

Старинный Венгерский институт торжественно отмечает столетие. Venerable Hungarian institute celebrates 100 years

В этом году Геофизический институт Лоранда Этвеша (ELGI), основанный в Будапеште, Венгрия, торжественно отмечает свой столетний юбилей. Ласло Веро, посвятивший свою карьеру Институту, в качестве заместителя директора (был также одновременно членом правления программного комитета EAGE), излагает историю Института, как важного центра исследовательских и геофизических служб, с момента его открытия под руководством всемирно известного геофизика Этвеша Лоранда до настоящего времени.

В конце 19 века барон Роланд Этвеш (Roland Eötvös) (по-венгерски: báró Eötvös Loránd) выполнял лабораторные и полевые эксперименты с модифицированным маятником Кавендиша. Во время полевых исследований он изучал гравитационное поле Земли, чтобы определить форму Земли. Он представлял результаты в научных журналах, но на первых порах не получал всемирного одобрения.

Как утверждал Золтан Цабо (Zoltan Szabo) из Института Лоранда Этвеша, «высокая степень чувствительности его аппаратуры принималась с сомнением. И так было до XV Международного Конгресса Исследований Земли (XVth Congress of the Internationale Erdmessung), проведенного в Будапеште в 1906 году. На Конгрессе он доложил о последних экспериментах, по результатам которых эти сомнения были полностью развеяны, и утверждения Этвеша получили всеобщее признание. Он также предоставил возможность заинтересованным иностранным участникам Конгресса наблюдать его измерения с крутильным маятником в полевых условиях – в регионе Арад (Arad). Участники конгресса нашли исследования Этвеша настолько значительными, что подали ходатайство Венгерскому правительству, требуя, чтобы была представлена дополнительная финансовая помощь для проведения гравиметрических исследований. Венгерское правительство согласилось с предложением, и с 1907 года впредь выделяло специальный фонд для гравиметрических исследований Этвеша. С этого времени геофизические исследования в Венгрии были признаны по праву как самостоятельное направление».

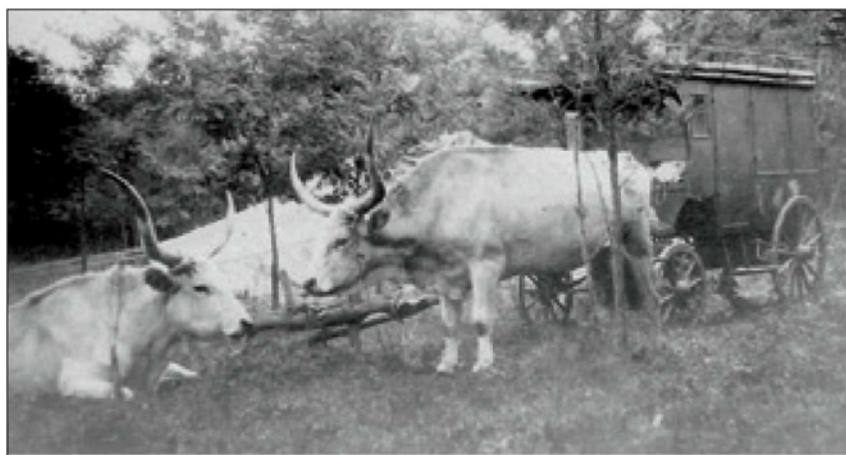
Достаточно интересно, что его лабораторные эксперименты вызвали меньший интерес, хотя они оказали намного более существенное воздействие на современную физику. В так называемом опыте Этвеша, он измерил зависимость гравитационного ускорения

от химического состава вещества. Он использовал крутильный маятник для измерения различного S_g (удельного веса) ускорения образцов на конце двух рычагов. К 1922 году эти измерения провели с точностью $S_g/g \sim 10^{-9}$. Более поздние измерения Dicke и Braginski повысили эту точность до $\sim 10^{-12}$. Эксперимент Этвеша обеспечивает опытное подтверждение геометрической природы гравитационного взаимодействия, предсказанной теорией общей относительности Эйнштейна (Matzner, 2001).

Существенная финансовая поддержка (в 15 раз больше, чем годовой бюджет отдела экспериментальной физики Этвеша в университете!) обеспечил основу для маятниковых, то есть геофизических измерений, вначале в Венгрии, затем во всем мире. Этвеш вскоре установил, что, кроме первоначальной геодезической цели, по градиентным картам совместно с геологами может быть получена важная геологическая информация. Измерения с крутильным маятником в 1916 году в окрестности

Эгбелла (Egbell) (в настоящее время Гбел в Словакии) позволили оконтурить более точно уже известное нефтяное поле, используя лишь геологические методы и данные бурения только по одной скважине (рис. 1). Таким образом, Эгбелл в некотором отношении является родиной разведочной геофизики и разведки углеводородов с использованием геофизических методов (Mesko, 1994).

В то время все исследования и опытные работы, также как и полевые работы, проводились группой под названием «Эксперименты Этвеша с крутильным маятником». Группа была выделена из отдела Этвеша в университете с независимым бухгалтерским учетом и инвентарем, как было предписано правительством. В 1917 году в Хаусингене (Hausingen) в Германии по результатам измерений с маятником Этвеша был открыт солевой диапир. Это была первая успешная съемка, где не было поверхностных проявлений присутствия углеводородов, также были неизвестны контуры геологической структуры. Как следствие этих достижений в 1920 году маятник Этвеша стал первостепенным инструментом разведки углеводородов.



Транспортные средства на ранних этапах геофизических исследований.



Экспедиция по методу удельного сопротивления с многоэлектродной установкой на озере Балатон, Венгрия.

Венгерские ученые, ученики и коллеги Этвеша, среди которых Ян Реннер (Janos Renner), провели съемки в Мексике, Техасе, Индии и Венесуэле (Mesko, 1994). В США существует промышленная статистика, показывающая, сколько баррелей нефти обнаружено в результате использования крутильного маятника.

Этот краткий отчет явно демонстрирует, что геофизическая деятельность, начатая Этвешем и его соратниками, сыграла существенную роль в развитии науки. Маятник Этвеша был основным инструментом, и за этой деятельностью стояла бюджетно-финансовая организация.

Как мы можем видеть, не успевший еще развиться геофизический институт уже действовал в первых десятилетиях 20 века (Bodoky and Szabo, 2006). Только в конце века выяснилось, что институт не был учрежден официально! Причиной этого, возможно, является сама личность Этвеша.

Он никогда не патентовал крутильный маятник. Некоторые промышленные предприятия пытались производить маятники, большей частью unsuccessfully, но не потому, что конструкция была засекречена. Позже, когда Этвеш стал министром религии и образования и президентом Венгерской Академии Наук, учреждение института, носящего его имя, он считал неуместным.

70

В 1969 году по практическим соображениям в то время формирующегося первого главного управления Института, в качестве года основания была выбрана дата смерти Этвеша. Считалось, что 1919 год был годом, когда геофизическая группа полностью выделилась из университета, и ее новый руководитель д-р Дезо Пекар (Dr Dezső Pekar), бывший член штата служащих Этвеша, начал использовать имя барона Этвеша Лоранда для Геофизического Института. Однако все исторические факты указывают на 1907 год, как дату создания Института Этвеша.

Более того, отсутствие формального учредительного документа не вызвало каких-либо трудностей. Название Геофизический Институт имени Лоранда Этвеша никогда не менялось и действительно является удачным, поскольку и венгерское название – Edtvds Lorand Geofizikai Intezet, и английское название имеют одинаковую аббревиатуру - ELGI. С течением времени Институт охватывал различные сферы деятельности наряду с его основным направлением - развитием геофизики.

История

На судьбу института влияли многие факторы, не относящиеся ни к науке, ни тем более к геофизике. Среди них экономика и политическая система страны. ELGI был основан при Австро-Венгерской монархии перед I Мировой Войной. Как молодой институт он рос в королевстве без короля в радикально менявшихся условиях. После II Мировой Войны Венгрия стала частью социалистической экономической системы, целью которой было упрочение энергетических и сырьевых ресурсов, необходимых для тяжелой индустрии. Таким образом, ELGI, как дееспособная единица, играл важную роль. В конце века произошли другие экономико-политические изменения, социалистическая система распалась, была провозглашена третья республика, и зрелый институт вновь стал ребенком. Он должен был освоиться с массой новых обстоятельств, включающих опять его первое официальное признание. К тому же, Венгрия сейчас является членом Европейского Союза, что означает новые перспективы.



© 2007 EAGE

Подготовка к экспедиции по методу удельного сопротивления с многоэлектродной установкой на озере Балатон..

Этапы деятельности ELGI

Изменения, происходившие со временем, вызвали изменения в руководстве Института. Можно выделить следующие периоды.

1907-1945 Три министра – Религии и образования, затем Финансов и в конце концов Индустрии – руководили Институтом. Основные сферы деятельности были гравиметрия и магнитометрия, включая экспорт маятников, произведенных рабочей группой точной механики Nandor Suss в Будапеште, другие методы появились в 1930 году.

1946-1989 В течение большей части этого периода ELGI возглавляло, по советскому примеру, Центральное Министерство Геологии. ELGI быстро развивался во всех направлениях. Активно использовались все геофизические методы, требующиеся для разведки, разрабатывались и производились, а иногда и экспортировались, новая аппаратура, число персонала возросло до 1000 человек. ELGI был одним из ведущих научных институтов Венгрии и играл существенную роль в «социалистическом» геофизическом сообществе. Международные связи были сосредоточены на странах Совета Экономической Взаимопомощи (COMECON). Многонациональные экспедиции участвовали в поиске углеводородов, нефти, подземных вод, включая геологическое картирование в Китае, Монголии и на Кубе.

Период **1964-1989гг.** был действительно золотым периодом ELGI. В эти годы основные особенности традиций Этвеша – теоретическое развитие, конструирование и производство аппаратуры, практическое геологическое применение – были сферой деятельности ELGI. Создались не только условия, благоприятные для ELGI, но и его руководство опережало время.

1990-2007 На первых порах в это время ELGI возглавляла Венгерская Геологическая Служба, руководящая роль перешла к Бюро Горной Промышленности и Геологическому Бюро Венгрии. Следуя плану упорядочения и реорганизации в ELGI сегодня работает менее 90 сотрудников, но существует одно утешение – в 2001 году Институт наконец был официально утвержден, после более, чем 90 лет существования де-факто (Bodoky-Szabo, 2006).

Геофизические достижения

Этот перечень является предметной частью нашей истории. Опубликован первый том истории ELGI. Он излагает историю с 1907 по 1964 год на 309 страницах (Polcz, 2003). Второй том почти готов к публикации. Вероятно, он будет толще. Невозможно резюмировать эти два тома на нескольких страницах. Столетняя история Института начиналась с исключительно механической аппаратуры, «электронной» частью, вероятно, была только электрическая лампа, вычислительным средством была только логарифмическая линейка, а сейчас в геофизических работах используются современные цифровые информационные системы, спутниковая навигация и сигналы точного времени, суперкомпьютеры,

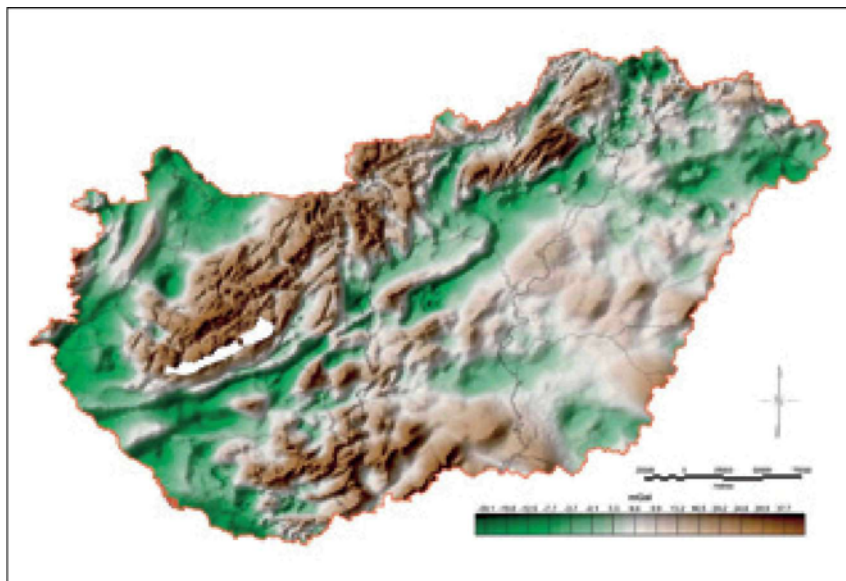
не говоря уже о современных транспортных средствах. Таким образом, последующее изложение касается только избранных моментов, связанных с текущей деятельностью, и их отношения к истории Института. Более детально можно ознакомиться на странице ELGI – <http://www.elgi.hu>.

Гравиметрия

Центр гравиметрических служб в Венгрии находится в пещере, на поднятии Матиаса на окраине Будапешта. Это подземелье гарантирует идеальные условия для Геодинамической Лаборатории, которая выполняет цифровые записи явлений, связанных с приливом и отливом, и деформаций при помощи экстензометров.



Крутильный маятник Этвеша при работе в Китае.



Карта аномалий Буге Венгрии.

Сконструировано и построено сложное устройство для калибровки гравиметров. Также существует калибровочный полигон. Возможно, менее известно, что Этвеш пытался сконструировать гравиметр, используя идею крутильного маятника. Экспериментальный прибор можно увидеть на Выставке памяти Этвеша. Так как его чувствительность была ниже, чем чувствительность крутильного маятника, Этвеш не развивал идею.

Здесь также находится основная гравиметрическая базовая станция. Гравиметрическая карта Венгрии опирается на эту станцию через



Лоранд Этвеш.

гравитационную базовую сеть и является комбинацией измерений с крутильным маятником (около 60000), с гравиметром (около 400000) и абсолютных измерений g (16). Политический аспект применения гравиметрических работ всегда был существенным. Гравитационные данные должны быть в высшей степени секретными, поэтому международные совместные усилия в этой области были невозможны.

В настоящее время Венгерские данные включены в сеть данных Евросоюза. Используя отвечающую современным требованиям обработку и методики представления, созданы и доступны новые версии карты наземных аномалий Буге. В то же самое время, гравитационные данные широко используются в структурных исследованиях. Здесь важно упомянуть, что гравитационные максимумы связаны с глубинными бассейнами. Мантийный плюм может объяснить этот неожиданный результат. Пространственная фильтрация гравитационных карт является до некоторой степени идеей венгерских ученых. Также были осуществлены попытки использовать фильтрованные карты, а также остаточные карты и карты производных силы тяжести при поисках и разведке сырьевых ресурсов.

Магнитометрия

Магнитные измерения в Венгрии проводились даже раньше, чем был образован ELGI. В 1870 году Метеорологический Институт начал записывать изменения магнитного поля. В 1950 году эта деятельность была передана ELGI, что послужило причиной строительства новой долговременной Обсерватории Тихани (Tihany) на озере Балатон, которая с 1955 года стала магнитным центром. Обсерватория является членом организации ИнтерМагнет (INTERMAGNET). Для обеспечения высокого качества и надежной регистрации и пересылки данных, совместно с GEM Системой (Канада) был сконструирован и произведен прибор dIdD (склонение-наклонение). Задачей Обсерватории было сохранить и усовершенствовать наземную магнитную сеть и обеспечить данные для интерпретации геомагнитного поля.

В широком смысле палеомагнитные и пространственные исследования также относятся к этой тематике. Областью действия для хорошо оборудованной Палеомагнитной Лаборатории ELGI является почти вся Европа. Исследование магнитосферных явлений в первую очередь базируется на записях, произведенных в Обсерватории Тихани.

Применение магнитных измерений в разведочной геофизике является сложной проблемой. В Венгрии не существует массивных сульфидов. Рассеянные сульфиды, бокситы или каменный уголь не могут рассматриваться как магнитные источники. С другой стороны, магнитометрия может обеспечить информацию для структурных исследований фундамента.



Главное управление ELGI.

Для этих целей часто используется карта наземных измерений, дополненная детальными съемками, покрывающая всю страну. Следует упомянуть, однако, что отсутствие единой аэро-магнитной карты является иногда препятствием для региональной интерпретации. В качестве любопытного факта мы можем добавить, что ученые ELGI принимают участие в обработке и интерпретации аэро-магнитных измерений над Трансантарктическими горами вместе с Полярным Центром исследований Государственного Университета Огайо (Ohio State University Byrd Polar Research Center).

Электрические и электромагнитные методы

Хотя новые геофизические методы внедрялись в основном собственными силами Института, так было не во всех случаях. В 1930 году Шведская компания ABEM, провела Турамские (Turam) измерения над известными рассеянными сульфидными отложениями. Безусловно, электромагнитные измерения были гораздо более развиты в Швеции. Во второе 50-летие истории ELGI было введено и применено большое многообразие электрических и электромагнитных методов. Так как большая часть страны представляет благоприятную геоэлектрическую модель — осадки с низким удельным сопротивлением перекрывают фундамент с высоким сопротивлением — были проведены глубинные структурные исследования с использованием теллурических, магнитотеллурических, DC дипольного зондирования и даже LOTEM. Результаты, полученные различными институтами в течение нескольких десятилетий, суммированы в виде карт.

Теллурическая карта на территорию около двух третей страны доступна в двух частях (Трансданубия /Transdanubia/ и Восточная Венгрия), которые используют две различные сети базовой станции. Карта глубин до фундамента построена для восточной части страны. Интересным результатом является то, что первые данные глубин до фундамента в грабене Мако (юго-восточная Венгрия) были получены по комплексным электрическим съемкам. Значения глубин, достигающие 6000 м, были подвержены некоторому сомнению. Они были, однако, в дальнейшем подтверждены бурением, и были открыты значительные газовые запасы. Некоторые сырьевые продукты в Венгрии могут быть обнаружены на средних глубинах. Основной целью были бокситы, мягкий каменный уголь и рассеянные сульфидные руды, а также подземные воды и промышленное сырье. Были применены DC зондирование и профилирование, метод переходных процессов и частотные измерения ЕМ, IP профилирование и АВ прямоугольные, поверхностные и скважинные методики. Разведка бокситов была трудной задачей даже для самых сложных методов из-за размера и конфигурации отложений. Необычно применялся IP-метод при поисках подземной воды: в комбинации с зондированием методом сопротивлений. В неконсолидированных осадках параметры IP зависят от размера зерна, IP имеет максимум при определенном размере зерна. Таким образом, водоносные комплексы могут быть распознаны качественно на основании их свойств IP. Более высокие значения IP означают более тонкие, чередующиеся глинисто-песчаные пласты с множеством зерен переходного размера, более низкие значения, несмотря на более мощные пласты, имеют меньше переходов.

Институтом разработаны, произведены и экспортируются все серии аппаратуры метода сопротивлений, IP, теллурические и магнитотеллурические приборы от простых аналоговых приборов и регистраторов до цифровых блоков, например, выносные относительные магнитотеллурические системы. Была разработана многочастотная ЕМ система и затем изготовлена по лицензии канадской компании Geoprobe.

Сейсморазведка

Представление геофизической деятельности других институтов выходит за рамки этой статьи, но заслуживает внимания то, что сейсмический метод был введен профессором Технического Университета в Будапеште в 1930 году. Он сконструировал и построил шестиканальный прибор. Сотрудничество с Этвешем является не случайным, между 1908 и 1910 годами он был близким единомышленником Этвеша.

Сейсмические измерения с импортной шведской и позже Советской и Венгерской аппаратурой с фотографической регистрацией выполнялись практически во всех поисковых проектах на сырьевые продукты. С большим опозданием по сравнению с Западом, первая аналоговая сейсмическая аппаратура с регистрацией на магнитной ленте была создана в 1963 году в ELGI. С этой аппаратурой были получены удивительные новые результаты, важные для понимания геологического развития Паннонского бассейна с характерными признаками очень молодых тектонических событий (со сдвигами, несогласными с простираем пород) и дельтовой седиментацией как главным фактором в процессах заполнения Паннонского моря. Чтобы уменьшить разрыв между

Венгерскими и Западным стандартами обработки сейсмических данных, ELGI начал внедрение цифровых методов, как только появились публикации об их возможностях, превышающих возможности обработки аналоговых данных. Первая 24-канальная цифровая станция ELGI начала работать в 1968 году, сменившись сериями 24-, 48- и 96- канальных станций, созданных совместно с Восточной Германией.

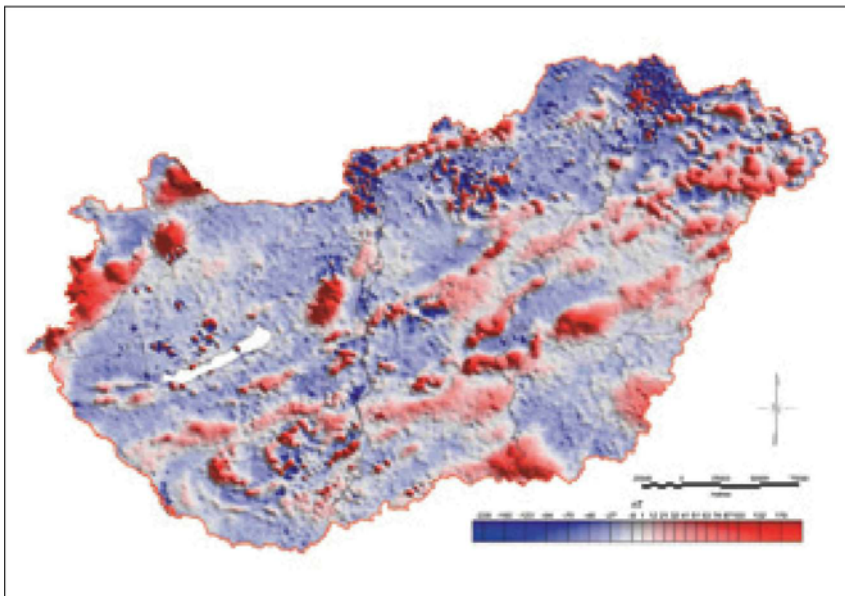
Хотя Венгрия сухопутная страна, ELGI также принимал участие в развитии морских сейсмических акустических методов и систем предварительной обработки совместно с COMECON. Оснащенные произведенным в Венгрии компьютером цифровые станции были приспособлены к сейсмическим морским и даже океанографическим требованиям. Так называемая экспедиционная версия этой системы работала на нефтяных полях Западной Сибири.

Изучение земной коры было традиционным направлением сейсмических исследований в ELGI. В середине прошлого века глубина до поверхности Мохоровичича была определена с использованием только фоторегистрации. Тонкая кора, то есть приподнятое положение мантии и мантийные плюмы в Карпатском бассейне, создали благоприятные условия для глубинных сейсмических измерений. С 2000 года ELGI принимает участие в многочисленных международных проектах в этой области.

ELGI был первым среди Европейских институтов, который ввел вибросейсмические методы и адаптировал свои собственные цифровые станции к новому методу. Вибросейсмический метод использовался для разведки углеводородов в Венгрии, а также в международных экспедициях.



Библиотека



Карта геомагнитных аномалий Венгрии.

До некоторой степени особой областью исследования для Института является малоглубинная сейсморазведка – применение, теоретическое развитие, конструирование и производство водонепроницаемого оборудования. Одной из самых успешных разработок ELGI была серия инженерной сейсмической аппаратуры. Опубликованы результаты картирования до-третичного фундамента Паннонского бассейна, основанные, в первую очередь, на сейсмических данных.

Каротаж и связанные с ним задачи

Предполагается, что даже в настоящее время, почти через 20 лет после того, как было остановлено производство, каротажная аппаратура ELGI работает во многих странах Европы. В течение нескольких десятилетий ELGI был основным поставщиком среднеглубинных каротажных систем, включающих широкое многообразие скважинных приборов в Восточной Европе.

Эти типы оборудования удовлетворяли требованиям среднеглубинного каротажа при разведке сырья – каменного угля, лигнина, бокситов, руд и подземных вод. В то же самое время IP каротажная система ELGI была использована в Kontinentale Tiefbohrung (KTB) в Windischeschenbach.

В последнее время главное поле деятельности было тесно связано с экологическими проблемами. В ближайшем будущем низко- и средне-активные ядерные отходы необходимо где-то захоранивать. Одно из потенциальных мест - это гранитный массив в Южной Венгрии. Основная задача ELGI проверить монолитность пород и установить выветрелые, дислоцированные, разломные зоны. В добавление к стандартным методам скважинные телевизионные камеры могут быть самым эффективным инструментом. В Метрологической Базе Института (Institute's Metrologic Base)

может быть калибрована ядерная и индукционная аппаратура и проверена устойчивость аппаратуры к воздействию температур и давления. Радиометрическая Лаборатория, используя высокочувствительную аппаратуру, измеряет гамма излучение природных и искусственных источников. К тому же локальные съемки, нацеленные на определение распределения Cs137 радиоактивного загрязнения, покрывают всю территорию страны.

Венгрия хорошо известна термальными источниками. Имеются в наличии карты регионального теплового потока. Чтобы отслеживать изменения, геотермальные исследования в последнее время были сосредоточены на локальных измерениях около тепловых помп и водных термальных водоемов. Аппаратура была сконструирована в ELGI.

Аэросъемки

Первая аэросъемочная кампания имела место в Венгрии в 1960 году. Целью ее было обнаружение урана в различных частях страны. Советская группа выполнила магнитные и ядерные измерения, ELGI принял участие в обработке. Еще раньше советские специалисты выполнили наземные измерения и при поддержке Советов в Советской Венгрии произведены урановые горные разработки. Позже были использованы Чехословацкие и Болгарские системы на вертолетах для разведки алгинитов, основным методом была магниторазведка. Редкий промышленный минерал в Карпатском бассейне, алгинит, образован из биомассы ископаемых водорослей и растворенных базальтовых туфов. Относительно редкий вид водорослей распространен вблизи вулканических кратеров кольцевой формы (кратерное озеро),



Малоглубинные сейсмические измерения на промышленном объекте для обнаружения полостей.



Исторические сейсмические измерения в Венгрии.

возникших в Паннонском море. Алгинит принадлежит к категории нефтеносных сланцев, но имеет характерные специфические признаки и потенциальное применение (см. www.mgsz.hu/english/mineral/mineral_3.html).

К магниторазведке и ядерным измерениям Австрийская группа добавила электромагниторазведку; цель исследования заключалась в поисках бокситов. В 1990 году Финская группа выполнила *fixed-wing* измерения, чтобы продемонстрировать возможности аэромагнитного, ядерного и электромагнитного методов для картирования различных в геологическом отношении областей. Тем временем, первые аналоговые профили были оцифрованы и стали доступными для современных методов обработки. Были также переобработаны некоторые другие данные для целей экологической защиты в областях развития карста. Хотя ELGI никогда не имел собственную аэросистему, несколько геофизиков приняли участие в аэросъемочных работах, даже в Трансантарктических горах, и получили опыт в обработке и интерпретации данных.

Нетрадиционные методы и задачи

В некоторых случаях Институт применял традиционные методы в необычных обстоятельствах, в других случаях, цель традиционной методики была необычной, и в этих обстоятельствах существующие методы приходилось усовершенствовать, чтобы удовлетворять требованиям, установленным местной геологией. Не удивительно, что мы говорим здесь в большей части о малоглубинных инженерных задачах. Например, защита окружающей среды является быстро расширяющейся областью применения и обусловлена глубинами, которые могут быть также рассмотрены малоглубинной геофизикой.

Для водных съемок условия необычны. В 1901 году Этвеш выполнил измерения крутильным маятником на замерзшем озере Балатон. Почти 50 лет назад измерения были выполнены с полевым маятником Шмидта на небольшом озере недалеко от Обсерватории Тихани.



Радарные измерения на замерзшем озере.

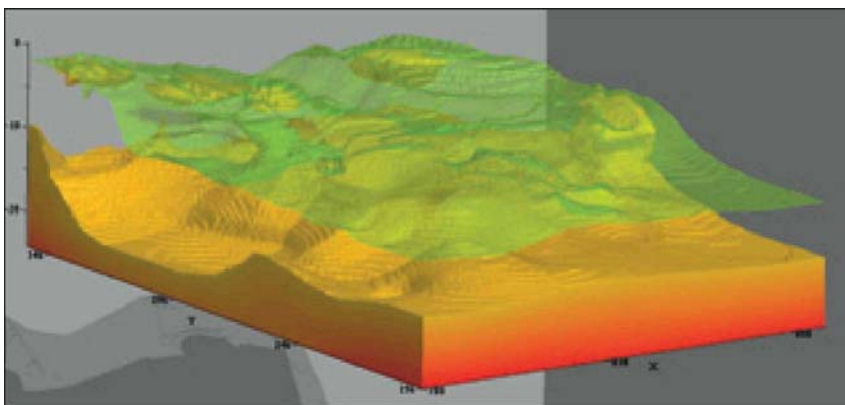
DC зондированием через озеро Балатон и вдоль Дуная был исследован фундамент с высоким удельным сопротивлением. В Будапеште вдоль линии планируемого подземного туннеля методом сейсмических отражений были изучены тектонические структуры. Наши озера – Балатон и Веленс – неглубокие, поэтому дно озер может быть изучено собственными сонарными системами ELGI, например, для проверки эффективности драгирования.

На суше геофизические исследования ELGI применяются на поврежденных железнодорожных дамбах, при строительстве автомобильных дорог и для обнаружения поврежденных стен и укреплений. Так как скорости распространения волн находятся в тесной связи с геотехническими параметрами, сейсмика играет ведущую роль в этих службах, наземная радарная съемка обеспечивает высокую разрешенность. Подобные задачи могут возникать в карьерах (горная разработка глин, драгоценных камней) и подземных угольных шахтах. Погребя в районах виноделия также входят в круг этих задач. Например, северо-восточная часть города имеет погребя общей протяженностью 130 км. Некоторые города подобно Будапешту, а именно Кастл хилл (Castle Hill), сталкиваются с аналогичными проблемами.

Поврежденные дороги и разрушения подземных объектов, например, погребов, шахт или пещер являются потенциальными источниками аварий. Это значит, что метод измерения удельных сопротивлений, сейсморазведка, включающая томографические методы (скважинные и межскважинные варианты), наземная радарная съемка и гравиметрия пригодны для решения широкого многообразия задач по обнаружению пустот.

Венгрия лежит в середине Карпатского бассейна, это почти равнинная область с четвертичными неконсолидированными осадками на поверхности. Общая длина защищающих от затопления дамб вдоль рек более 4000 км. Некоторые из них старше ELGI. Для неинвазивной проверки состояния дамб разработан комплекс инженерно-геофизического зондирования: испытания коническим зондом и каротажа – плотность, сопротивление, пористость по данным нейтронного каротажа. Это использовалось, главным образом, в комплексе с профилированием методом сопротивления. Область применения этой методики, однако, намного шире.

Самые сложные приборы, разработанные в ELGI, могут отбирать почвенные и водные пробы, на их основе создана методика для исследования загрязнения окружающей среды. Например, были выявлены и околонулены районы, загрязненные отходами переработки нефтехимических горючих материалов на более, чем 100 ликвидированных Советских военных базах.



3D скоростная изоповерхность по томографии. Вид с ЮЗ. Зеленый цвет – 5800 м/с, желтый – 6500 м/с.

Другие типы загрязнения окружающей среды, например подземные воды с различной соленостью, изучались, если это было необходимо, с промежутками во времени с помощью ИР измерений. Исследовались старые участки захоронения отходов с неизвестной глубиной.

Археология предоставляет задачи еще одного типа для геофизиков ELGI. Фундаменты и стены Римских строений, поселения Средних веков, возможное расположение сокровищ Сеуса и спрятанных во время II Мировой Войны экспонатов из музеев были успешно обнаружены с помощью методов измерения удельного сопротивления, магниторазведки, наземной радарной съемки и электромагниторазведки. В последнее время область применения археогеофизики составляют криминальная геофизика, например, поиски погребенных мертвых тел.

ELGI как источник данных

Как Государственный Институт ELGI отвечает за национальные геофизические данные, полученные по проектам, финансируемым государством, в течение 100 лет. Перечень баз данных, доступных в ELGI, включает геофизическое покрытие Венгрии, гравитационные, магнитные, аэрогеофизические, электрические и электромагнитные данные (вертикальное электрическое зондирование, электромагнитное зондирование с переходными процессами, теллурические и магнитотеллурические измерения), сейсмические данные (отраженные и преломленные волны),

данные каротажа и инженерно-геофизические данные. Это сложная задача - создать цифровые базы данных по старым полевым регистрациям, иногда не так легко прочесть их или оцифровать их. Но они становятся все более и более полными и, надеемся, работы будут завершены менее чем за 100 лет.

Ассоциация EAEG/EAGE

По различным причинам ELGI было более 60 лет на момент начала сотрудничества с Европейским сообществом (EAEG). Первое значительное событие имело место в 1985 году, когда Ежегодное Собрание EAEG проводилось в Будапеште. Некоторые участники выставки, возможно, помнят «Выставочный Зал», гараж в Вигадо (Vigado)! Почти уверен, что каждый, кто присутствовал, будет помнить праздничный вечер в Национальной Галерее, на Кастл Хилл (Castle Hill). Это было первое, теперь мы можем сказать, собрание только EAEG, которое проходило в «социалистической» стране. ELGI был одним из институтов-организаторов.

В длинном перечне президентов EAEG/EAGE можно найти только одно венгерское имя, Томас Бодоки (Tamas Bodoky), бывший директор ELGI. В более длинном перечне официальных лиц венгерские имена встречаются чаще, многие из них работали в ELGI. Список премий EAGE короткий, но одной из них присвоено имя Лоранда Этвеша. Надеемся, будущие лауреаты премии прочтут книгу, которая вручается вместе с медалью, предоставленной ELGI.

Благодарности

От имени прежних и настоящих геофизиков выражаю благодарность Лоранду Этвешу. Спасибо за то, что Институт, созданный им, имел достаточно сил, чтобы прожить 100 лет. Спасибо и за то, что с самого начала деятельность венгерских геофизиков заслужила международную признательность. Спасибо ему за поданный нам пример научной деятельности, сочетавшей фундаментальные теоретические исследования с практическим осмыслением, требующим внимания к мельчайшим деталям. Спасибо за то, что он и его коллеги снабдили нас бесценным опытом деятельности в меняющихся обстоятельствах. Даже спустя 100 лет сегодняшнее поколение геофизиков будет непременно чтить память и торжественно отмечать годовщину Института новыми достижениями.

Ссылки

- Bodoky, T. and Szabo, Z. [2006] *Mikor alapítottak az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetet? (About of the establishment of the Eötvös Loránd Geophysical Institute) in Hungarian. Magyar Geofizika*, 47, 3, 113-114. Kilenyi, É. and Hegybiro, Zs. (Eds) [1998] *Three fundamental papers of Loránd Eötvös*. ELGI, 299 pp.
- Matzner, Richard A. (Editor) [2001] *Dictionary of Geophysics, Astrophysics and Astronomy*. CRC Press.
- Mesko, A. [1994] *Rugalmas hullámok a földben. A szeizmikus kutatómod-szer. (Elastic waves in the earth. The seismic survey method.)* in Hungarian. Akadémiai Kiado, 184 pp.
- Polcz, I. (Ed) [2003] *Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet története 1907-1964 (History of the Eötvös Loránd Geophysical Institute 1907-1964)* in Hungarian, ELGI, 309 pp.
- Renner J. [1953] *Die geophysikalischen Forschungen von Eötvös im Dienste der praktischen Erd- und Gasschürfung*. In: Selenyi, P. *Roland Eötvös' gesammelte Arbeiten*. Nachtrag II, 379-384.