

А. Н. Галкин¹, В. Г. Жогло²¹*Витебский государственный университет, Витебск, Беларусь.*²*Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти
РУП «ПО «Белоруснефть», Гомель, Беларусь*

ОБ УПРАВЛЕНИИ ЛИТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ И ЕГО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ

Известно, что любое инженерное сооружение, рассматриваемое как технический объект, может выполнять свои функции только в сочетании с природным геологическим телом (массивом), на котором или в котором оно размещено. Геологические условия определяют пространственное положение, конструктивные особенности технических объектов и в значительной степени ограничивают их функциональные возможности. Совместное рассмотрение геологических и технических объектов еще более очевидно, если требуется оценка последствий техногенных воздействий. Таким образом, возникает необходимость изучения литотехнических систем (ЛТС). В самом общем виде литотехническая система определяется как любая комбинация из технического устройства или технического продукта его использования и литосферного блока любой размерности, элементы которых взаимодействуют друг с другом и объединяются единством выполняемой социально-экономической функции. ЛТС – это новые искусственно-естественные образования, составляющие основной объект исследования инженерной геологии, изучаемые с целью обеспечения устойчивого функционирования инженерных сооружений либо геологического обоснования инженерно-хозяйственной деятельности человека в целом. По уровню организации выделяют элементарные, локальные, региональные и глобальные ЛТС. Элементарная ЛТС состоит из отдельного технического объекта (сооружения) и взаимодействующей с ним области литосферы, называемой сферой взаимодействия или областью влияния. Локальная ЛТС представляет собой пространственно-временную совокупность элементарных ЛТС, сферы взаимодействия которых граничат или пересекаются. Региональная и глобальная ЛТС представляют собой пространственно-временные совокупности подсистем соответствующего более низкого иерархического уровня, выделяемые в пределах конкретного региона или планеты в целом.

Любые ЛТС создаются изначально как управляемые. При этом управление представляет собой заключительную цепь функциональных процедур в системе мониторинга данных систем. В отношении задач инженерной геологии управление ЛТС – есть процесс достижения такого состояния ее геологической подсистемы (по Г.К. Бондаренку, сферы взаимодействия литосферы с технической подсистемой), которое способно обеспечить оптимальный режим работы всей системы в целом на каждом этапе ее существования, с использованием всех имеющихся ресурсов (информационных, вычислительных, интеллектуальных, технических, технологических, административных, экономических и др.) при соблюдении необходимого множества ограничений. При этом в качестве **цели управления ЛТС** здесь будет выступать минимизация неблагоприятных последствий изменений сферы взаимодействия литосферы (СВЛ) и ее компонентов в какой-либо момент времени при максимальном использовании различных ресурсов и ограничений и минимизации экономических затрат на создание или поддержание ее устойчивых состояний, благоприятных для нормального функционирования ЛТС. Соответственно, в задачи управления ЛТС будут входить: 1) сбор и обработка информации о СВЛ; 2) оценка и анализ состояния СВЛ; 3) установление и диагностика проблем в состоянии СВЛ; 4) выявление ресурсов и ограничений, необходимых для управления СВЛ; 5) геологическое обоснование управленческих решений для оптимизации работы всей ЛТС.

Из определения следует, что управление ЛТС может осуществляться путем регулирования состояния СВЛ с учетом прогнозных оценок ее развития. Реализовать эту задачу может система методов управления, в основе которой находится использование административно-правовых (законы, стандарты, экспертиза и др.), экономических (оценка ущерба и др.) и научно-технических (инженерно-технологические и др. мероприятия)

механизмов. При этом каждая группа этих механизмов, особенно последняя, при реализации требует инженерно-геологического обоснования.

Под инженерно-геологическим обоснованием управления ЛТС мы понимаем процедуру инженерно-геологических исследований в схеме управления литотехнической системой, направленную на выбор среди множества альтернативных вариантов мероприятий такого варианта, который в наибольшей степени учитывает современное и прогнозируемое изменение состояния инженерно-геологических условий, и применение которого необходимо и достаточно для обеспечения оптимального режима функционирования ЛТС.

Эффективность и качество выработки управленческих решений определяются обоснованностью методологии решения возникающих при функционировании ЛТС проблем, т.е. обоснованностью подходов, принципов, методов и технологий. Анализ теории и практики управления различными системами позволяет установить необходимость применения в процессе выработки геологически обоснованных управленческих решений следующих основополагающих научных подходов: системного, ситуационного, динамического и сценарного.

Системный подход предполагает рассмотрение ЛТС как совокупности ее взаимосвязанных элементов, обладающих благодаря их взаимосвязи качественно новыми характеристиками (причем каждая ЛТС выступает элементом системы более высокого порядка, а любой ее элемент – системой более низкого порядка). Этот подход дает возможность учесть все необходимые взаимосвязи и взаимодействия в системе управления ЛТС и ее подсистемами, позволяет при постановке целей всесторонне анализировать, взвешивать факторы и направлять механизмы управления на достижение поставленных целей. Одним из инструментов системного подхода, который, по нашему мнению, следует применять при выработке управленческих решений, особенно на региональном уровне, является типизация ЛТС. Методологически системный подход следует применять на всех этапах обоснования управления ЛТС, поскольку выполнение каждого из них вне системы просто невозможно.

Ситуационный подход сосредоточивается на том, что обоснование различных методов управления ЛТС определяется конкретной ситуацией – совокупностью условий, возникающих под влиянием внутренних и внешних воздействий в некоторый момент времени. Основанием его применения в управлении ЛТС является «поведение» режима ее функционирования. Это обусловлено тем, что происходящие изменения параметров состояния ЛТС (или развитие процессов) на разных этапах ее существования могут быть как значительными, так и малозначимыми, иногда даже не поддающимися прогнозу. Последние, несмотря на свое слабое проявление, впоследствии способны оказать существенное влияние как на отдельные подсистемы ЛТС и их элементы, так и на всю систему в целом. Подтверждением этому служат установленные нами закономерности в функционировании ЛТС, заключающиеся в том, что в ЛТС, длительное время находящихся в критическом режиме работы, когда геологическая подсистема или ее отдельные компоненты подвержены значительному, но не превышающему технологического уровня воздействию со стороны технических объектов, возникают и активизируются новые инженерно-геологические процессы, ведущие к снижению этого воздействия. Кроме того, существует достаточно большое количество факторов, которыми можно управлять в системе мониторинга ЛТС (например, граничные и начальные условия, свойства геологической среды). Такое многообразие факторов определяет отсутствие какого-либо единого с точки зрения эффективности способа управления состоянием ЛТС и ее элементов. Самым эффективным в каждой конкретной ситуации следует считать тот метод управления, который будет максимально адаптирован к данной ситуации. Этот подход ориентирует инженера-геолога на правильный анализ ситуаций и на эффективное использование своих возможностей исходя из накопленного опыта и знаний. Его применение в общей схеме управления возможно в том случае, когда будет определена конкретная проблемная ситуация со всеми вытекающими последствиями.

Динамический подход применяется в дополнение к ситуационному. При его использовании геологическая среда, как компонент ЛТС, рассматривается в ее диалектическом развитии, причинно-следственных связях и соподчиненности. Для этого

проводятся ретроспективный анализ состояния геосреды за определенный промежуток времени и прогнозная оценка ее дальнейшего развития.

Сценарный (поисковый) подход позволяет проводить многовариантный ситуационный анализ применения разнообразных методов управления ЛТС и ее компонентами с учетом возможностей и ограничений каждого из них для обеспечения оптимального режима на всех этапах развития системы. По существу, сценарий выступает в роли качественной и количественной оценки вероятного развития различных инженерно-геологических процессов, которые возникли или могут возникнуть в будущем при создании, эксплуатации или ликвидации ЛТС, и их влияния на состояние компонентов системы (прежде всего геосреды) в случае использования какого-либо специального мероприятия или комплекса мероприятий. Среди инструментов, применяемых в данном подходе, важное место занимает имитационное моделирование, использующееся в создании математических постоянно действующих моделей (ПДМ) геосреды для прогнозирования и анализа ее состояния. Использование подобных ПДМ позволяет создавать эффективные системы выработки геологически обоснованных управленческих решений, предназначенных для выполнения следующих задач: 1) прогнозирования и анализа последствий управленческих решений; 2) исследования эффективности и сравнения принимаемых мер; 3) выбора оптимального решения.

В настоящее время накоплен достаточно большой опыт создания математических ПДМ (ГИС) для ЛТС различного уровня организации и назначения. Одним из примеров таких моделей является АИС ПДМ геосреды юго-востока Беларуси, созданная нами на базе ПЭВМ с использованием программно-технического комплекса, включающего в себя системы специализированного программного обеспечения компании «Геолинк» и МГУ им. М. В. Ломоносова. Важным свойством ПДМ является перманентный характер их функционирования. Это свойство ПДМ в системе выработки геологически обоснованных управленческих решений позволяет без существенных затрат времени и ресурсов осуществлять поиск и формирование набора альтернативных решений проблемы, соответствующих им управляющих воздействий и производить выбор оптимального решения. Следовательно, преимущество данного подхода будет заключаться в возможности заранее выявлять неэффективные управленческие решения, разрабатывать множество вариантов развития ситуаций и прогнозировать состояние геосреды в каждой из них. Методологически данный подход в общей схеме выработки управленческих решений используется на последних ее этапах, когда необходимо осуществлять поиск и формирование набора вариантных решений, отбор критериев выбора оптимального решения, выбор и принятие наилучшего решения.

Резюмируя сказанное, отметим, что рассмотренные подходы тесно связаны между собой и образуют единую систему, которую следует рассматривать как общую методологическую основу для выработки геологически обоснованных управленческих решений по оптимизации функционирования ЛТС любого уровня организации. Их применение совместно с созданной АИС ПДМ позволило нам успешно реализовать ряд задач по инженерно-геологическому обоснованию управления такими ЛТС, как здание ЖЭС в Минске, химзавод, водозаборы Гомеля и др.

