

Комплексная технология инженерно-геологических исследований и проектирования оснований. Анализ предложений НПП «Геотек»



Когда в начале марта Г.Г. Болдырев и И.Х. Идрисов прислали в редакцию «ГеоИнфо» первую, вводную статью цикла публикаций, посвященного комплексной технологии инженерно-геологических исследований и проектирования оснований, они пригласили широкую профессиональную общественность вступить с ними в дискуссию.

Сегодня мы публикуем позицию по изложенным в статье вопросам известного специалиста в области инженерно-геологических изысканий, нашего постоянного автора М.С. Захарова. В целом одобряя предложения руководителей ООО НПП «Геотек», он высказывает и целый ряд критических замечаний, призывая обратить на них внимание и проработать некоторые моменты более тщательно.

Публикуя эту статью, мы все же хотим добавить от редакции, что ООО НПП «Геотек» при всем своем огромном вкладе в развитие инженерно-геологических изысканий, не в состоянии решить в одиночку все проблемы отрасли. Но и то, что сделано – разработка и внедрение в практику отечественного лабораторного оборудования, не уступающего зарубежным аналогам, причем без участия государства – позволяет надеяться, что и комплексная технология рано или поздно найдет свое место в нашей отрасли.

Ну а нам остается только предложить специалистам подключаться к столь важной дискуссии на страницах журнала «ГеоИнфо».

Захаров Михаил Сергеевич

4 марта 2019 года в журнале «ГеоИнфо» вышла первая статья цикла публикаций «Комплексная технология инженерно-геологических исследований и проектирования оснований» (*прочитать ее можно [здесь](#)*). Приглашение со стороны авторов комплексной технологии Г.Г. Болдырева и И.Х. Идрисова к широкой общественной дискуссии на обозначенную тему весьма своевременно и вызывает неподдельный интерес. В отношении инженерно-геологических изысканий для строительства мы действительно находимся в состоянии стагнации и применения технологий ушедшего века. В тоже время в организационном отношении регламент стадийного выполнения проектирования и инженерных изысканий доказал свою эффективность ещё с советских времён. Хочется надеется, что авторы понимают определённые понятийные различия между инженерно-геологическими исследованиями и инженерно-геологическими изысканиями для строительства. Первые по своему содержанию значительно шире и охватывают различные аспекты исследований геологической среды как на суше, так и под водой для решения различных вопросов, в первую очередь, геоэкологического характера и мониторинга природной среды. Вероятно, в данном случае речь должна идти не об инженерно-геологических исследованиях, а об инженерно-геологических изысканиях для строительства различных зданий и сооружений, а также для производства инженерных работ.

Хочу поделиться своими первыми впечатлениями по затронутым вопросам, тем более что по схожей тематике приходилось не раз высказываться, в том числе на страницах журнала «Геоинфо».

Об объединении ИГИ и проектирования

Написано... «предлагается объединить этапы ИГИ и проектирования в одно целое». Открытие Америки?! Ведь в настоящее время ИГИ проводятся для обоснования определённых этапов проектирования и никак не иначе... Предпроект, проект, рабочая документация... Это обычная методология движения от общего к частному, и она реализуется в процессе разработки проекта любого сооружения. Геологическая среда настолько сложна и изменчива по своим параметрам и по пространству, что иначе двигаться в проектировании невозможно. Задачи разработки проекта не решаются лихим кавалерийским наскоком! Постепенная детализация инженерно-геологической структуры массива и свойств грунтов на основе различных полевых и лабораторных методов – это один из законов инженерной геологии и, соответственно, инженерных изысканий. Связь проектирования и инженерных изысканий настолько отработана методически, что надо трижды подумать, прежде чем ломать её в пользу так называемой комплексной технологии. Плюс эта ломка потребует коренной перестройки всего пакета нормативных документов, как для инженерных изысканий, так и для проектирования. Предлагаемая комплексность заключается по всей видимости в том, что проектировщику следует из кабинета переехать на площадку, где сразу выполнять необходимые расчёты и требовать от изыскателя выполнения новых исследований в случае изменения проектных решений. Вся существующая система проектно-изыскательских работ просто не допускает такого регламента действий ни в организационном, ни в финансовом отношении. Если авторы хотят полностью

перестроить порядок проектно-изыскательских работ, необходимо начать с разработки «дорожной карты» по срокам и затратам такой перестройки. Сама идея более тесного взаимодействия проектировщиков и изыскателей весьма злободневна, поиски наиболее эффективных форм такого взаимодействия необходимо продолжить в производственных условиях на базе крупных проектно-изыскательских организаций. В этом отношении необходима реальная помощь со стороны Минстроя, НОПРИЗа и ведущих вузов страны. Пока же предлагаемая технология в организационном плане выглядит чистым прожектёрством.

Об отсутствии взаимодействий

Написано... «препятствием дальнейшего прогресса остается отсутствие взаимодействия как между самими изыскателями, так и между изыскателями, проектировщиками и заказчиками». Непонятно, о каком отсутствии взаимодействия между изыскателями говорится, если по каждому объекту изыскания выполняются по выданному ТЗ и по программе, составленной на основании этого ТЗ. В этих документах фиксируется содержание и форма отчетных документов по изысканиям. В том числе форматы электронных документов и программное обеспечение. И все возникающие проблемы взаимодействия могут заключаться только в недостаточной компетенции как проектировщиков, выдающих ТЗ на изыскания, так и изыскателей, составляющих программу изысканий. Другое дело, что необходима такая ГИС-платформа, которая была бы удобна для накопления, хранения, передачи и обмена данными в ходе проектирования, строительства и эксплуатации различных сооружений. А поскольку существует большое разнообразие сооружений наземного и подземного типа, вероятно, надо разрабатывать специализированные ГИС для гражданского строительства, промышленного, линейного, трубопроводного транспорта, атомного, гидротехнического и т.д. Тут единым электронным форматом не обойтись! На этом фронте пока не видно существенных достижений.

О разработке комплексной технологии

Написано ... «Цель наших исследований заключается в разработке комплексной технологии инженерно-геологических изысканий, включающей не только определение физико-механических характеристик грунтов, но и одновременно расчет оснований по предельным состояниям». Далее... «В связи с тем, что до сих пор является обязательным выполнение требований СП, то при разработке предлагаемой комплексной технологии мы предлагаем использовать соответствующие аналитические решения расчета оснований по деформациям и несущей способности, приведенные в нормативных документах. Структура предлагаемой технологии позволяет применять и численные методы решений, реализованные в различных программах, таких как PLAXIS, FLAC и др. Однако пока не совсем понятно, как определить все параметры моделей грунтов непосредственно в полевых условиях».

В ответ на эти сентенции хочется спросить, на каком основании противопоставляются аналитические и численные методы? Ведь современные численные методы, используемые в различных компьютерных программах, являются развитием

инженерных аналитических методов прошлого века, и более того, с необходимостью включают в себя нормативную аналитику, хотя бы для контроля. С позиций геолога, численные методы, а точнее метод конечных элементов (МКЭ), более адекватно отвечает естественному строению грунтовых оснований и соответствует решению любых практических задач геотехники от расчета деформаций фундамента до расчёта деформаций породы на забое скважин.

Материалы инженерных изысканий в конечном счёте всегда представляют строение грунтового основания в модельной форме, что соответствует идеологии численных методов, но проблема заключается в различиях топологии пространственных построений у геологов и геотехников, хотя и те, и другие одинаково понимают некоторые общие закономерности, на основе которых функционируют эти модели:

- в условиях гидростатического нагружения деформации горных пород включают в себя обратимые и необратимые деформации, зависимость которых от величины действующих напряжений носит нелинейный характер;
- с ростом нагрузки до определённого предела увеличивается сопротивление пород сдвигу, но это зависит от начального физического состояния породы;
- приложение гидростатического давления к породе позволяет оценить её деформируемость и прочность, но пределы их изменений зависят от величины давления, интенсивности касательных напряжений и режима воздействия;
- деформации в горных породах развиваются во времени, при этом приложение касательных напряжений может определять как увеличение, так и уменьшение деформируемого объёма породы.

Детализация и математизация этих положений находится полностью в руках геотехников, но, как правильно отмечено в «Справочнике геотехника» (гл.18), любая расчётная модель грунта в своей основе является феноменологической геологической моделью, и вопрос согласования топологии этих моделей составляет существо взаимодействия геолога и геотехника.

Пока, на мой взгляд, мы ещё далеки от гармонизации этих моделей. Предлагаемая комплексная технология инженерно-геологических совершенно не учитывает эти аспекты, и никакие ссылки на одобрение Комитета НОПРИЗ от 19.12.2018 вряд ли помогут.

О сложности реализации предложений авторов

Указано, что в руководстве «Комплексная технология инженерно-геологических исследований и проектирования оснований» дана методология по использованию и интерпретации данных полевых испытаний грунтов для принятия решений о выборе типа фундаментов. Данное руководство применимо при проведении полевых испытаний грунтов с использованием различных методов испытаний, включая статическое (CPT – Cone Penetration Test, CPTU – Piezcone Penetration Test), динамическое зондирование грунтов (DCPT – Dynamic Cone Penetration Test) и пробоотборником (SPT – Standard Penetration Test), испытания плоским штампом (Plate load test), испытания винтовым штампом (Russia screw test – *аббревиатура авторов*), испытания

методом вращательного среза (Vane shear test), испытания дилатометром (Dilatometer test), буровое зондирование (Russia Drilling test – *аббревиатура авторов*).

«В руководстве рассмотрены основные теоретические положения, рекомендуемые к применению при использовании комплексной технологии инженерно-геологических исследований и проектирования оснований, включающие не только определение стратиграфии и физико-механических характеристик грунтов, но и одновременно расчет оснований зданий и сооружений по деформациям и несущей способности».

О содержании декларируемых теоретических и методологических положений можно только догадываться, но авторы должны отчётливо представлять всю сложность сращивания теоретических положений геологии и механики, сложность создания системы подготовки специалистов соответствующего профиля. Существующая дифференциация наук, действующая система вузовской подготовки и дополнительного образования пока не позволяют готовить специалистов такого уровня конвергенции. Предлагаемая технология требует перестройки всей системы подготовки кадров для проектно-изыскательской деятельности.

Что же касается методического обеспечения предлагаемой технологии, то подготовку единого методического руководства можно только приветствовать, поскольку в настоящее время перечисленные методы регламентируются различными национальными (ГОСТ, СП, РСТ ТСН) и международными стандартами и правилами. Собрать их в одном методическом документе большая и достойная задача, хотя в учебной инженерно-геологической литературе мы найдём рассмотрение почти всех этих методов в отношении задач, которые можно решать с их помощью, принципов применения и технологии выполнения. Проблема здесь заключается не в рациональном перечислении методов исследования грунтов, а в их оптимизации, т.е. в разработке регламента применения различных методов в разных ландшафтно-климатических и структурно-тектонических условиях. Для нашей страны с её природным разнообразием – это чрезвычайно важно. Хотелось бы надеяться, что в этом отношении в упомянутом руководстве мы найдём четкие логические построения и оптимальные варианты. Однако сразу настораживает, что в вышеприведённом перечне методов совершенно отсутствуют геофизические методы разведки, без которых исследования структуры и свойств грунтовых массивов в настоящее время просто немыслимы, особенно на начальных этапах изысканий. Это настолько очевидно, что вызывает искреннее недоумение, почему авторы игнорируют эти высокотехнологичные методы, тем более что их применение закреплено в нормативно-методических документах, относящихся к инженерно-геологическим изысканиям и исследованиям. Оптимизация методов инженерно-геологических исследований и технологий инженерно-геологических изысканий без геофизики попросту невозможна! В этом отношении предлагаемая комплексная технология требует серьёзной доработки.

Очевидно, серьёзного анализа потребует рассмотрение седьмой части руководства, где «приведена методика геометризации физико-механических характеристик грунтов с использованием интерполяционных функций». Топология пространственных решений потребует учёта реальных форм геологических тел и отхода от механистического деления грунтовых массивов на так называемые инженерно-геологические элементы.

Придётся вернуться к вопросу обоснования и проведения резкостных и условных границ, соответствующих реальным механизмам формирования пород различного состава, состояния и свойств. Как Домоклов меч над интерпретацией предлагаемых методов висит несогласованность классификационных подразделений пород за рубежом и в нашей стране, о чём говорилось уже не раз (см. публикации М.С. Захарова в «Геоинфо» по теме СРТ: [часть 1](#), [часть 2](#), [часть 3](#), [часть 4](#)).

Технические и технологические вопросы

Что же касается технических и технологических вопросов в предлагаемой комплексной технологии, то необходимо отметить, что метод бурового зондирования на основе соединения шнековых наконечников и зондов для статического задавливания с постоянной скоростью вызывает массу вопросов. Пока приходится верить на слово, что разработанный и запатентованный исследовательский снаряд подходит для любой буровой установки и может работать в любых породах, при этом возможно прямое определение модуля деформации грунтов и сил сопротивления сдвигу.

Нет никаких разъяснений по поводу технологии изготовления такого снаряда, его тарифовки, технического обслуживания, требований к качеству металла, металлообработки, электронной начинки. Возможно, все эти детали опубликованы в приведённых патентах. Представляя общественности новую комплексную технологию, необходимо тщательно отобрать и развернуть фактический материал, чтобы снять дополнительные вопросы.

Таблица 1, приведённая в опубликованном тексте, отличается весьма небрежным исполнением и в части названий измеряемых параметров, единиц их измерения, диапазонов измерений и точности. Вызывают вопросы низкие значения осевой нагрузки и усилия подъёма до 50 кН, при таких усилиях вряд ли можно достигнуть глубины зондирования 30 м. Отсутствует разъяснение о возможности замера порового давления и проведения опытов по диссипации, температура конуса измеряется в секундах, а время стабилизации зонда в ваттах (очевидно, это просто описка, но бросающая определённую тень на авторов, учитывая их иерархическое положение и квалификацию).

При верхнем пределе удельного сопротивления под конусом 80 МПа, возникает вопрос о конструкции и возможностях гидравлики и давяльного устройства такой установки.

Снаряд вроде бы снабжён инклинометром, позволяющим фиксировать отклонение от вертикали, но не более 10 градусов, однако на рисунке 2 его расположение не указано. Глубина скважины вроде бы фиксируется потенциометрическим дальномером, с другой стороны, из текста следует указание на тросовую систему измерения глубины. Следует подчеркнуть, что опыт эксплуатации беспроводной связи показывает её частые отказы, недаром в зарубежных многофункциональных установках запись параметров зондирования дублируется специальным регистратором, соединённым непосредственно с зондом (англ., *МетоCone*). Подобного рода вопросы можно продолжать и дальше, особенно по графику на рисунке 4 (профили (?) измеряемых параметров), по формуле 2 (где непонятно, как получить требуемую размерность в кН/м³ по второму слагаемому), но вряд ли это целесообразно за рамками личного общения и знакомства со снарядом.

Много вопросов вызывает рисунок 5, на котором идёт сопоставление различных методов зондирования-бурения. Написано ... «Если сравнить рисунки 5 а, б и рисунок 5 (вероятно, надо читать 5г) в, то можно сделать вывод о практическом совпадении мощности и количества выделенных инженерно-геологических элементов обеими методами. Таким образом, можно говорить о совпадении двух методов испытаний при выделении мощности инженерно-геологических элементов».

Как раз наоборот, приведённая интерпретация и разделение разреза на ИГЭ вызывает много вопросов, в том числе, лобовое сопротивление показано по 4 точкам зондирования, а буровое только по трём, вероятно, перепутаны и цвета: голубой цвет графика для точки 4 соответствует синему цвету для точки 1. Графики по т. 2, где фиксируются падения лобового сопротивления до нулевых значений и неожиданные уменьшения модуля деформации до значений около 1 МПа, вообще вызывают сомнения в их достоверности. Говорить о корреляции лобовых сопротивлений и модуля деформации по таким графикам, на взгляд автора, некорректно. В представляющем тексте на достаточном числе примеров хотелось бы видеть пошаговую развёртку работы комплекса ИВК АСИС и входящих в него программ, особенно в моменты перехода от одного метода к другому по одной точке зондирования. Много вопросов может вызвать и применение статистики в рамках ГОСТ 20522, особенно в части представительности выборок и перехода от нормативных показателей к расчётным. Этот вопрос также рассматривался нами в беседах о СРТ, опубликованных ранее в «ГеоИнфо», но авторы почему-то совершенно игнорируют этот материал. Это, конечно, можно делать, указав недостаточность или ошибочность приведённых данных, но игнорировать их, претендуя на новую комплексную методику, просто недальновидно, тем более все мы находимся в одной группе единомышленников, которым небезразлично дальнейшее развитие инженерно-геологических изысканий и предлагаемым новациям нужна всяческая поддержка на всех уровнях.

Заключение

В дальнейшем опубликованном материале авторы в основном комментируют достижения зарубежных исследований в области статического зондирования, ничего принципиально нового здесь нет, тем более важно тщательно проанализировать крупницы отечественной практики и наметить программу дальнейших исследований. Как показывает зарубежный опыт производства и обслуживания многофункциональных пенетрационно-буровых установок, здесь всё требует высочайшей культуры производства и специальных метрологических и программных методов. Действительно, в передовых промышленных странах в этой области достигнуты впечатляющие успехи. Развитие этих методов продолжается: это зонды новой конструкции, бескабельное зондирование, устройства и оснастка самих установок, удобные интерфейсы программного обеспечения и т.д. Наша промышленность к такому производству просто не готова. Предлагаемая комплексная технология требует создания практически с нуля новой отрасли промышленного производства изыскательской техники и её сервиса в масштабе всей страны. В связи с этим нельзя не задаться вопросом, откуда взять деньги, как рационально сформировать заказ на изыскательскую технику, в каких пунктах и

регионах сосредоточить усилия по развитию и проверке в действии новой технологии. Всё это в современных условиях требует мобилизации всех сил изыскательского сообщества, постоянного обсуждения текущих проблем.

В целом можно поздравить авторов с определённым успехом, но свою заявку на новую комплексную технологию инженерно-геологических изысканий они пока оформили достаточно небрежно, явно уповая на исключительность своих новаций и на бессловесную реакцию профессионального сообщества. Однако, затронутые вопросы технологии проектно-изыскательского дела настолько животрепещущи, что можно рассчитывать на полновесную общественную дискуссию.