

## **О ВЫБОРЕ ЕДИНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ФОРМАТА ОБМЕНА ДАННЫМИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ**

**Барвашов В.А. (НИИОСП), Болдырев Г.Г., Даянов С.Н. (ООО НПП «Геотек»), Грицкив Ю.И. (Uniservice), Карпов А.А., Полидовец В.В. (Кредо-Диалог), Мелихова Т.Ю. (EngGeo)**

15 мая 2012 года в городе Пенза (ООО «НПП Геотек») на выездном заседании комиссии по технологиям Национального объединения изыскателей было проведено совещание, посвященное вопросу разработке и принятия единого электронного формата передачи и хранения данных инженерных изысканий. На совещании присутствовали основные разработчики программных продуктов в области инженерных изысканий, которые и являются авторами настоящей публикации (см. фото).

Было отмечено, что существующие в настоящее время компьютерные технологии предоставляют огромные возможности для обработки данных инженерных изысканий и результатов инженерных расчетов с возможностью их визуализации. Но основным препятствием дальнейшего прогресса остается отсутствие взаимодействия, как между самими изыскателями, так и между изыскателями, проектировщиками и заказчиками.



Участники совещания, слева на право Полидовец В.В., Барвашов В.А., Карпов А.А., Мелихова Т.Ю., Грицкив Ю.И.

В последние годы при проектировании строительных объектов стали широко применять различные программные продукты для расчета напряженно-деформированного состояния оснований отдельно или совместно с конструкциями зданий и сооружений. Наиболее часто в расчетах Российские проектировщики используют такие программы как SCAD, ЛИРА, Fem models, PLAXIS, более редко FLAC, GEO-SLOPE, ANSYS и ABAQUS.

Геологи при проведении инженерных изысканий и в частности инженерно-геологических изысканий также используют различные программные средства, среди которых следует назвать продукцию таких компаний как Кредо-Диалог (Белорусь, [www.credo-dialogue.com](http://www.credo-dialogue.com)), Платформа GEOTECH (Украина, [www.geotech.com.ua](http://www.geotech.com.ua)), ЗАО НИПИ Инж-Гео (Россия, [www.injgeo.ru](http://www.injgeo.ru)), ИП «Мелихова Т.Ю. (Россия, [ww.enggeo.net](http://ww.enggeo.net)), ООО «НПП Геотек» (Россия, [www.geotek.ru](http://www.geotek.ru)), ЗАО «Геотест» (Россия, [www.geotest.ural.ru](http://www.geotest.ural.ru)), ЗАО «Нано-софт» (Россия, [www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru)).

В своем выступлении Болдырев Г.Г. отметил следующее. Основной нерешенной до сих пор проблемой при проведении инженерных изысканий является использование нормативной базы, которая была разработана с использованием знаний и технологий периода 80-90 годов прошлого столетия. Прошло более 20 лет, появились новые технологии обработки информации, были разработаны новые методы испытаний грунтов как в полевых, так и лабораторных условиях, получены новые знания, которые в совокупности должны быть учтены при актуализации существующих стандартов и правил проектирования.

В подтверждение данного замечания он привел мнение весьма опытного геолога Солодухина М.А. высказанное им в статье [1]. «....Тем самым, передовые методические разработки недостаточно реализуются на практике. Объемы инженерно-геологических исследований в зарубежной практике как по количеству, так и по детальности исследований несопоставимо превышают отечественные и в большей степени гарантируют качество строительства в целом..... Широкое внедрение получило применение компьютерных технологий при камеральной обработке результатов изысканий, как по расчетной и текстовой части, так и по графическим материалам. Однако наши программы носят дискретный характер по отдельным разделам инженерно-геологической характеристики территорий и пока отсутствует единая технологическая линия от изысканий к проектированию оснований и фундаментов. Ручной, вернее интеллектуальный, контроль на узловых точках технологической цепочки пока еще неизбежен и, пожалуй, предпочтителен...».

Сложилась такая ситуация, когда информация получаемая от геологов в виде бумажных отчетов перерабатывается проектировщиками в электронный вид для последующего использования в перечисленных выше программах при расчете напряженно-деформированного состояния оснований, фундаментов и надземных конструкций зданий и сооружений. Однако независимо от вида программы приходится вручную вводить в них данные инженерно-геологических изысканий.

В отличие от России, за рубежом, три международных организации геотехников (международное общество по механике грунтов и геотехнике

(ISSMGE), международное общество по механике скальных грунтов (ISRM) и международная ассоциация инженеров геологов и окружающей среды (IAEG) сформировали технический комитет JTC2 (<http://www.dur.ac.uk/geo-engineering/jtc2>). Этот комитет будет наблюдать за разработкой международных форм представления геотехнических данных, которые могут быть использованы для их хранения в сети Интернет и обмена данными между компьютерными системами. При этом существенно то, что разрабатываемый стандарт обмена данными соответствует международному, так как файлы данных создаются используя XML (eXtensible Markup Language), который широко используется в сети Интернет. Отмечено также, что появление различных форматов на различных континентах будет помехой при обмене геотехнической информацией [2].

Weaver и др. в 2008 году [3] описали основное преимущество использования стандартного формата обмена данными инженерных изысканий в следующем виде:

- обмен данными между базами данных внутри предприятия;
- получение данных от консультантов в стандартной форме;
- обмен информацией с другими организациями;
- контроль качества данных;
- обмен данными между пакетами программ и провайдерами;
- разработка программных продуктов, которые более стандартизированы и более совместимы с другими продуктами;
- использование и анализ данных из различных источников в интегрированной системе управления данными.

За рубежом используется несколько форматов обмена геотехническими данными:

- GEF (формат обмена геотехническими данными, <http://www.geffiles.org/>);
- AGS (ассоциация специалистов в области геотехники и охране окружающей среды, <http://www.ags.org.uk/agsml/>) [4];
- NEES (моделирование землетрясений, <http://it.nees.org/>);
- DIGGS (обмен данными между специалистами в области геотехники и охране окружающей среды, <http://www.diggsml.org/>).

GEF формат обмена данными был разработан в Голландии, главным образом для хранения и интерпретации информации при проведении испытаний статическим зондированием [5].

По содержанию AGS формата на совещании был сделан доклад сотрудником ООО «НПП Геотек» Даяновым С.Н.

AGS формат является стандартом обмена данных при проведении инженерно-геологических изысканий (которые включают стандарты для полевых и лабораторных испытаний). В 2002 году был разработан AGS-M формат специально для данных собираемые при мониторинге. Последняя версия AGS формата включает AGS-M.

AGS формат позволяет перемещать данные инженерно-геологических и геотехнических изысканий в электронной форме. Это дает возможность представлять фактическую информацию, сосредотачивая внимание на ре-

зультатах полевых и лабораторных испытаний, а не на деталях самих исследований. AGS формат используется геологами при описании грунтов в полевых условиях, лаборантами при проведении испытаний и затем данные могут быть переданы проектировщикам для разработки различных проектов. В этом случае, проектировщики используют данные при проектировании без дорогостоящей и объемной работы затрачиваемой на переработку данных инженерно-геологических изысканий, исключая при этом возможные ошибки, которые они могут допустить по незнанию. После реализации проектов, AGS формат используется для хранения данных в архиве, что позволяет легко их использовать в дальнейшем.

Применение AGS формата позволяет сократить время и деньги при реализации проектов строительства различных объектов. Реальный объем данных изысканий, который может составлять несколько томов отчета на бумаге уменьшается до небольшого электронного файла, который легко можно передать в виде CD или по электронной почте. Используя совместимые программы от простых стандартных форм до специальных геотехнических баз данных, данные в электронном виде легко анализируются и интерпретируются в течение нескольких минут после получения файла с данными. Пользователь легко может построить различные разрезы или объемную модель и многое другое необходимое при реализации как больших, так и малых проектов.

Формат AGS является открытым и доступным для использования, хорошо документирован [4], что в свою очередь дает возможность его применения в Российской геологии. Внедрение данного формата за основу в России, не исключает добавление новых схем описаний, полевых и лабораторных испытаний в данный формат, соответствующие нашим стандартам. Кроме того это позволит ускорить передачу результатов изысканий от геологов к подрядчикам, за счет снижения рабочего времени инженера затрачиваемого на формирование отчетов и интерпретации результатов полевых и лабораторных испытаний. Исключит фактор повторного или неполного ввода данных, а так же связанных с этим последствий внесенных ошибок. Следует добавить, что принятие AGS формата за основу позволит снять проблему взаимодействия между Российскими и Европейскими компаниями при проведении инженерных изысканий [9].

Целям создания единого формата для обмена данными инженерно-геологических изысканий, структуре исходных данных и видам моделей геологического строения было посвящено выступление руководителя инженерно-геологического направления компании «Кредо-Диалог» Карпова А.А.

В качестве основных целей создания открытого обменного формата были приведены следующие:

- Обеспечение «бесшовной» передачи исходных данных и результатов обработки между программными продуктами, созданными различными организациями – производителями и выполняющими автоматизацию обработки инженерно-геологических изысканий.
- Создание возможностей предоставления необходимых моделей геологического строения локальной точки, линейного объекта, полосы или

площадки изысканий для программных средств, используемых при проектировании различных объектов.

- Обеспечение единства и масштабируемости геологических данных для передачи материалов изысканий в территориальные фонды инженерных изысканий, структура деятельности которых так или иначе будет создана в России

Также в докладе был рассмотрен предполагаемый состав данных, включаемых в обменный формат. Он предположительно должен состоять из следующих разделов:

- Данные геологического классификатора, описывающие геологические сущности их свойства и взаимосвязи.
- Объект (отчет по объекту), включающий общие метаданные по объекту и границы работ.
- Топографическая основа по объекту, в минимальном составе включающая поверхность рельефа.
- Координаты устья и метаданные по исходным выработкам
- Данные по интервалам в выработках: грунт, генезис, полевые описания, разновидности и т.д.
- Данные по опробованию, испытаниям и различным замерам в выработках: глубина, наборы свойств и их значения.
- Различные виды моделей геологического строения.

В компании «Кредо-Диалог» рассматривается вариант открытого обменного формата для инженерно-геологических материалов, опирающийся на один из диалектов формата GML (Geography Markup Language), с демонстрацией которого выступил сотрудник компании Полидовец В.В.

GeoSciML был создан в 2003, и поддерживается комиссией по управлению и использованию геофизической информации (Commission for the Management and Application of Geoscience Information – CGI), рабочая группа «Data Model Collaboration». для предоставления возможности обмена геоинформационными данными. GeoSciML используется в проекте OneGeology, создающим геологическую карту всей Земли, работающую в реальном времени и собирающую информацию со всей Земли. В проект OneGeology входят организации и учреждения из более чем 79 стран мира.

GeoSciML предназначен для использования порталами (в том числе и web), публикующими данные для клиентов в GeoSciML, для того, чтобы обмениваться данными между организациями, которые используют различные структуры баз данных и конфигурацию программного обеспечения.

GeoSciML – это прикладная схема GML, которая может использоваться, чтобы передать информацию о геологии с акцентом на "интерпретируемую геологию", которая традиционно изображается на геологических картах.

Применение стандарта GeoSciML за основу для создания универсального формата обмена геоинформационными данными в России открывает большие возможности и перспективы во взаимодействии и обмене опытом с другими странами, так как он имеет следующие преимущества:

**Открытость** - данный формат является свободно распространяемым. Любая документация по нему доступна в сети Интернет. К тому же GeoSciML поддерживает такие технологии, как XPath или XSLT, позволяющие без особых проблем преобразовывать GeoSciML в другие текстовые и табличные форматы данных;

**Наглядность** – GeoSciML является структурированным текстовым форматом, его можно просмотреть и редактировать в любом текстовом редакторе, копировать интересующую нас информацию из одного файла в другой;

**Гибкость** – один из наиболее важных факторов при выборе обменного формата, поскольку структура и состав данных могут дорабатываться;

**Популярность** – существует множество открытых и коммерческих продуктов облегчающих работу с XML файлами(файлами формата GeoSciML). Визуализация данных, проверка их на корректность, преобразование в другие формы все это и много другое уже сделано и используется.

Подытожив вышесказанное стоит сказать что по мнению компании «Кредо-Диалог», формат GeoSciML является одним из лучших выборов для подосновы создания обменного формата в России, а его использование открывает множество перспектив. В настоящее время в программных продуктах, создаваемых компанией, прорабатываются вопросы экспорта/импорта исходных геологических данных через формат GeoSciML 3.0

В своем выступлении Грицкив Ю.И.. отметил следующее. Наличие информационной экосистемы на предприятии, которое занимается проектированием, в особенности, проектированием сложных объектов является необходимым условием успешного функционирования предприятия. Это уже аксиома, которую никому доказывать не нужно. Если проанализировать затраты крупных проектных институтов, то можно заметить, что в последнее десятилетие доля затрат на приобретение программного обеспечения существенно возросла и в сумме превосходит многие другие статьи расходов. Обращает на себя внимание тот факт, что в подавляющем числе публикаций и выступлений ведущих специалистов в областях изысканий и проектирования так или иначе затрагиваются вопросы, связанные с использованием информационных технологий. Сегодня уже недостаточно просто оснастить программным обеспечением отдельных специалистов и ожидать увеличения производительности и качества проектных работ. Так или иначе, это уже сделано. Теперь требуются комплексные решения. Такие решения будут эффективными только тогда, когда они будут представлять собой интеграцию программного обеспечения от разных производителей. Например, с одной стороны, пользователи должны иметь возможность свободно выбирать программное обеспечение исходя из своих потребностей с другой, предприятию необходима комплексная система, в которой отдельные программные продукты могут взаимодействовать. Эти два требования на практике почти не удовлетворяются. Например, все специализированные программные комплексы для проектирования дорог, не имеют в своем составе приложений для надлежащей работы с геологическими данными, зато имеют возможности,



которые крайне важны для проектировщика. Если проектировщики выберут такой продукт то как построить комплексную систему, в которую должны быть включены изыскания.

Таким образом, нужно работать в направлении обеспечения интеграции между программным обеспечением от разных производителей, чтобы дать пользователям свободу выбора программного обеспечения и предоставить организациям возможность построения комплексной информационной системы. Выработка общего формата для обмена инженерно-геологической информацией позволит ускорить и упростить процесс построения сложных информационных систем, в которых крайне заинтересованы все участники рынка проектных услуг. Это важный шаг, особенно, в рыночных условиях работы, где в ближайшее время инжиниринговым компаниям придется столкнуться с жесткой конкуренцией с западными компаниями.

В своем выступлении Мелихова Т.Ю. отметила следующее. Обмен инженерно-геологическими данными между различными компьютерными системами является насущной потребностью. Единый формат данных мог бы позволить установить возможность обмена данными не только между программными продуктами по обработке инженерно-геологических данных различных производителей, но и был бы очень полезен для считывания данных лабораторных и полевых испытаний грунтов, полученных с помощью различных приборов и установок, производимых на территории СНГ. При таком подходе основную проблему, на мой взгляд, представляет не столько выбор, какой именно формат использовать, сколько степень подробности данных, характеризующих какое-либо испытание или его результаты, передаваемых из программы в программу. Можно взять за основу один из существующих стандартных форматов и затем доработать учетом существующих и разрабатываемых в настоящее время Национальных стандартов. Это серьезно облегчит и ускорит работу изыскателей, исключит ошибки ручного ввода данных.

В своем выступлении Баравашов В.А., отметил следующее. Практика показывает, что как геологи, так и проектировщики склонны занижать характеристики грунтов, чтобы обеспечить возможно бóльший запас надежности проектируемого сооружения. Но не надо забывать, что геологи представляют распределение характеристик грунта в массиве между дискретными скважинами весьма субъективно, т.к. даже в пределах одного ИГЭ характеристики грунтов могут быть различными, да и сами ИГЭ (и РГЭ) неоднозначны поскольку строятся субъективно. Зная это, проектировщики по традиции используют наименьшие из характеристик грунта, приведенных в отчетах геологов. Между тем, инвестор заинтересован не только в надежности, но и в экономичности проектов, но на пути к экономии возникают следующие препятствия:

- разрыв между геологами и проектировщиками, который обусловлен действующими нормативными документами, четко разделяющие функции обеих сторон;

- отсутствие количественных оценок для достижения компромисса между надежностью и стоимостью проекта;

- отсутствие объективных инструментов для оценки чувствительности поведения системы «основание-сооружение» к вариациям параметров грунтов, получаемых геологами.

Геологи получают огромный объем инженерно-геологических данных, используя разнообразные методы, но проектировщики могут использовать лишь небольшую часть этого объема, дополняя его субъективными интерполяциями и занижением характеристик.

Ситуация со временем не меняется: разрыв между геологами и проектировщиками лишь увеличивается, обусловленный барьером нормативных документов. Геологи создают и используют все более совершенную испытательную аппаратуру, не совсем осознавая, как будут использоваться результаты изысканий. Проектировщики применяют все более совершенные методы расчета, но могут эффективно использовать только ту часть этой геологической информации, которая может быть введена в компьютерные программы. Несмотря на обилие инженерно-геологической информации всегда есть дефицит этой информации из-за того, что геологи не имеют четкого представления, какая информация и в каком объеме нужна для проектирования.

Вышеописанную ситуацию можно проиллюстрировать статьей известного и старейшего российского геолога-изыскателя Э.Р. Черняка (ПНИИИС, Москва) *«Перчатка брошена: проектировщики должны существенно обновить теорию и практику своей работы»* (Международный журнал «Геотехника», 2010 г, №2), где автор предлагает проектировщикам использовать 9 модулей деформации, полученные из различных испытаний.

В заключение статьи Э.Р.Черняк утверждает: *«Задачи, которые наши проектировщики ставят перед инженер-геологами, крайне расплывчаты, а в ряде случаев практически неразрешимы, что свидетельствует об оторванности проектировщиков от изыскательской практики и об отсутствии у них представления о современном уровне инженерно-геологических изысканий. Требования к определению показателей свойств грунтов, изложенные в их нормативных документах (СНиП 2.02.01-83 и СП 50-101-2004) примитивны и базируются на устарелых подходах».*

В том же журнале опубликована статья Барвашова В.А. и Болдырева Г.Г. *«Компьютеризация взаимодействия между изыскателями и проектировщиками»*, в которой авторы описывают, в каком виде проектировщики сейчас получают и используют инженерно-геологические данные (в основном это бумажные носители) и как исключить субъективизм проектных решений. Для этого авторы предлагают создать стандартный формат для оцифровки процессов получения, обработки и передачи инженерно-геологических данных от испытательных устройств геологов к проектировщикам для ввода в компьютер. Этот формат должен автоматизировать все ручные операции от получения до ввода исходной инженерно-геологической информации в компьютер для выполнения проектных расчетов.



При достижении этой цели станет возможным численное моделирование системы «основание-фундамент-сооружение» для оценки ее «чувствительности» к неопределенности и дефициту исходных инженерно-геологических данных, для определения доминирующих параметров, к которым эта система наиболее чувствительна. Это наиболее реальный путь к оптимизации проектных решений.

К настоящему времени накопился огромный объем инженерно-геологических данных и мониторингов в таких организациях, как Мосгоргеотрест и ТИСИЗы. Этот материал архивирован, как есть, т.е., в основном, на бумажных носителях. Обработка этого материала была бы весьма полезна. За рубежом уже почти 30 лет применяется компьютерная методика «*data mining*» (*раскопка данных*) [7,8] для обработки больших объемов данных, основанная на использовании нейронных сетей. Такая обработка позволяет выявлять закономерности любого вида. Было бы крайне полезно хотя бы начать эту работу.

### Заключение

1. Необходимо ввести дополнения в СНиП 11-02-96 касающиеся применения единого электронного формата обмена инженерно-геологическими данными как внутри изыскательских организаций, так и между ними.

Этот же формат будет удобен и проектировщикам, так как он использует одни и те же правила, что позволяет применять электронные данные геологов сразу же для целей проектирования.

2. Необходимо выполнить анализ и принять единый формат обмена данными используя зарубежный опыт. За основу может быть принят AGS или GeoSciML формат обмена данными.

3. При Национальном объединении изыскателей следует создать комиссию для разработки единого формата обмена данными инженерно-геологических изысканий.

4. Для автоматизации проектных расчетов необходимо в рамках разрабатываемого формата обмена данными предусмотреть возможность перемещения данных инженерно-геологических изысканий в программы для выполнения проектных расчетов системы "Основание-Фундамент-Сооружение" (ОФС), которые широко используются в России.

5. Для оценки влияния статистических разбросов и геометрической дискретности инженерно-геологических данных на поведение системы ОФС и выбора экономически обоснованных проектных решений необходимо разработать рекомендации по исследованию чувствительности системы ОФС к разбросам величин и геометрической дискретности исходных инженерно-геологических данных посредством численного моделирования с использованием как отмеченных ранее, так и других программных комплексов.

### Литература

1. Солодухин М.А. Некоторые проблемы инженерно-геологических изысканий для промышленного и гражданского строительства. Интернет журнал, №3, 2000. [http://www.georec.spb.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76&Itemid=64&limitstart=3#content](http://www.georec.spb.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=64&limitstart=3#content).
2. Toll D.G. Representing Geo-Engineering Data from Instruments and Transducers. *Geocongres 2008*, New Orleans, March 2008, pp. 581-588.
3. Weaver S.D., Lefchik T., Hoit M., Beach K. Geoenvironmental and Geotechnical Data Exchange: Setting the Standard, *GeoCongress 2008*. New Orleans, March 2008.
4. Electronic Transfer of Geotechnical and Geoenvironmental Data AGS4. Edition 4. Published by Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists. 2010. -150 p.
5. CUR. Description of the GEF Language, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, 2000. (<http://www.geonet.nl/software/gef>).
6. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М. – 54 с.
7. International Conference on Spatial Data Mining and Geographical Knowledge Services. (ICS DM 2011). China, 29 June – 1 July 2011.
8. Eleventh SIAM International Conference on Data Mining. 28-30 April, 2011.
9. Eurocode 7. Geotechnical design. Part 2: Ground investigation and testing. – 202 p.