

ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ СТРОЙИНЖИНИРИНГА

Бусел И.А., доктор геолого-минералогических наук
(ЗАО «Стройизыскания», Республика Беларусь, г. Минск)

Любая инженерная, конструкторская, экономическая деятельность всегда связана с выбором варианта решений. Надо не просто создать конструкцию, но и добиться, чтобы она стала наилучшей по тем или иным показателям, чтобы она наилучшим образом служила тем целям, для которых она создается.

Сложность строящихся зданий и сооружений возрастает по экспоненте. В этом и состоит главная особенность современной эпохи развития строительного производства.

Конструкции, которые создают инженеры, во все большей степени используют знания смежных наук. Резкое усложнение всевозможных производственных связей, технологий, переход к новым материалам качественно усложняют работу изыскателей, проектировщиков, производителей стройматериалов, строителей и эксплуатирующих организаций.

По оценкам специалистов сложность строительной продукции возросла в 5 и более раз за последние три десятилетия.

А как изменился «арсенал» конструктора за эти годы? Какими новыми инструментами оснащен сейчас конструктор для того, чтобы справляться с этими сложностями, с тем новым потоком информации, который должен быть увязан в одно целое, именуемое конструкцией? Как изменилась сама технология проектирования?

Анализ показывает, что изменения здесь не столь уж велики. Сегодня в распоряжении конструктора есть технические средства (компьютеры, принтеры, сканеры и др.), отдельные программные продукты. Но не в одной технике дело. Точнее, главное даже не в технике. Суть трудностей заключается прежде всего в том, что рост сложности создаваемых конструкций привел к резкому расширению задач, стоящих перед проектировщиком, и к не менее резкому их усложнению. Ему приходится учитывать обстоятельства, часто недостаточно изученные наукой, которая, как правило, не поспевает

за потребностями конструктора. Она развивается своими путями – самобытными, оригинальными, но не всегда совпадающими с интересами практики. Такое рассогласование неизбежно. Так или иначе, но усложнение конструкций всегда служило мощным ускорителем прикладной строительной науки. В проектных институтах сейчас начинают использовать во все большей степени сложные методы решения инженерных задач.

По существу, это означает необходимость создания специальной системы правил и алгоритмов, которые и составят основу новой технологии автоматизированного проектирования сложных объектов, их строительства и эксплуатации.

Создание любых сложных технических конструкций – это прежде всего акт творчества. И он, наверное, никогда не может быть, формализован до конца.

Анализ научно-технологических достижений в строительной области и современного развития информационных ресурсов и технологий позволяет утверждать, что достижение оптимальной эффективности и требуемого уровня качества строительной продукции возможно только на основе комплексной методологии изыскательских, проектных, строительных и эксплуатационных работ как единой организационно-технической системы.

В последние годы в мировой науке определилось новое научно-техническое направление – «рок инжиниринг», охватывающее теоретические и методологические основы проектно-изыскательных и строительных работ. Становление этого направления характеризуется необыкновенно быстрым развитием и широким распространением в передовых научно-индустриальных странах (США, Японии, Германии, Великобритании) и сопровождается многочисленными обсуждениями на международных конференциях и симпозиумах, а также появлением множества публикаций (З.Т. Биенявский, Дж. Хадсон и др.).

Нельзя не отметить малую известность этого нового направления среди специалистов постсоветского пространства и его слабую освещенность в научно-технической литературе в этих странах.

Практическая невозможность разработки единой теории для строительства на скальных и дисперсных породах и необходимость создания специальной методологии для дисперсных грунтов связаны главным образом с коренным различием строениями свойств

грунтов, а также методом их изучения и оценки устойчивости. Сильно различаются и механизмы процессов взаимодействия этих типов грунтов с инженерными сооружениями.

В самом общем понимании объектом исследований стройинжиниринга является жизненный цикл строительной продукции (проекта).

В связи с изложенным, предметом стройинжиниринга является комплексная методология изыскательских, проектных, строительных и эксплуатационных работ, направленных на эффективную и качественную реализацию строительных проектов, а его содержание выражается в разработке, изменении (в целях улучшения) и контроле воплощения в жизнь технологических, организационных и финансово-экономических моделей технических систем (объектов) в соответствии с поставленными целями.

В строительстве цель инжиниринга – разработать информационную модель объекта, систему управления строительным проектом и создать объект, как можно более близко соответствующий этой модели. При эксплуатации необходимо в первую очередь корректно моделировать технологические процессы с учетом реальных событий жизненного цикла объекта. Таким образом, на всех этапах инжиниринга требуется *непрерывное моделирование*: в период изысканий, проектирования и строительства – *моделирование устройства объекта*, на стадии эксплуатации – *моделирование процессов*.

Стремление к созданию строго научной методологии стройинжиниринга наиболее четко проявилось в основных в принципах, предназначенных как для оценки и оптимизации проектируемых сооружений, так и для улучшения технологических процессов их создания. Эти принципы, сформулированные З.Т. Биенявским путем приспособления аксиом общей теории инженерного творчества к специфическим условиям проектирования и строительства инженерных сооружений на скальных породах, включают:

1. ***Принцип независимости функциональных требований*** (существует минимальное количество независимых функциональных требований, которые полностью характеризуют потребности проектируемого объекта).

2. ***Принцип минимальной геологической неопределенности*** (наилучший проект тот, который характеризуется наибольшей изменчивостью инженерно-геологических условий).

3. **Принцип простоты проектных решений** (наилучший проект должен быть максимально упрощенным для экономии затрат на проектирование).

4. **Принцип нерегламентированного творческого подхода** (наилучший проект, в котором максимально использованы инженерно-эвристические методы, результаты научных исследований и достижения передового опыта).

5. **Принцип оптимизации** (наилучший проект является оптимальным с позиции теории оптимизации, включающей компьютерный анализ эффективности и стоимости проекта).

6. **Принцип оптимизации строительных работ** – principle «constructability» (наилучший проект, который предусматривает наиболее эффективные методы строительных работ и обеспечивает максимальную эффективность строительства).

Указанные принципы можно адаптировать для проектирования и строительства зданий и сооружений на дисперсных грунтах, с учетом их генетического типа, состава, строения, физико-механических свойств, характера пространственной изменчивости, гидрогеологических условий и др. При этом степень изученности инженерно-геологических условий должна обеспечивать получение оптимального объема информации, необходимого и достаточного для разработки эффективных проектных решений.

Важную роль в методологии имеет структурирование объединенного технологического процесса на стадии жизненного цикла строительного проекта. Такая логическая последовательность в увязке с перечисленными принципами, позволяющими оперативно оценить качество работ и принятые решения на каждом этапе. Здесь подразумевается гибкая структура технологического процесса, допускающая его оптимизацию в соответствии с конкретными условиями, а также применение инженерно-эвристических методов.

Решения, основанные на личном интуитивно-эмпирическом подходе специалиста, ускоряют проектирование, но заведомо отличаются неточностью и субъективностью, не гарантируют успех и могут противоречить другим эвристическим выводам. Сам термин происходит от греческого слова – «эвристик», что означает «помогающий обнаружить». По существу этот подход давно используется как всякого рода «эмпирические правила», различные аналоги, личные мнения и т.д. В стройинжиниринге он может влиять на выбор

расчетных показателей, планирование финансовых затрат, материальных ресурсов, распределение денег среди изыскателей, проектировщиков и строителей по разным направлениям и т.д. Таким образом, предлагаемый метод как бы научно «легализует» творческий выбор оптимального решения в каждом случае, исходя из личных представлений о наилучшем на момент выбора решения. По мнению Биенявского, технологические процессы в современной методологии рок инжиниринга можно охарактеризовать как использование инженерно-эвристического метода в рамках научно регламентированного подхода.

Большие перспективы имеют дальнейшая разработка и внедрение в процессы стройинжиниринга методов эмпирических классификаций, построенных на использовании богатейшего опыта проектно-изыскательских работ и заключающихся в упрощенном пересчете геологических параметров в обобщенную количественную характеристику (рейтинг) массива и в геомеханические свойства массива с выдачей некоторых предварительных проектных рекомендаций, минуя обычные расчеты и игнорируя незнание масштабного фактора. Эти классификации можно использовать для строительства зданий и сооружений, оценки устойчивости откосов и решения других задач.

Неточность непосредственного пересчета геологических параметров в свойства массива здесь обычно компенсируется большим объемом исследуемого пространства, дешевизной и быстротой исследования. Их применение позволяет улучшить инженерно-геологическое моделирование массива и его опробование, ограничив последнее только контролем и уточнением оценки свойств, полученных ранее с помощью эмпирических классификаций. Особенно целесообразно применение этих методов на небольших объектах и на начальных этапах проектирования крупных сооружений, а также там, где по тем или иным причинам оказалось невозможным проведение полевых геомеханических опытов.

Применение единой методики проектно-изыскательских и строительных работ открыло дорогу весьма эффективному методу активного проектирования (называемому также «наблюдательным» методом или «проектированием при проходке»). Вначале он был предложен для проектно-изыскательских работ по подземным сооружениям, при которых затруднительно и дорого проводить до-

проектные изыскания, требующие большого количества глубоких скважин и подземных выработок. Сущность метода заключается в сокращении допроектных изысканий с использованием для них методов эмпирических классификаций и в принятии приближенных проектных решений, которые затем должны уточняться непосредственно в процессе строительства с помощью оперативного мониторинга. Для совершения, ускорения и интерпретации результатов мониторинга и детализации проектных решений целесообразно использовать постоянно действующую математическую модель.

Учитывая ситуацию, которая сложилась в настоящее время в строительной отрасли назрела необходимость пересмотра устоявшихся подходов к разработке и реализации строительных проектов путем проведения комплексного реинжиниринга бизнес-процессов всего жизненного цикла строительной продукции и последующей информатизации систем управления проектами с применением современных информационных ресурсов и технологий.

Методологической основой таких работ может служить стройинжиниринг, как комплексная технология изыскательских, проектных, строительных и эксплуатационных работ, направленная на эффективную и качественную реализацию строительных проектов и организацию управления ими в реальном режиме времени на имитационных моделях объектов.

УДК 624.159.4

РАДИОВОЛНОВОЕ СКАНИРОВАНИЕ НЕДР

Бусел И.А., доктор геолого-минералогических наук
(ЗАО «Стройизыскания», Республика Беларусь, г. Минск)

Разработка и освоение новых и инновационных технологий геологических исследований недр для различных целей имеет важное значение как для экономики геологоразведочных работ, так и их последующей цифровизации.

В ЗАО «Стройизыскания» разрабатывается технология радиоволнового сканирования (РВС) грунтовых массивов и недр, предназначенная для оценки инженерно-геологических условий при строитель-