

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА В РЕГИОНЕ

Исследуется научная проблематика постановки и решения логистических задач, среди которых на основе изучения работы газотранспортной системы Ростовской области актуализируется подкласс задач, связанных с оптимизацией эксплуатационных режимов. В качестве резюмирующего вектора модельных решений рассматривается регулирование логистических активностей, обеспечивающее изменение схемы работы звеньев газотранспортной логистической системы, ограничение потребителей, отключение отдельных труб и т.д.

Ключевые слова: логистическая задача; оптимизационно-логистические расчеты; эффективность транспортировки газа.

Необходимым компонентом комплексного рассмотрения логистической системы транспортировки газа является учет особенностей логистического менеджмента в рамках сложившейся конфигурации газотранспортной логистической системы (ГЛС) в регионе. В связи с этим методически рассмотрим, доказательно выделим и обобщим ключевые особенности оптимизационных логистических расчетов при управлении транспортировкой газа в регионе.

Под оптимизационно-логистическими расчетами (ОЛР) будем понимать расчеты упреждающего и, как правило, оптимизационного характера. Существенным требованием к ним является необходимость принимать во внимание ограничения на условия функционирования технологического оборудования, входящего в состав ГЛС региона.

Обобщенную постановку логистических задач такого рода, базирующихся на стационарных моделях течения газа, можно описать следующим образом. Рассмотрим ГЛС, конфигурация которой представлена в виде графа, дуги которого соответствуют линейным участкам или звеньям более сложной структуры, отражающей нештатные условия работы. Априори изначально будем предполагать, что структура графа не меняется.

Для категориальной упорядоченности нашего обоснования детерминируем понятия «состояние звена» и «управление на звене», описывающие фактически состояние ГЛС. Будем считать, что звено находится в некотором «состоянии», если известен набор параметров, позволяющих однозначно определить режим его работы. Из одного состояния в другое звено можно перевести в результате изменения логистических активностей (ЛА), т.е. некоторых характеристик звена, которые могут меняться в рамках постановки задачи. Выбор того или иного набора ЛА зависит от цели расчета и принятой системы критериев оптимизации, каждый из которых обычно складывается из составляющих по отдельным дугам и зависит от их «состояний».

Таким образом, для каждого звена задано множество допустимых ЛА или управлений и условия стыковки отдельных звеньев (по давлению, расходу, температуре газа).

Таким образом, необходимо найти ЛА на звеньях, обеспечивающую оптимум для всей ГЛС региона. В зависимости от назначения соответствующего расчета в цикле управления можно выделить несколько подклассов логистических задач. Они отличаются друг от друга системой используемых критериев и набором управляющих воздействий [1. С. 158–170].

В ходе изучения работы ГЛС Ростовской области, а также общих наработок по логистике газа установлено, что наиболее распространенным является подкласс задач, связанных с оптимизацией эксплуатационных режимов ГЛС. Его характерной особенностью является требование быстрой реализации изменений ЛА. В качестве таких рассматривают в основном переключения (способы регулирования), следствие которых – изменение схемы работы звеньев ГЛС, ограничение потребителей, отключение отдельных труб и т.д. Большое практическое значение имеют задачи выявления резервов повышения эффективности работы ГЛС, направленные на обоснование первоочередных организационно-технических мероприятий с учетом режимных особенностей газопровода региона. По сути, речь идет также об оптимизации эксплуатационных режимов, однако решение должно отыскиваться на расширенном множестве управляющих воздействий.

Оптимизационный характер такого рода задачи является следствием того, что все мероприятия, повышая эффективность работы ГЛС, требуют также затрат на их реализацию, оптимизация которых возможна с помощью расширенного арсенала средств современной логистики [2. С. 100–112; 3. С. 37].

Таким образом, любое дальнейшее расширение перечня рассматриваемых ЛА приводит к задачам оптимизации развития ГЛС региона. Вполне допустимым в данном случае является изменение структуры газопровода за счет ввода лупингов, строительства дополнительных ниток, ввода цехов и т.д. Соответствующие логистические задачи наиболее естественно вписываются в цикл расчетов текущего и перспективного планирования. Оправдано включать их и в автоматизированные системы оперативного диспетчерского управления, т.к. с их помощью появляется возможность моделирования технологически сложных ситуаций, характеризующихся необходимостью обеспечить выполнение требуемых планов газоснабжения при изменении сроков и структуры вводов мощностей в регионе [4. С. 28].

Если в задачах оптимизации развития ГЛС определению подлежат объемы и дислокация вводов труб и ГПА, то планирование планово-предупредительных ремонтов, наоборот, заключается в обосновании структуры отключений на технологических объектах. Так как необходимость проведения работ по ППР часто приводит к временному снижению производительности газопровода, появляется возможность осуществления и дополнительных мероприятий под эту новую производительность. Выбор рационального перечня планово-предупредительных мероприятий, собственно, и составляет цель такого расчета.

Характеризуя технологические особенности работы газопроводов, логисты употребляют словосочетание «узкое место», связывая его наличие с невозможностью выполнения ГЛС ожидаемых от нее функций.

Для строгой формализации соответствующих логистических задач термин «узкое место» нуждается в уточнении. В рамках настоящей статьи под «узкими местами» будем понимать технологические объекты, на которых, с точки зрения выбранных критериев, целесообразно проводить мероприятия, те или иные комбинации которых могут обеспечить ГЛС выполнение требуемых функций.

Отметим, что фактически расширенный перечень таких узких мест определяется в ходе рассмотрения проблем функционирования ГЛС Ростовской области. В данном случае происходит уже обобщение того эмпирического задела, рассмотрение которого уже в ракурсе оценки возможностей режимной и технологической увязки звеньев ГЛС региона и особенностей ее формализации и оптимизации является модельным императивом.

Таким образом, объект может оказаться «узким местом» при рассмотрении некоторого перечня возможных мероприятий и критериев и не быть таковым при анализе иных мер по повышению эффективности транспорта газа или оценке ее по другим критериям. Задача ликвидации «узких мест» может быть отнесена к различным выделенным выше подклассам задач в зависимости от того, какие управляющие воздействия рассматривают в качестве мер по его «расшивке». Отметим, что в общем случае было бы ошибочно считать «узким местом» объект, на котором прекращается расчет, базирующийся на той или иной вычислительной процедуре, предусматривающей анализ режимов объектов.

Для оценки тех или иных методов и конкретных разработок в области ОЛР необходимо сформулировать основные критерии, определяемые направлениями их практического использования. Основная сфера применения ОЛР – это автоматизированные системы управления (АСУ) транспорта газа, т.к. проведение систематических расчетов без ориентации на развитое информационное обеспечение, даже с использованием ЭВМ, неэффективно и практически нереально. С другой стороны, именно опыт практической эксплуатации соответствующих задач является основой для развития ОЛР и поиска новых подходов к ним.

Один из важнейших показателей качества реализации ОЛР связан с удобствами использования ее тем логистом, для которого она служит средством повышения эффективности производственной деятельности. Для задач оптимизации эксплуатационных режимов это обычно диспетчер, в функции которого входит оперативное управление работой ГЛС в масштабах региона.

Специфические проблемы, связанные с построением интерактивного диалога «пользователь – ЭВМ», не входят в профиль исследуемых в данной статье вопросов. Поэтому можно лишь подчеркнуть, что ориентация на непосредственное общение специалиста с ЭВМ выдвигает особые требования и к методам ОЛР. Ограничиваются, в частности, применение итерационных процедур без гарантированной сходимости, возможно-

сти задания «настроечных» коэффициентов, не поддающихся технологической интерпретации и т.д. [5. С. 17; 6. С. 55–63].

Для оценки качества и результативности ОЛР важную роль играет показатель быстродействия программного комплекса. При этом недостаточно сопоставить продолжительность одного расчета со временем, отводящимся на принятие соответствующего управленческого решения. Ввиду трудности формализации всей совокупности факторов, принимаемых во внимание при формировании окончательного решения, один расчет, даже оптимизационный, является лишь шагом в процедуре многовариантного моделирования. Поэтому уменьшение времени, требуемого на один расчет, приводит к повышению качества принимаемого логистического решения и, следовательно, задача улучшения временных характеристик ОЛР, в том числе предназначенных для расчетов на более или менее отдаленную перспективу, достаточно актуальна. Необходимо также иметь в виду естественные ограничения на время счета, вытекающие из ориентации на интерактивный режим как наиболее эффективную форму соединения быстродействия ЭВМ и ее возможностей по хранению и переработке информации с аналитическими способностями человека [7. С. 23–27].

Рассматривая вопрос об адекватности реализуемой в ОЛР модели, можно условно выделить три основных направления, по которым будет вноситься погрешность: упрощение описания отдельных элементов (труба, ЛУ, ГПА); сужение или расширение области технологически допустимых режимов по сравнению с реально существующей; упрощение расчетных схем объектов и ГЛС в целом.

Одно из препятствий на пути создания адекватных моделей технологического оборудования – отсутствие необходимых данных для учета его фактического состояния (отсутствие требуемой совокупности замеров, ограниченный диапазон естественного варьирования режимов и др.), что связано с объективными трудностями. Необходимо иметь в виду и то, что в систему ограничений экономико-математической модели входят предельные значения ряда параметров, определить которые по данным нормальной эксплуатации сложно. Отсутствие замеров расходов по отдельным звеньям может привести к существенным искажениям оценок коэффициентов эффективности ЛА. Как показывает региональная практика, особенно резко этот эффект проявляется при изменении структуры фрагмента ГЛС. К факторам, влияющим на адекватность моделей, можно отнести допущение о стационарности процесса передачи газа, обычно принимаемое при оптимизационном логистическом моделировании процесса транспортировки газа [8. С. 17–23].

Второй из выделенных аспектов связан с необоснованным расширением или сужением анализируемой области технологически допустимых режимов. Поскольку возможности варьирования управляющих воздействий достаточно широки, для сокращения времени счета часто вводят допущения, позволяющие упростить перебор, что приводит к сужению области анализируемых режимов. Наиболее распространены следующие приемы: дискретизация давлений при реализации про-

цедур последовательного анализа вариантов; использование процедур перебора производительности при определении ее максимального значения; дискретизация частоты вращения при анализе рабочих режимов; введение различных допущений относительно распределения расходов по звеньям ГЛС.

Чрезмерное употребление таких приемов может привести к потере технологически приемлемых решений.

Используется и другой способ упрощения задачи: игнорирование ряда ограничений модели на всех или некоторых этапах ее решения [9. С. 75–86]. Для обоснования данного подхода считаем необходимым привести два аргумента. Первый – незначительный выход за установки в рекомендуемом режиме может быть ликвидирован за счет выбора управляющих воздействий непосредственно на объекте. Второй – режим с некоторыми нарушениями технологических ограничений представляет интерес для анализа.

Однако эти априорные допущения являются весьма дискуссионными. Вопрос о возможном диапазоне регулирования на объекте достаточно сложен, и получение количественных оценок здесь затруднено. Относительно второго довода важно отметить, что исключение из модели ряда ограничений приводит к тому, что удовлетворяющие и не удовлетворяющие им режимы становятся одинаково приемлемыми. Это может привести к выбору нетехнологичных решений при наличии альтернативных, что неоправданно. Вариант с незначительными нарушениями может представлять интерес только в том случае, если технологически допустимые решения отсутствуют. При этом следует ввести характеристику отклонения режима от допустимого и обеспечить в первую очередь поиск решений с минимальным отклонением.

Упрощение расчетной схемы ГЛС – распространенный способ облегчения решения ОЛР.

Согласно научным канонам стандартного логистического подхода, целесообразно провести декомпозицию на ГЛС линейной либо разветвленной структуры. Однако не всегда удастся избежать необходимости расчета закольцованных фрагментов ГЛС, что и приводит к необходимости выделения типовых сложных

звеньев, для расчета и оптимизации которых развиваются специфические методы [10. С. 23–30]. Представление же конфигурации ГЛС в виде графа типа «дерево» (без колец) также не всегда возможно. Это приводит к необходимости введения упрощений. Характерный пример – использование в качестве типовой структуры представления в виде последовательности элементарных участков с открытыми перемычками на границах, являющихся местами размещения линейных кранов (подключения отводов).

Отсюда можно заключить, что существующая на сегодняшний день модельная база в качестве своего центрального места аккумулирует важнейшую методическую задачу, связанную с автоматизацией оптимизационных логистических расчетов, – формализацию системы предпочтений и ограничений пользователя в ГЛС, которая фактически указывает на многокритериальность задач управления функционированием и развитием ГЛС в регионе.

Ретроспективная оценка показывает, что на начальном этапе использования вычислительной техники создалось впечатление, что быстрое действие ЭВМ и использование оптимизационных методов позволят в относительно короткий срок автоматизировать функции принятия решений по управлению дальним транспортом газа [7. С. 11–13; 11]. Однако оказалось, что на этом пути возникают принципиальные трудности, в числе которых – современная и весьма актуальная проблема формализации ОЛР транспортировки газа. Детализированный в настоящей статье анализ разрешающих возможностей модельного аппарата позволил доказательно признать, что несмотря на значительные успехи в области автоматизации ОЛР, системы соответствующих математических моделей не обладают еще уровнем совершенства, позволяющим исключить человека-технолога из процесса принятия окончательного решения, т.е. программные средства играют роль аппарата многовариантного моделирования. Научно-практическое развитие этого концепта априори стимулирует дальнейшую актуализацию модельного усиления разрешающих прикладных возможностей инструментального аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шикин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении: Учеб. пособие. М.: Дело, 2000.
2. Нагловский С.Н. Логистика проектирования и менеджмента производственно-коммерческих систем. Калуга: Манускрипт, 2002.
3. Проценко О.Д., Новиков Д.Т., Голиков Е.А., Карнаухов С.Б. Развитие логистики в России // Материалы международной научно-практической конференции. Самара, 2001. Ч. 2.
4. Рутковский И.П., Швабский В.Л., Дятлов В.В. Автоматизация управления газотранспортными предприятиями и ЕСГ в целом // Газовая промышленность. 2000. Октябрь.
5. Матвеев В.В. Реализация логистических принципов управления газовой компанией в системе экстремально экономного регулирования и управления крупномасштабными сетями газопроводов: Докл. на 1-й Междунар. науч.-техн. конф. DISCOM 2002, Москва, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 13.11.2002.
6. Экономико-математические методы и модели. Компьютерные технологии решения: Учеб. пособие / Л.И. Акулич, Е.И. Велеско, П. Ройш, В.Ф. Стрельчонок. Мн.: БГЭУ, 2003.
7. Перечень приоритетных научно-технических проблем ОАО «Газпром» на 2002–2006 гг. М.: Газпром, 2002.
8. Основные положения по автоматизации, телемеханизации и АСУ ТП транспортировки газа. М.: Газпром, 1996.
9. Миротин Л.Б., Боков В.В. Современный инструмент логистического управления: Учеб. М.: Экзамен, 2005.
10. Воробьев А.В. Программное обеспечение системы экстремально экономного регулирования и управления крупномасштабными сетями газопроводов (SEER&C): Докл. на 1-й Междунар. науч.-техн. конф. DISCOM 2002. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2002.
11. Логистические транспортно-грузовые системы: Учеб. / В.И. Апатцев, С.Б. Левин, В.М. Николашин и др.; Под ред. В.М. Николашина. М.: Академия, 2003.

Статья представлена научной редакцией «Экономика» 4 апреля 2009 г.