

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ РАЗРАБОТКОЙ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ю.Н. Васильев, В.Г. Ильницкая (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

1. Процедуры системного подхода и системного анализа

Специалист, который начинает знакомиться с *системным подходом* и *методами системного анализа*, с первых шагов сталкивается с необозримостью опубликованного материала по этому направлению исследований. При этом у разных авторов процедуры системного подхода и системного анализа имеют различное описание, отличаются последовательностью выполнения, содержанием и наименованием отдельных этапов. Такое положение не должно смущать инженера, проектировщика, научного сотрудника, который только что начал интересоваться системным анализом. Дело в том, что существует очень много типов систем с присущими только им особенностями. Кроме этого, следует помнить, что *система (как идеальная, так и реальная) конструируется исследователем в зависимости от целей, которые он ставит и которых необходимо достичь с использованием функционирующей системы*. Поэтому изучение любого литературного источника должно начинаться с выявления основных вопросов: к какому типу системы относится излагаемый в работе материал, идет речь об идеальной или реальной системе, рассматривается теоретическое положение или описывается опыт применения той или иной процедуры системного анализа. Только после выяснения этих и другого ряда вопросов, которые появляются у читателя по мере его овладения методами системного подхода и системного анализа, можно будет оценить, относится ли излагаемый в источнике материал к той системе, которую разрабатывает или которой управляет специалист, знакомящийся с данной литературой.

Следует иметь в виду, что методы системного анализа применимы только для проектирования и управления организационно-технологическими и экономическими системами. Общее название для таких систем – *социо-технические*. Эти системы являются целенаправленными (цели формулируются человеком) системами управления (кибернетическими) и решают слабоструктуризованные проблемы.

Следовательно, системный анализ – это методология конструирования сложных целенаправленных систем и управления их функционированием.

Газодобывающее предприятие относится к типу организационно-технологических систем и может рассматриваться как сложная многоцелевая система управления (кибернетическая) однократного жизненного цикла с неопределенностями, решающая слабоструктуризованную проблему.

Проблема называется слабоструктуризованной в том случае, если в общей модели системы, решающей эту проблему, одна часть процедур может быть формализована, то есть отображена математическими моделями, а другая представляет собой экспертные заключения (решения и суждения) высококвалифицированных специалистов.

Проектировать и управлять системами, решающими слабоструктуризованные проблемы, приходится либо в условиях *риска*, если необходимая для этого информация имеет *вероятностный характер*, либо в условиях *неопределенности*, когда для принятия того или иного решения информация или недостаточна, или она вообще отсутствует. Неполнота информации об объекте и происходящем в нем процессе, для которого разрабатывается система, а также о внешней по отношению к ней среде, обуславливают слабую структуризацию проблемы. Сама проблема в этом случае состоит в необходимости разработки для будущей системы такого состава, структуры и функций, которые были бы наиболее эффективными при достижении целей, ради которых создается и функционирует система.

Далее излагается примерная последовательность процедур *системного подхода и методов системного анализа*, которая должна использоваться при проектировании и управлении разработкой крупного газового месторождения. Каждая процедура обозначается соответствующим номером. Первые четыре процедуры относятся к системному подходу, остальные – к системному анализу. На рис. 1 приведена логическая схема последовательности процедур системного подхода и системного анализа при проектировании и управлении сложной системой (в том числе газодобывающего предприятия).

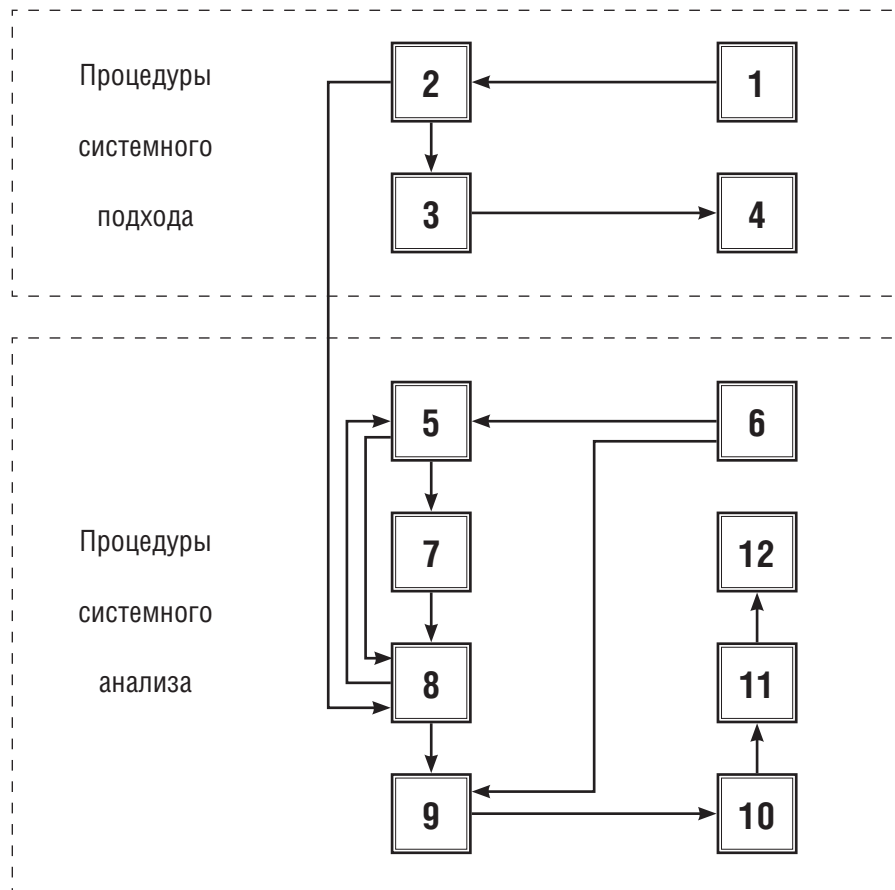


Рис. 1. Логическая схема последовательности процедур системного подхода и системного анализа при проектировании и управлении сложной системой:

1 – оценка проблемной ситуации, осознание проблемы, расширение ее до проблематики; 2 – определение целей функционирования системы, выделение лидирующей цели (целей), формулирование конечных и промежуточных целей; построение «дерева целей»; 3 – оценка имеющейся информации об объекте и внешней среде; 4 – конструирование в общих чертах состава и структуры системы, в том числе информационной подсистемы; 5 – разработка обобщенной модели функционирования проектируемой системы; 6 – разработка показателей степени достижения отдельных целей (частных критериев) с оценкой рисков; разработка методов объединения отдельных показателей в общий критерий оценки альтернатив; 7 – генерирование вариантов (альтернатив) систем, решающих проблему; 8 – уточнение состава, структуры и функций каждой из набора возможных альтернатив, обеспечивающих выполнение лидирующей цели (целей); 9 – выбор из набора уточненных альтернатив (вариантов) наиболее предпочтительной по общему критерию; 10 – реализация выбранной альтернативы; 11 – разработка целей управления функционирующей системой; 12 – управление функционированием системы до конца ее жизненного цикла

1. Оценка проблемной ситуации, осознание проблемы, расширение ее до проблематики.

Специалистам газовой отрасли хорошо известно, что с течением времени, несмотря на возросший уровень моделирования процессов фильтрации флюидов в пористых средах и совершенствование обеспечивающей это моделирование электронно-вычислительной техники, усложняются как проектирование разработки газовых и газоконденсатных месторождений, так и управление происходящими в них процессами. Это положение объективно обусловлено переходом к разработке глубоководных продуктивных горизонтов с более сложным строением коллекторов и составом насыщающих их углеводородов с высокими пластовыми давлениями и температурами.

В этих условиях перед специалистами постоянно возникают новые научные и технические проблемы в области проектирования и управления разработкой газовых месторождений.

Процесс постановки задач проектирования разработки, особенно сложного в геологическом отношении месторождения, требует участия высококвалифицированных специалистов различных областей знаний: геологов, геофизиков, специалистов по разработке месторождений, математиков, экономистов и др.

Таким образом, *сама постановка задачи в подобных сложных условиях становится проблемой.*

На этой стадии системного подхода происходит осознание возникшей проблемы и принимается решение о рассмотрении проектируемого объекта (газодобывающего предприятия) с происходящими в нем процессами (фильтрацией газов и жидкостей в пористой среде) как сложной системы. Проблема в этом случае будет заключаться в необходимости спроектировать эффективную систему (то есть определить ее состав, структуру, функции (внешние и внутренние)), которая бы решала возникшую проблему.

Спроектировать – это значит построить идеальную (в смысле не физическую) модель будущего объекта, который рассматривается как система. Само рассмотрение объекта и происходящих в нем процессов как динамической системы является моделированием. Так как проектируемая система является сложной по своему строению, то для проектирования отдельных ее частей приходится также решать свои проблемы. По этой причине общая проблема расширяется **до проблематики, то есть набора проблем, без решения которых не может быть решена общая проблема.** На этой стадии системного подхода специалисты используют качественное описание будущей системы в целом и ее отдельных компонентов (подсистем и элементов), при этом большое место отводится **гипотезам, предположениям и аналогам.** Детализация состава, структуры и даже функций отдельных компонентов возрастает в процессе реализации последующих процедур системного анализа.

На первом же этапе определяется основная функция проектируемой и создаваемой системы (что она будет делать, для чего создается) и функции отдельных подсистем, без которых невозможно выполнение основной функции.

2. Определение основных целей функционирования проектируемой и создаваемой системы с выделением лидирующей цели, которая, как правило, формулируется надсистемой. Выявление и формулирование конечных и промежуточных целей. Построение «дерева целей».

Формулируются цели всех подсистем, входящих в систему, для всех этапов жизненного цикла системы: ее создания, функционирования, совершенствования и ликвидации.

Обязательно должен выполняться принцип подчинения целей подсистем общей цели (целям) системы. Только в этом случае можно в полной мере использовать интегральный эффект от объединения подсистем в систему.

Например, при проектировании можно обоснованно расставить скважины на структуре, но если будет запроектирована неудовлетворительная технология промышленной подготовки газа, вся система будет работать неэффективно.

Проблема разработки газового месторождения является многоцелевой. По мере усложнения объектов проектирования в газовой отрасли (проектов разработки глубокозалегающих газоконденсатных месторождений, часто с нефтяными оторочками) все большее значение будет приобретать, во-первых, сам процесс постановки проблемы разработки таких месторождений, который на самом раннем этапе потребует привлечения специалистов различных технических дисциплин и экономики, и, во-вторых, все больший вес в принятии решений будет отводиться эвристическим приемам и экспертным оценкам высококвалифицированных специалистов.

При этих условиях решение проблем без применения системного подхода, то есть представления объекта как сложной многоцелевой системы, окажется бесперспективным.

В настоящее время «узкие специалисты» зачастую перестают понимать друг друга при выполнении сложного проекта, и для результативного объединения их усилий требуется высококвалифицированный «системщик», так как только человеку присуще целостное восприятие при расчленении проблемы на отдельно выполняемые части.

Системный подход сам по себе не дает решения проблемы – она реализуется затем методами системного анализа, но помогает на начальном этапе глубоко разобраться в сути проблемы и возможных путях ее решения.

3. Общая оценка имеющейся в наличии информации об объекте проектирования и окружающей его внешней среде.

4. Конструирование в общих чертах состава и структуры будущей системы, решающей проблему, включая ее компоненты, в том числе информационную подсистему.

Конструирование начинается с качественного описания системы, функций ее отдельных компонентов, выявления зависимостей между подсистемами, внешних связей и др.

На этом этапе основную работу выполняют высококвалифицированные опытные специалисты, использующие аналогии и гипотезы. Этими специалистами «оконтуривается» то пространство, внутри которого в дальнейшем будут генерироваться различные возможные альтернативы (варианты) проектируемой системы, материальная реализация которых должна будет решить стоящую проблему с той или иной затратой ресурсов. «Оконтуривание» представляет собой то множество ограничений общего характера, за которые не следует выходить при генерировании альтернатив. Эти ограничения и общие предпосылки, которые следует использовать при конструировании альтернатив, как правило, определяются предшествующим опытом разработки систем с аналогичными функциями.

На этом этапе в общих чертах и крупных блоках осуществляются три вида проектирования будущей системы: **функциональное** (что она делает и что делают ее компоненты), **морфологическое** (из чего она состоит) и **информационное** (виды, объемы, назначение и пути происхождения информации в системе).

В системах управления всегда рассматривается организация в будущей системе **обратной связи**.

Этот этап является обязательным в практике проектирования разработки газовых месторождений.

В сложной системе управления, такой как газодобывающее предприятие, обратная связь представляет собой: 1) сбор и передачу в управляющую подсистему всей осведомляющей информации о параметрах пласта и скважинах для оценивания состояния пластовой фильтрационной подсистемы; 2) информацию о параметрах промыслового транспорта, работе дожимных компрессорных станций, установок по осушке газа и др., для сопоставления этих параметров с проектными, разработки и проведения управляющих воздействий и возвращения реального состояния системы **на проектную траекторию**. Поэтому в этом случае обратные связи называют **информационными**.

Процедурой разработки качественного описания состава, структуры и функционирования будущей системы заканчиваются этапы системного подхода, и затем начинается применение методов системного анализа.

5. Разработка обобщенной модели функционирования проектируемой системы, по которой затем будет построена реальная система.

Обобщенная модель представляет собой последовательность формализуемых и экспертных процедур, которая позволяет для каждого варианта (альтернативы) проектируемой системы прогнозировать переменные состояния системы на протяжении всего ее жизненного цикла.

Построение обобщенной модели для любой сложной проектируемой динамической системы, то есть модели ее строения и функционирования, является самым важным этапом системного анализа.

Работа над усовершенствованием этой модели, представляющей собой объединение **математических моделей и экспертных процедур** в единую систему и позволяющей принимать эффективные решения по проектированию и управлению, продолжается на протяжении всего жизненного цикла сложной системы.

В газовой и нефтяной отраслях математическая часть обобщенной модели в последние годы получила название «постоянно действующие геолого-гидродинамические модели».

Разработка обобщенной модели начинается с частных моделей для отдельных подсистем и затем конструирования общей модели, представляющей собой систему формальных (математических) моделей и экспертных процедур, отображающих строение и функционирование проектируемой системы, решающей общую проблему и сопутствующие ей частные проблемы.

Предварительно составляется перечень формализуемых и неформализуемых процедур. Для формализуемых процедур составляются математические модели, неформализуемые осуществляются высококвалифицированными экспертами.

Необходимо подчеркнуть, что как для проектирования, так и для управления разработкой крупного газового месторождения при прогнозировании процессов фильтрации газа, нефти и воды в продуктивном пласте, движения этих флюидов в скважинах и системе промыслового сбора используются одни и те же математические модели.

Это положение характерно только для систем добычи газа и нефти. Для других сложных систем управления, например самолета, модели, используемые на стадиях проектирования и эксплуатации, различны.

При проектировании и управлении разработкой газовых месторождений используются следующие группы моделей:

- для обработки результатов, в основном, сейсмической разведки месторождений;
- геологические модели продуктивного пласта и прилегающей к нему зоны водоносного бассейна, построенные по геофизическим данным и информации, полученной при бурении разведочных и эксплуатационных скважин;
- геологические модели для использования их совместно с моделями фильтрации газа, нефти и воды в пористом или пористо-трещиноватом коллекторе (отличаются от предыдущих геологических моделей, как правило, меньшей детализацией);
- модели фильтрации флюидов различной сложности в пористом и пористо-трещиноватом коллекторах;
- модели течения газов, жидкостей и их смесей по вертикальным и наклонным трубам;
- модели результатов геофизических и гидродинамических исследований пластов и скважин;
- экономические и эконометрические модели для оценки эффективности и выбора принимаемых стратегических и текущих решений.

В настоящее время при разработке математических моделей привлекается широкий арсенал методов современной прикладной математики. К сожалению, при проектировании и управлении разработкой газовых месторождений практически не используется теория нечетких множеств, целей и ограничений. В будущем она должна найти в этих направлениях деятельности широкое применение.

6. Одновременно с формулированием целей (п. 2) осуществляется разработка показателей степени достижения отдельных целей, часто именуемых частными критериями (или просто критериями). На этом этапе из отдельных показателей конструируется общий критерий, необходимый для выбора из набора возможных альтернатив (проектов систем) наиболее предпочтительной альтернативы.

Формулирование (разработка) критериев является формализацией представления целей, позволяет оценить технологическую и экономическую эффективность принимаемого решения при его реализации.

Так как многие решения приходится принимать в условиях неопределенности, что весьма характерно для проектирования и управления разработкой газового месторождения, то оцененные риски также становятся критериями. Реализация того или иного варианта может быть дешевой, но при большом риске. Наступление случая риска может привести к расходам, многократно перекрывающим необоснованно запланированную выгоду той или иной выбранной альтернативы.

Самой сложной неформализуемой процедурой этого этапа является разработка методов объединения отдельных показателей в общий критерий оценки альтернативы. Существующие к настоящему времени методы применимы только к отдельным случаям и строго в определенных пределах, так что для пытливого специалиста в этом направлении открываются большие и интересные возможности.

7. Генерирование вариантов (альтернатив) систем, решающих сформулированную проблему.

Этот этап системного анализа является таким же сложным и настолько же важным, как и предыдущий. *Совершенно справедливым считается, что если плохо отработаны или вообще отсутствуют методические средства генерирования альтернатив и общего критерия, с использованием которого можно отобрать из набора альтернатив наиболее предпочтительную, то говорить об эффективном применении методов системного анализа будет преувеличением [1–4].*

В процессах проектирования и управления разработкой газовых месторождений при выполнении этапов 6 и 7 также возникают серьезные трудности.

При генерировании вариантов разработки месторождения обычно применяется метод сценариев, которые разрабатываются квалифицированными специалистами, имеющими достаточный опыт проектной работы.

Но чаще всего ввиду крайне непродолжительного времени, отпущенного на проектирование, специалисты ограничиваются одним «основным» вариантом с несколькими подвариантами, которые не затрагивают принципиальных положений «основного».

Главный недостаток такого подхода заключается в том, что «основной» вариант может как угодно далеко отстоять от действительно эффективного, который не включен в набор рассматриваемых альтернатив.

Принципы построения модели «основного» варианта весьма просты.

По результатам исследования разведочных *скважин* определяются продуктивность «средней» скважины и ее дебит для различных пластовых давлений и депрессий. По заданному надсистемой годовому отбору газа из месторождения в период постоянной добычи рассчитывается число необходимых «средних» скважин. К рассчитанному фонду могут быть добавлены резервные скважины. С учетом подсчитанных объемным способом запасов газа по отдельным зонам, распределения проницаемости по разрезу и простиранию пласта и расположения существующих наземных сооружений, рек, озер и др. производят предварительную расстановку скважин на структурной карте месторождения. Далее из соображений равномерного отбора газа по разрезу коллектора и равномерно (в случае массивных залежей), подъема газодляного контакта намечаются интервалы вскрытия пласта по скважинам.

В зависимости от геологического строения пласта и наличия в нем кроме газов жидких углеводородов при построении первоначальной модели «основного» варианта используются несколько десятков других вполне обоснованных соображений, позволяющих сгенерировать удовлетворительную альтернативу, реализация которой позволит решить поставленную проблему. Эта модель расстановки скважин и их вскрытия объединяется с геологической моделью.

Полученная объединенная модель параметров пласта и скважин является областью, где решается система дифференциальных уравнений, представляющих собой модель фильтрации газа, конденсата, воды. Решение системы уравнений позволяет осуществить долгосрочный прогноз падения давления в продуктивном пласте и внедрение в этот коллектор пластовых вод (подошвенных и законтурных).

Дополнительные варианты разработки месторождения могут отличаться от основного типом скважин (наклонные, горизонтальные) числом и местом их расположения, сроками ввода в эксплуатацию и иметь ряд других особенностей.

Первоначально каждая альтернатива проектируемой системы, то есть как основной, так и дополнительные варианты разработки, конструируются таким образом, чтобы построенная в соответствии с проектом реальная система выполняла лидирующую цель – обеспечение добычи газа в заданных объемах на протяжении ее жизненного цикла.

Понятно, что для разных альтернатив другие цели могут не выполняться или выполняться в недостаточной степени и, кроме того, реализация разных альтернатив (вариантов) потребует различных ресурсов.

8. Следующим будет этап уточнения состава, структуры и функций каждой из набора возможных альтернатив, обеспечивающих выполнение лидирующей цели (целей).

На этом этапе для каждой альтернативы оцениваются объемы и виды ресурсов с учетом их ограничений, которые необходимо потратить для достижения всех поставленных целей, а не только лидирующей.

Ограничения по ресурсам, включая временные, заставляют уточнить цели.

По каждой альтернативе проектировщикам приходится итерационным процессом от целей переходить к средствам их реализации и при условии ограниченности или недостаточности ресурсов возвращаться к уточнению целей.

Для того чтобы этот процесс был эффективным, проектант должен иметь возможность представлять состояние динамической системы в любой момент времени в течение ее жизненного цикла. Только при этом условии он может оценить, к какому моменту и в какой степени для каждой альтернативы будет выполнена та или иная цель.

Средством прогнозирования состояния системы на протяжении ее жизненного цикла является обобщенная модель (п. 5).

С использованием результатов прогнозирования функционирования каждой альтернативы на весь период ее жизни у специалистов по созданию систем, решающих сформулированную проблему, появляются дополнительный опыт и представления о средствах достижения изначально поставленных целей. На этой основе в итерационном режиме уточняются первоначальные цели, средства их достижения и ограничения. Фактически осуществляется имитационное моделирование для уточнения целей и необходимых средств для создаваемой системы, решающей сформулированную проблему.

Чем недостовернее и детальнее представления проектанта о динамическом объекте, для которого необходимо создавать идеальную систему (проект), а затем по идеальной системе построить реальную физическую систему, тем точнее могут быть сформулированы для этого объекта цели, которые должны быть достигнуты в процессе функционирования созданной системы.

Понятно, что достоверность и детальность прогноза даже при адекватной модели зависят от наличия и точности информации, используемой при моделировании.

К сожалению, при проектировании сложных систем, в том числе и систем разработки газовых месторождений, необходимая информация нередко отсутствует.

Этап завершается формированием набора уточненных альтернатив, реализация каждой из которых может быть обеспечена ресурсами, при условии достижения каждой реализованной альтернативой лидирующей цели и с различной степенью – выполнения всех других целей.

Для каждой альтернативы должны быть выявлены неопределенности и оценены риски при достижении целей. Другими словами, каждая из альтернатив, входящая в набор, является технологически эффективной.

9. Выбор из набора уточненных альтернатив (вариантов) наиболее предпочтительной по общему критерию, построенному с учетом показателей (критериев) для всех целей, которые должны быть выполнены в процессе функционирования реальной системы.

Построение общего критерия для решения многокритериальной (многопоказательной) задачи в каждом отдельном случае является сложной проблемой, решаемой совместными усилиями специалистов по разным дисциплинам, включая математиков и экономистов. Такой обобщенный критерий включает в себя оценки технологической и экономической эффективности функционирования системы с учетом рисков при достижении ею целей, для которых она создается.

Две проблемы системного анализа – генерирование альтернатив и разработка обобщенного критерия отбора – остаются в настоящее время нерешенными при проектировании разработки газовых месторождений.

Многопоказательная задача выбора предпочтительного варианта разработки газового месторождения сводится в настоящее время к двухпоказательной – затраты и результат.

Результат оценивается в виде прибыли в течение всего жизненного цикла месторождения при заданных отборах газа. Затраты при фиксированных отборах для различных вариантов будут отличаться друг от друга.

Для реализации выбирается вариант, который для заданных отборов газа обеспечивает максимальную прибыль. Остальные показатели различных вариантов либо частично выводятся в разряд ограничений, либо значения одного и того же вида показателей для разных вариантов считаются одинаковыми.

В последние годы при оценке коммерческой эффективности проекта в некоторых случаях оцениваются риски путем волевого задания возможного изменения того или иного параметра (например, отборов) в сторону увеличения и уменьшения от принятого значения.

Для совершенствования проектирования и управления разработкой газовых месторождений построение системы принятия решений, включающей процедуры генерирования альтернатив и выделения из набора альтернатив наиболее предпочтительной по многопоказательному критерию, является актуальной проблемой научного и практического значения. Такая система принятия сложных решений необходима для создания интегрированной системы проектирования и управления разработкой газового месторождения, применение которой улучшит качество проектов и команд на управляющие воздействия в процессе разработки месторождения.

10. Выбранная по многокритериальному критерию альтернатива системы (проект) реализуется в виде реального предприятия.

11. Разрабатываются цели управления построенной системой. Принятие решений по управлению разработкой месторождения, при составлении проекта доработки и ликвидации объекта осуществляется с использованием тех же моделей функционирования системы, которые применялись при первоначальном проектировании.

12. Осуществляется управление функционированием системы до конца ее жизненного цикла.

2. Генерирование набора альтернатив и выбор наиболее предпочтительной процедуры системного анализа

Освоение открытого газового месторождения требует вложения больших финансовых и материальных ресурсов с их компенсацией и получение в последующем прибыли через относительно длительный срок (четыре–семь лет).

Инвестиционный проект на разработку крупного месторождения приходится создавать в условиях неполноты информации о продуктивном пласте и практической невозможности достоверно спрогнозировать изменение потребности в газе и цену на него на весь период разработки месторождения (двадцать–тридцать лет).

Освоение крупного газового месторождения относится к решению слабоструктуризованной проблемы. В этих условиях успех или неуспех определяется в первую очередь опытом проектировщиков.

Использование накопленного к настоящему времени опыта проектирования сложных систем и управления ими в других областях науки и техники, где успешно используются методы системного анализа, могло бы стать серьезным подспорьем проектантам при принятии проектных и управленческих решений.

Практика применения методов системного подхода и системного анализа в технике, экономике, науке начиная с середины прошлого века свидетельствует о том, что *если для решения слабоструктуризованной проблемы не разработаны указанные далее две системы процедур, то никакого применения методов системного анализа в этом случае нет.*

Первая система процедур должна быть предназначена для генерирования такого множества (набора) альтернатив (возможных технологических схем разработки), полнота которого бы в обязательном порядке обеспечивала наличие в этом множестве наилучшей в заранее обусловленном смысле альтернативы.

Вторая система процедур должна включать в себя такие этапы, как экспертную разработку показателей (критериев) оценки альтернатив и метод выбора из сгенерированного множества альтернатив по набору разработанных критериев наиболее предпочтительной.

К сожалению, *в газовой отрасли при проектировании разработки газовых месторождений, хотя и принято говорить о системном подходе и системном анализе, в действительности в соответствии с указанными выше требованиями методы системного анализа фактически не применяются.*

Основные причины сложившейся ситуации заключаются в следующем.

Во-первых, и та, и другая перечисленные выше системы являются весьма сложными, требуют постановки трудоемких научных исследований, выполнение которых может быть осуществлено объединенными усилиями высококвалифицированных специалистов в области разработки месторождений, геологии, моделирования, экономики, экологии, системного анализа и др. Пока исследования сосредотачиваются на создании постоянно действующих геологогидродинамических моделей, используемых при принятии решений по проектированию и управлению в основном для прогноза падения давления в продуктивном пласте и внедрения в него пластовых вод.

Применение таких моделей является малой частью, которая должна входить в набор методов системного анализа. Пока же эта часть, не включенная в общую систему поддержки принятия решения, используется малоэффективно, а зачастую и неправильно ввиду отсутствия тесного взаимодействия между специалистами по геологии, разработке газовых месторождений и моделированию.

Второй причиной, по которой разработка и внедрение методов системного анализа практически не реализуются в области проектирования и управления разработкой газовых месторождений, является то обстоятельство, что всякий раз при освоении очередного крупного месторождения приходится решать не традиционную, а, как правило, во многом новую уникальную задачу (слабоструктуризованную проблему), принимая цепь взаимосвязанных решений на длительный период в несколько десятков лет в условиях неопределенности с последующей непрерывной коррекцией принятых решений в процессе функционирования газодобывающего предприятия. Ввиду длительного срока, на протяжении которого осуществляется управление разработкой месторождения с обратной связью, уходят в прошлое и забываются принятые ранее решения, включая стратегические. К оценке качества прошлых решений проектанты, как правило, не возвращаются ввиду занятости текущей работой.

Если выполнить исследования по анализу качества принятых решений на начальных стадиях разработки тех месторождений, которые в настоящее время находятся в завершающей стадии своего жизненного цикла, то можно убедиться в том, сколько неэффективных и даже ошибочных решений было принято и реализовано на ранних этапах, на исправление результатов внедрения которых в последующем потребовались дополнительные затраты.

Принятие подобных решений не является свидетельством недостаточной квалификации специалистов или их недобросовестности: слишком сложны и неопределенны, не обеспечены достаточной информацией были задачи, которые приходилось и приходится им решать. В этих условиях применение методов системного анализа во многом позволило бы избежать если не все, то часть досадных просчетов и облегчило сам процесс принятия решений по проектированию и управлению разработкой месторождений.

Третьей причиной, которая задерживает создание систем генерирования альтернатив и решения многокритериальных задач проектирования и управления разработкой месторождений, является разобщенность специалистов в этой области по различным городам, научно-исследовательским и проектным институтам, а также их малочисленность.

Решение многокритериальных задач обязательно требует применения экспертных оценок высококвалифицированных специалистов и обработку их заключений специальными статистическими методами. Какие статистические методы могут использоваться, если в подразделениях, осуществляющих проектирование и управление разработкой месторождений, таких специалистов бывает по два-три человека, и в какое время эти специалисты, занятые текущими делами, могут работать над созданием систем генерирования альтернатив и решением многокритериальных проблем?

Разработка каждой из указанных выше процедур представляет собой решение сложной научной проблемы.

Подлежащие разработке процедуры системного анализа являются той программой научных исследований на ближайшие годы, внедрение результатов которых в практику проектирования и управления функционированием крупных газовых месторождений многократно повысит технологическую и экономическую эффективность их разработки и эксплуатации. Проведение данных исследований потребует согласованных действий специалистов различных областей знаний – проектировщиков разработки газовых месторождений, инженеров по системному анализу, математиков, программистов, экономистов и ряда других направлений.

Затраты на проведение указанных широкомасштабных исследований многократно окупятся, так как использование полученных результатов по системному анализу в проектировании и управлении газодобывающими предприятиями в сочетании с техническими средствами сбора и обработки информации позволит:

- повысить качество технологических схем и проектов разработки газовых месторождений и управления их функционированием за счет более обоснованного выбора управляющих решений;
- сократить сроки и уменьшить стоимость разработки проектных и управляющих решений, принимаемых с использованием более совершенных процедур.

Начиная с середины прошлого столетия проблема совершенствования управления промышленностью, особенно сложными технологическими комплексами, к которым, безусловно, относятся все крупные газодобывающие предприятия, является одной из самых актуальных.

Напомним, что для сложных искусственных систем в понятие «управление» включаются проектирование, создание, развитие системы (то есть ее видоизменения) и воздействие на ее функционирование.

Внедрение систем автоматизированного принятия решений с использованием методов системного анализа, судя по имеющимся публикациям, уже во второй половине прошлого столетия позволило улучшить технико-экономические характеристики сложных объектов в электронной промышленности, строительстве и других отраслях: уменьшить капиталовложения – на 5–10 %, эксплуатационные затраты – на 10–30 %, сократить сроки разработки проектов и выдачи управляющих решений в 2–10 раз [5].

Решение сформулированных в настоящей работе проблем создаст условия для более эффективного применения методов системного анализа в области проектирования и управления разработкой газовых месторождений и позволит превзойти указанные выше технико-экономические показа-

тели по срокам разработки проектов, экономии капиталовложений и эксплуатационных затрат, а также выведет на более высокий уровень процедуры управления **неопределенностями и рисками**.

Более подробно с затронутыми в настоящей статье вопросами можно ознакомиться по работам [5–8].

Список литературы

1. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений / О.И. Ларичев. – М.: Наука, 1979.
2. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения / О.И. Ларичев. – М.: Наука, 1987.
3. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений / О.И. Ларичев. – М.: Логос, 2000.
4. Ларичев О.И. Качественные методы принятия решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. – М.: Наука, 1996.
5. Васильев Ю.Н. Автоматизированная система управления разработкой газовых месторождений / Ю.Н. Васильев. – М.: Недра, 1987. – 141 с.
6. Никоненко И.С. Газодобывающее предприятие как сложная система / И.С. Никоненко, Ю.Н. Васильев. – М.: Недра, 1998. – 343 с.
7. Степанов Н.Г. Системный анализ проблемы газоотдачи продуктивных пластов / Н.Г. Степанов, Н.И. Дубина, Ю.Н. Васильев. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2001. – 204 с.
8. Васильев Ю.Н. Применение системного подхода и методов системного анализа при проектировании и разработке газовых месторождений / Ю.Н. Васильев, Н.И. Дубина. – М.: Недра, 2011. – 208 с.