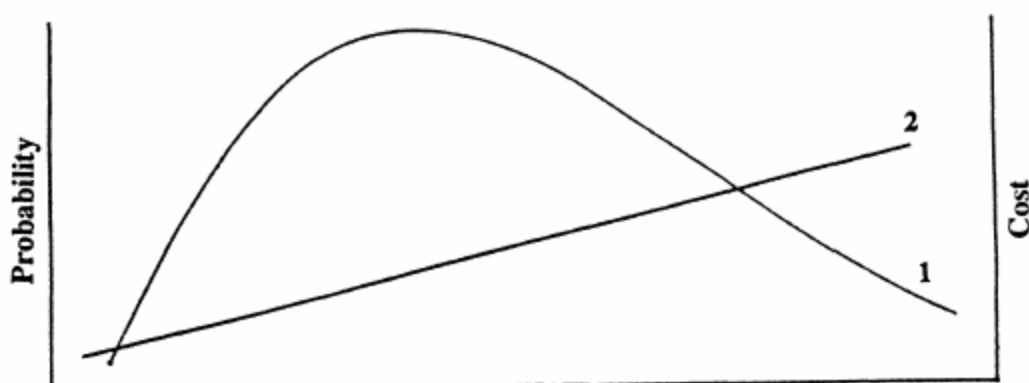


Рисунок 4. Схема сравнительного анализа вероятного распределения величин критических нагрузок кислотности на экосистемы и стоимости сокращения эмиссий соединений азота и серы:  
1 - функции вероятного распределения величин критических нагрузок  
2 – стоимость сокращения эмиссий

Чем меньше величина экологического риска, тем дороже мероприятия по её достижению. Следует подчеркнуть, что предотвращение одного риска может вызвать другой; процесс оценки риска всегда связан с выбором из определенного числа альтернативных подходов.

### Заключение

Предложенные принципы создания интерактивной системы позволяют ускорить процесс принятия решений и формирование адекватных сценариев развития газовой отрасли России. При этом формирование задач осуществляются рабочей группы специалистов, которые согласовывают сами задачи, срок их выполнения, а так же регламент координации работ.

Изложенный подход позволяет оценить экономические показатели каждого из вариантов развития и реконструкции ГТС, а так же выбрать те варианты, которые могут быть рекомендованы для ОАО «Газпром».

## Литература

1. Ананенков А.Г. Стратегические перспективы ГТС в России. // Тезисы международной конференции ГТС-2005. Газотранспортные системы: настоящее и будущее. М., 2005.
2. Жученко И.А., Штилькин Т.И., Крутикова И.А., Чернышева И.А., Куликова Ю.Я. Прогнозирование перспектив развития ОАО «Газпром» // Проблемы экономики газовой промышленности. Сборник статей. – М.: Газойл пресс, 2001.
3. Будзуляк Б.В. Реконструкция – основа поддержания производственной мощности российской газотранспортной системы. // Тезисы международной конференции ГТС-2005. Газотранспортные системы: настоящее и будущее. М., 2005.
4. Ефанов В.И., Леонтьев Е.В., Галлиулин З.Т., Стурейко О.П., Самсонова О.В. Реконструкция ГТС в России и в мире // Проблемы развития, реконструкции и эксплуатации газотранспортных систем. М.: ООО «ВНИИГАЗ», 2003. С.38-45.
5. Леонтьев Е.В., Стурейко О.П., Щуровский В.А. Принципы формирования программ реконструкции ГТС // ВНИИГАЗ на рубеже веков – наука о газе и газовые технологии. М.: ООО «ВНИИГАЗ», 2003. С.281-286.
6. Башкин В.Н. Управление экологическим риском. – М.: Научный мир. 2005, 367 стр.
7. Башкин В.Н., Казак А.С., Снакин В.В., Припутина И.В., Хрисанов В.Р., Кочуров Б.А. Устойчивость экосистем к эмиссиям магистральных газопроводов. Москва-Смоленск. Универсум. 2002. 232 с.
8. Башкин В.Н., Казак А.С., Сафонов В.С. Оценка экологического риска в зоне воздействия магистрального газопровода Ямал-Центр // Охрана окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2006. №3, 9-14.
9. Башкин В.Н., Казак А.С., Припутина И.В., Горлов Д.В. Оценка экологического риска при модернизации газопроводной системы «Средняя Азия – Центр». Охрана окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2006, № 5, 5-13.