

ЗЕМЛЯ – НЕИССЯКАЕМЫЙ ИСТОЧНИК РАЗВИТИЯ НАУКИ



ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК АКАДЕМИК
Николай Павлович Лавёров

Часть I. Литосфера и океан

С загадками природы человек столкнулся на самой ранней стадии своего существования. Грозы и ливни, землетрясения и извержения вулканов, северные сияния и пожары, ураганы и засухи – все это человек испытал в глубокой древности. Не умея объяснить эти явления, он внимательно наблюдал их, фиксировал их воздействие и передавал информацию о них следующим поколениям.

В медно-бронзовый и железный периоды человек стал замечать характерные признаки залегания руд, научился с помощью огня обрабатывать металл и делать из него не только оружие, но и орудия труда для обработки земли, анализировать характеристики ее плодородия, создавать способы обработки.

В мореплавании штурманы руководствовались береговыми ориентирами на местности, звездами или положением Солнца, но в конце второго тысячелетия в Китае, а затем и во всем мире появился магнитный компас, который просто и успешно решал эти проблемы.

Однако наблюдения за всеми элементами земного бытия носили лишь качественный и достаточно нерегулярный характер.

ЛИТОСФЕРА

Первые попытки описания и классификации геологических тел были предприняты средневековыми учеными. А первые суждения об ископаемых раковинах как свидетелях вымерших организмов и о громадном возрасте Земли относятся уже только к эпохе Возрождения. Еще позже в гео-

логическом разрезе была усмотрена последовательность геологических событий. Широкое развитие мореплавания с древних времен позволило к концу XV века накопить и много данных измерений магнитного поля на большой части земной поверхности, а В. Гильберт в 1600 году обобщил их в монографии «О магните, магнитных телах и большом магните Земли».

С начала XVI века стала серьезно изучаться Аврора (северное сияние). По-новому стали интерпретироваться высказывания античных ученых о землетрясениях, извержениях вулканов, перемещениях береговых линий морей и других явлениях динамической геологии. В современном понимании термин «геология» впервые был применен в 1657 году норвежским естествоиспытателем М.П. Эшольтом, обозначившим этим словом «материальное развитие» на Земле, в противовес термину «теология» – «духовное развитие».

В течение всего XVII века шли интенсивные исследования и накопления геологической информации, и на рубеже XVII–XVIII веков была сделана попытка обобщить эти знания в общую теорию Земли. С развитием крупной промышленности стали быстро расти потребности человечества в сырье, что вызвало интерес к изучению недр.

В середине XVIII века появляются литолого-петрографические карты, сначала небольших участков, а затем и крупных территорий. И во второй половине XVIII века геология стала формироваться уже как самостоятельная ветвь естествознания. Большое значение имели геологические труды М.В. Ломоносова, который, не отрицая роли внешних факторов, решающую роль в формировании лика Земли отводил глубинным силам («жару в земной утробе»). Ломоносов высказал и развивал идею непрерывности геологических изменений.

Рождение геологии как науки по праву отнесено к концу XVIII – началу XIX века, когда появились основания разделить слои земной коры по возрасту сохранившихся в них остатков древней фауны и флоры. В России Петербургской Академией наук начались систематические исследования магнитного поля Земли и к 1825 году уже была разработана сеть магнитных обсерваторий. К этому времени удалось уже обобщить и систематизировать полученные геологические данные и построить геохронологическую шкалу. И хотя методология первых стратиграфических исследований была несовершенной, тем не менее уже в XIX веке они послужили хронологической основой истории Земли. Были окончательно опровергнуты существовавшие предрассудки и на большом фактическом материале показано, что действующие на протяжении миллионов лет атмосферные осадки, ветер, морские приливы, землетрясения и т.д. производят величайшие изменения в строении земной коры. Примерно в это же время на основе наблюдений и анализа Авроры (северного сияния) появились сообщения о наличии литосферно-ионосферных взаимодействий.

Первое научное предположение о существовании того, что теперь называют ионосферой, относится к XIX веку. К. Гаусс и Б. Стюарт выдвинули гипотезу о существовании электрических токов в атмосфере, чтобы объяснить наблюдаемые изменения магнитного поля на поверхности Земли. Была достаточно хорошо установлена прямая корреляция между солнечным циклом и магнитными возмущениями на Земле. Чтобы объяснить эту сильную корреляцию, Б. Стюарт выдвинул предположение, что электрические токи должны течь в верхней атмосфере Земли и что действие Солнца ответственно за превращение «воздуха в проводящую среду».

Серьезное значение для развития стратиграфии имело эволюционное учение Ч. Дарвина и русских ученых (К. Рулье), так как изучение эволюции отдельных групп ископаемых животных и растений дало прочную методологическую основу для расчленения по возрасту осадочной оболочки Земли.

Во второй половине XIX века развивались и другие направления геологии. Появляются первые представления о существовании особо подвижных поясов земной коры – геосинклиналей и устойчивых областей – платформ. В 1881 году основные подразделения современной стратиграфической шкалы были официально приняты на II Международном геологическом конгрессе в Болонье.

В начале XX века из геологии выделились новые геологические дисциплины – палеогеография и петрография. Микроскопическое изучение горных пород с помощью появившихся поляризационных микроскопов позволило разработать первую петрографическую классификацию.



В 1882 году, после создания в России Геологического комитета, начинается составление общей «десятиверстной» карты Европейской России. А в 1887 году А. Карпинскому удалось для Европейской России проследить распространение морских отложений и восстановить для различных геологических периодов положение береговых линий. Им также была дана для огромной территории общая картина медленных тектонических движений геологического прошлого.

На рубеже XIX–XX веков начался новый качественный этап развития геологии. В силу значительного увеличения масштабов эксплуатации недр Земли и расширения мировых экономических связей, геологическими исследованиями охватываются новые обширные территории. В России с расстоянием между пунктами 200 км организована генеральная магнитная съемка всей территории. Растет поток фактических данных и резко расширяется кругозор геологов. В общих чертах воссоздается картина развития Земли и ее поверхности. Начинаются экспериментальные физико-химические исследования. Крупным событием этого времени было открытие радиоактивного распада элементов французскими учеными П. Кюри и М. Склодовской-Кюри. Это дало возможность разработать методику определения абсолютного возраста горных пород и, как следствие, продолжительности многих геологических процессов. По-иному стали представляться тепловые процессы внутри Земли, вулканизм и активизация тектонических движений. Все это привело к коренному пересмотру фундаментальных геологических концепций. Возникает необходимость в изучении глубинных процессов в нижних слоях земной коры и в мантии. Усовершенствуются методики изучения веществ. В области тектоники в XX веке были разработаны учение о движениях земной коры, теория геосинклиналей и платформ, классификация тектонических форм. Впервые выделены, а затем детально исследованы глубинные разломы земной коры. Резко возросли масштабы глубокого бурения и геофизических исследований. И это создало предпосылки для тектонического районирования Земли – разделения территории материков на крупные структурные элементы с разной историей развития. В качестве самостоятельной дисциплины выделилась петрография осадочных пород, или литология. На стыке геологии и химии, геологии и физики в середине XX века появились геохимия и геофизика, которые дали науке геофизические и геохимические методы исследований. В Советском Союзе, под влиянием идей В.И. Вернадского о необходимости встраивания технологических процессов человечества в естественно протекающие природные процессы, по предложению академика А.П. Виноградова в Академии наук была образована Секция наук о Земле, которую он возглавил в ранге вице-президента АН СССР (сегодня это Отделение наук о Земле, работу которого направляет вице-президент РАН академик Н.П. Лавёров). Это позволило сконцентрировать рассеянные до того по разным направлениям научные силы и сосредоточить их на фундаментальных исследованиях законов развития природы.

В 1956 году в СССР была спущена на воду немагнитная шхуна «Заря», предназначенная для изучения вековых вариаций в водах Мирового океана. А в 1964 году впервые в мире была проведена спутниковая магнитная съемка.

В последнюю четверть XX века стала интенсивно развиваться геология дна морей и океанов, которые занимают 71% всей поверхности Земли. Изучение и освоение Мирового океана является сегодня одним из приоритетных направлений развития цивилизации. Геология перестала быть геологией материков и превратилась в геологию земного шара. В рамках этого направления проводится изучение глобальных процессов, связанных с Мировым океаном в целом, – понимание роли океанов в формировании глобального климата и его изменений, оценка биологической продуктивности и роли океана в круговороте углекислого газа и метана. Также проводятся исследования внутренних и окраинных морей России в целях промышленного освоения полезных ископаемых обширных пространств континентального шельфа, оценки их ресурсного потенциала и разработки основ рационального природопользования.

В начале XXI века мировую известность и признание получили исследования строения и формирования основных типов геологических структур и закономерностей эволюции твердых оболочек Земли, эволюции фазового и минерального состава континентальной литосферы в условиях интенсивного нагрева, восстановления палеотермического режима литосферы, а также методы решения нелинейных задач геотермии и использования обратных задач тепломассопереноса. Использование



новейших данных сейсмической томографии, изотопной геохимии и экспериментальной минералогии позволяет уточнять состав и строение глубоких геосфер, вплоть до внутреннего ядра.

Активно ведутся исследования геологии месторождений полезных ископаемых. Теория прогнозирования и поисков рудных месторождений создает и развивает научные основы формирования минерально-сырьевой базы страны. Изучение фундаментальных проблем геологии и геохимии нефти и газа, условий зарождения и развития осадочных бассейнов и их ресурсного потенциала обеспечивает научное обоснование и повышает достоверность выявления потенциально богатых углеводородами площадей. Сегодня сибирскими учеными разработана Стратегия развития нефтяного и газового комплексов России на период до 2030 года.

В последние годы наряду с методами классической активной сейсморазведки (с использованием внешних источников возбуждения) в мире значительно вырос интерес к пассивным методам, как менее затратным и более экологичным. Например, используется разработанный и запатентованный в России метод микросейсмического зондирования (ММЗ), основанный на относительном изменении скорости сейсмических волн над геологической неоднородностью и вне ее. Метод был применен при поисках залежей газогидратов, 98% которых находятся на дне морей. В основе метода – измерение мощности потоков микросейсм на поверхности морского дна вне залежи газогидратов и над ней при помощи специальной технологии МГЛА (морской геофизический локатор аномалий) несколькими донными станциями одновременно. Этот метод использует слоистую структуру земной коры (морского дна) с целью определения разницы в резонансно-упругих свойствах (по амплитуде и частоте колебаний) различных по физико-химическим свойствам пластов геологических пород. При этом учитывается инверсия амплитудно-частотного в амплитудно-пространственное распределение микросейсмического волнового поля для определения глубин залегания пластов. В качестве основного измерительного инструмента предложено использовать донную станцию с уникальными характеристиками мирового уровня, разрабатываемую ФГУП «Опытно-конструкторское бюро океанологической техники» РАН на базе существующего морского автономного регистратора сейсмических сигналов (МАРСС).

Надо сказать, что методы пассивной сейсморазведки, использующей микросейсмы, получают все более широкое применение при изучении строения земной коры и выявлении структурных неоднородностей. Эти методы экономичны, не требуют искусственных источников сейсмических волн и успешно опробованы в различных местах – на Камчатке, в Исландии, Азербайджане, на Северном Кавказе и в Татарстане. На их основе разработаны теоретические и экспериментальные положения эмиссионной томографии с использованием различных типов волн. Нашли применение в пассивной сейсморазведке волны Релея – низкочастотные микросейсмы, которые присутствуют всегда и всюду. И хотя их использование проходит лишь стадию опытно-методического опробования, положительные результаты получены при изучении осадочной толщи и земной коры в Астраханской, Архангельской областях, Украине и на Северном Кавказе. С их помощью в земной коре и верхней части мантии открыты субвертикальные структуры и флюидопроницаемые каналы.

Переинтерпретация существующих сейсмических данных на основе новых методик и подходов привела к получению новой информации о строении среды в уже изученных районах, в том числе в нефтедобывающих, а также к поиску новых месторождений под старыми.

В последние десятилетия приобрели важное значение исследования катастрофических процессов природного и техногенного происхождения. Разрабатываются новые методы геофизического мониторинга с целью прогнозирования землетрясений и техногенных катастроф. Закладываются научные основы развития и совершенствования технологий мониторинга, обеспечения безопасного хранения радиоактивных отходов (РАО) и иных высокоактивных отходов путем создания нового класса кристаллических матриц.

В области геоэкологии и экологической безопасности основное внимание уделяется разработке научных основ и методов моделирования безопасного строительства новых и функционирования уже действующих атомных и гидроэлектростанций, других инженерных сооружений, а также составлению карт районирования, облегчающих анализ рисков и позволяющих уверенно осуществлять



планирование защитных мероприятий. С развитием геологии Мирового океана расширилась сфера экологических исследований и новых подходов в области рационального природопользования.

Практический результат приложения этих новых знаний выражается в расширении минерально-сырьевой базы страны, более надежном прогнозировании и предупреждении опасных катастрофических природных и техногенных явлений, выявлении причин и механизмов изменения окружающей среды и климата для использования их в народном хозяйстве и обороне страны.

Изучению химии и физики атмосферы, исследованиям процессов в атмосфере и на поверхности Земли, механизмов формирования и изменения климата сегодня уделяется пристальное внимание. Широко применяется моделирование климатических изменений, в том числе с учетом влияния на процессы в криолитозоне. Исследуется эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов. Усовершенствуются научные основы рационального природопользования и использования традиционных и новых источников энергии. Проводится изучение географических систем, активно ведется мониторинг состояния различных ландшафтных комплексов.

Серьезное внимание уделяется разработке новых методов и технических средств для исследований поверхности и недр Земли, гидросферы и атмосферы. Исследования приповерхностного слоя Земли и ее внешних оболочек непосредственно связаны с созданием новых технологий и программно-аппаратных комплексов. Заметное развитие получили работы по подповерхностному радиозондированию с целью изучения структуры грунта, поиска и отождествления подповерхностных объектов. Для этих целей разработаны и изготовлены георадары серии «Грот» и «Лоза», которые нашли широкое применение в инженерной геологии, археологии, экологии, строительстве и других направлениях деятельности. Исследована обратная задача подповерхностного зондирования – восстановление подповерхностной структуры среды по данным импульсного зондирования. Дальнейшим развитием этих работ является разработка макета голографического подповерхностного радара.

Исследования вещества, строения и эволюции Земли и других планет методами геохимии и космогеохимии направлены на изучение Земли и Луны как космических тел, на создание моделей строения планет земной группы и разработку сценариев ранней эволюции Солнечной системы.

ОКЕАН

Исключительно важную роль сыграли геофизические исследования в изучении строения и перспектив нефтегазоносности Арктического шельфа СССР (России), а в последние десятилетия – в постановке и решении проблемы внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане (СЛО).

По этой причине в СССР были начаты широкомасштабные геофизические исследования шельфовых морей СЛО, которые продолжены теперь в России. Материалы аэромагнитных съемок, сейсмических наблюдений методом отраженных волн (МОВ), авиадесантных гравиметрических исследований позволили получить уникальную геологическую информацию.

В совокупности с реперными геолого-геофизическими исследованиями на островах и побережье эти работы показали, что на колоссальной площади Арктического шельфа существует несколько крупнейших осадочных бассейнов, о перспективности которых на нефть и газ можно было судить по многочисленным нефтегазопроявлениям на смежной суше и островах, а также открытиям месторождений нефти и газа на севере Западной Сибири, в Усть-Енисейском районе и на побережье Хатангского залива.

По заданию Министерства геологии СССР была подготовлена карта прогноза нефтегазоносности советских северных морей масштаба 1 : 5 000 000 и осуществлен подсчет их прогнозных (геологических) ресурсов по состоянию изученности на 1 января 1971 года.

Результаты количественной оценки показали, что Советский Союз обладает значительным потенциалом ресурсов углеводородов на принадлежащем ему шельфе, который может обеспечить существенный прирост добычи и в XXI веке. Итоги этого первого прогноза явились основани-



ем для широкого разворачивания морских геолого-разведочных работ на нефть и газ, и в 1972 году в практику арктических работ были включены морские сейсмические исследования.

В 1976–1980 годах было проведено бурение системы опорно-параметрических скважин на архипелагах Шпицберген и Земля Франца-Иосифа, о-вах Колгуев и Свердруп. Материалы островных, а также морских поисковых скважин были всесторонне обработаны специалистами ВНИИ океангеологии. Это позволило создать надежную основу для геологической интерпретации геофизических данных по Западно-Арктическому шельфу и в дальнейшем на новом уровне выполнить оценку его нефтегазоносности в очередных количественных прогнозах.

Первая прогнозная оценка нефтегазовых ресурсов Арктического шельфа России показала, что большая часть прогнозных запасов связана с Западно-Арктическим шельфом – Баренцевым и Карским морями. Благоприятные общегеологические предпосылки сочетаются здесь с прямыми признаками нефтегазоносности на островах и очевидными структурными связями с Тимано-Печорской и Западно-Сибирской нефтегазоносными провинциями на прилегающей суше. Баренцево-морский регион привлекателен и более благоприятными климатическими условиями: меньшей по сравнению с восточными морями ледовитостью, более мягким климатом, большей продолжительностью навигационного периода.

Учет этих факторов определил Западно-Арктический шельф в качестве первоочередного объекта исследований в арктических морях. За короткий срок был выполнен комплекс работ, включающий сейсмическое профилирование, аэромагнитную съемку, набортные и донные гравиметрические исследования, донное опробование, геотермические наблюдения, а также геологические исследования на островах. В результате были раскрыты основные черты геологического строения Баренцева и Карского морей: разработана схема стратиграфии, выявлены наиболее крупные структурные формы осадочного чехла, прослежены по площади акваторий основные сейсмо-стратиграфические комплексы, установлена структурная многоэтажность и уникальная мощность отложений в области наибольшего прогибания. Были выявлены локальные структуры, на которых в дальнейшем были открыты крупные газовые и нефтяные месторождения в Баренцевом море и гигантские газоконденсатные – в Карском.

В 1981 году начались поисковые бурения в акватории Баренцева, а с 1987 года и Карского моря.

В 1982 году на о. Колгуев Арктической нефтегазоразведочной экспедицией было открыто нефтегазоконденсатное Песчаноозерское месторождение, а далее последовали открытия целого ряда нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений.

В период 1985–1988 годов были проведены методом обменных волн (МОВ) и корреляционным методом преломленных волн (КМПВ) сейсмические работы и сейсмологические наблюдения землетрясений в южной части моря Лаптевых и дельте р. Лены, позволившие установить здесь все необходимые и достаточные как для нефтегазообразования, так и нефтегазонакопления геологические факторы. По результатам этих работ в дельте р. Лены было обосновано место заложения.

К настоящему времени на Арктическом шельфе России отработано более 675 тыс. пог. км сейсморазведки и пробурено 83 глубоких скважины. В Баренцевом и Карском морях осуществляется лицензионный процесс. В то же время в морях восточно-арктического сектора (Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском) не пробурено ни одной скважины, а Восточно-Сибирское море затронуто лишь единичными профилями МОВ ОГТ (общеглубинной точки).

Важнейшей проблемой изучения Арктического шельфа страны является организация опорно-параметрического бурения, что, по-видимому, возможно лишь *на основе консорциума нефтегазовых компаний при участии и под руководством государства*. В целом общий уровень изученности российского Арктического шельфа сейсморазведкой и бурением, по сравнению с зарубежными нефтегазоносными регионами, остается очень низким: даже в наиболее изученном Баренцевом и Печорском морях он в среднем составляет 0,46 пог. км на 1 кв. км. А, например, в Северном море плотность сейсмических профилей превышает 4 пог. км на 1 кв. км. Количество скважин в Северном море на перспективной площади 457 тыс. кв. км (более чем в два раза меньшей,



чем площади Баренцева и Печорского морей) составит около 5 тыс., в наших же морях глубоких скважин всего 55.

Геология глубоководной части Арктического бассейна оставалась «белым пятном» до середины 1960-х годов. С 1963 года начали проводиться сезонные высокоширотные экспедиции «Север», базировавшиеся на дрейфующем льду. На их базе удалось провести планомерные широкомасштабные геофизические исследования, покрывшие за 30 лет всю глубоководную часть советского сектора акватории СЛО и прилегающие к нему области.

Основными видами исследований были сейсмические наблюдения МОВ и КМПВ-ГСЗ (глубинное сейсмическое зондирование), а также аэромагнитная съемка. Сейсморазведчики в кратчайшие сроки в суровых арктических условиях разработали уникальную методику и технологию наблюдений, позволившую получить первоклассный сейсмический материал. Помимо базовых наблюдений в практику работ внедрили площадные авиадесантные сейсмические наблюдения с использованием самолетов Ан-2. Сейсмические наблюдения в составе экспедиций «Север» начиная с 1965 года дополнялись наблюдениями МОВ на долговременных дрейфующих станциях «Северный полюс», организуемых Арктическим и антарктическим научно-исследовательским институтом (АНИИ).

В результате всей совокупности работ советский (российский) сектор глубоководной части СЛО стал наиболее сейсмически изученной частью Мирового океана. Были выявлены и описаны главные морфоструктуры Арктического бассейна, определены мощность и структура их осадочного чехла, получены уникальные данные о глубинном строении земной коры. К настоящему времени основная часть этих уникальных сейсмических материалов переведена в цифровую форму и занесена в электронный банк сейсмических данных СЛО.

Аэромагнитной съемкой 1 : 1 000 000 – 1 : 5 000 000 масштабов с борта самолета Ли-2 был покрыт весь советский сектор глубоководной части СЛО и частично области, выходящие за его пределы. Результаты этих работ легли в основу фундаментальных геотектонических построений, осуществленных отечественными и зарубежными исследователями.

С 1967 года в комплекс исследований были включены сейсмологические наблюдения. Станции, установленные на островах и побережье СЛО, регистрировали местные, близкие и далекие землетрясения, в том числе из глубоководной части Арктического бассейна. Сейсмологическая информация использовалась для изучения глубинного геологического строения и современной тектоники региона. Создан регулярно пополняемый банк арктических сейсмологических данных, включающий в себя зарубежную и отечественную информацию об арктических землетрясениях за весь период инструментальных наблюдений (с конца XIX века).

В последние два десятилетия главным стимулом геолого-геофизических исследований в Арктическом бассейне стала необходимость решения проблемы внешней границы континентального шельфа (ВГКШ) России в Арктике.

Согласно положениям Конвенции ООН по морскому праву (1982 год), при выполнении определенных геологических критериев, а именно наличия осадочного чехла большой мощности и/или доказанном континентальном типе земной коры, ВГКШ России может быть отодвинута за пределы континентального склона далеко в глубь Арктического бассейна. Благодаря этому может быть значительно расширена экономическая зона России в СЛО и резко увеличен ее минерально-сырьевой потенциал.

В 1983–1986 годах на основе батиметрических данных и имеющихся на тот период времени сведений о строении земной коры был составлен проект положения ВГКШ и разработана программа комплексных работ для надежного геологического обоснования, уточнения или пересмотра этого проекта.

В 1987 году были проведены опытные комплексные геофизические исследования в Центральной Арктике с борта атомного ледокола «Сибирь». Помимо получения ценных сейсмических, сейсмоакустических, магнито- и гравиметрических данных, они позволили обосновать рекомендации по использованию ледокольных судов для работ в Арктике.

Реализация программы работ по проблеме ВГКШ, получившей название «Трансарктика», началась в 1989 году. С ледовой базы экспедиции «Север» были проведены беспрецедентные для Аркти-



ки по масштабам и детальности геофизические исследования в Центральном Арктическом бассейне по субмеридиональному профилю. Главный вид исследований – глубинные сейсмические зондирования (ГСЗ) – сопровождался сейсмическими работами МОВ, гравиметрическими измерениями и аэромагнитной съемкой. После длительного перерыва, вызванного недостатками финансирования, в 2000 году аналогичные работы были продолжены. В этот раз разбазирование экспедиции осуществлялось на научно-экспедиционном судне (НЭС) «Академик Федоров», сопровождаемом атомным ледоколом «Россия». Важным дополнением к геофизическим наблюдениям явился донный пробоотбор, позволивший существенно повысить надежность геологической интерпретации геофизических данных.

По уникальным материалам отечественных гидрографических исследований был произведен морфологический и морфометрический анализ рельефа дна Арктического бассейна и составлены первые в мире детальные орографическая и батиметрическая карты глубоководной части СЛО.

На основе всего огромного массива геолого-геофизических и батиметрических данных, включая и полученные по программе «Трансарктика», была составлена и подана в комиссию ООН официальная заявка, в которой обосновано положение ВГКШ, позволяющее расширить экономическую зону России в Арктике на 1,2 млн. кв. км, что по оценке геологов-нефтяников дает огромный прирост ресурсов углеводородов. Рассмотрению содержания заявки была посвящена работа десятой сессии Комиссии ВГКШ ООН, которая проходила в марте – апреле 2002 года.

Для устранения высказанных Комиссией ООН замечаний в 2005 и 2007 годах были проведены дополнительные комплексные геолого-геофизические наблюдения. По своему составу, методике и технологии эти наблюдения были аналогичны проведенным в 2000 году. В первом случае экспедиция базировалась на НЭС «Академик Федоров», работавшем в сопровождении атомного ледокола «Арктика», во втором случае – на атомном ледоколе «Россия». В 100-километровой полосе вдоль профилей проводилась аэрогеофизическая съемка масштаба 1 : 1 000 000 с летающей лаборатории на самолете Ил-18, базировавшемся в аэропортах Певек и Тикси.

По результатам выполненных исследований Федеральным агентством по недропользованию подготовлены предварительные заявки (использованы только геологические критерии, характеризующие природу земной коры поднятий) по расширенному континентальному шельфу Российской Федерации в Американо-Арктическом суббассейне.

После проведения работ 2005 и 2007 годов предстоит выполнить работы для учета замечания Комиссии ООН и получения дополнительных сейсмических и батиметрических материалов по профилям, расположенным вкост простирания континентального склона.

Для реализации этих исследований, которые Минприроды и Минобороны России планируют совместно провести до 2012 года, потребуются бюджетные ассигнования в объеме 1,2 млрд. рублей. Лишь после этого в 2013 году появятся основания для юридического закрепления за Россией расширенного континентального шельфа за пределами исключительной экономической зоны площадью 1,2 млн. кв. км с ресурсами нефти и газа свыше 5 млрд. т у.т.

Часть II. Геофизические системы

Геофизические системы – это совокупность взаимосвязанных программных, технических и научно-методических средств, объединенных для реализации поставленных целей. На разных этапах и для различных целей формировались разные системы. В СССР было создано несколько геофизических систем:

Сейсмологическая сеть страны, включавшая около 300 сейсмических станций.

Система контроля за испытаниями ядерного оружия – сеть взаимоувязанных программно-технических средств наземного, морского и орбитального базирования, способных принимать, фиксировать, обрабатывать и передавать на центральный пункт информацию об обнаружении факторов, сопутствующих ядерному взрыву. Система охватывала не только территорию страны, но и выходила за ее пределы.



Система гидрометеорологических наблюдений и контроля за состоянием атмосферы.

Система ионосферных наблюдений.

Необходимо отметить, что указанные геофизические системы являлись не управляющими, а информационно-аналитическими, так как принятие решений по результатам полученной информации осуществлялось вне системы. Создание и развертывание этих систем осуществлялось по постановлениям правительства страны, а функционирование элементов этих систем регламентировалось соответствующей нормативно-правовой базой. Однако в XXI веке чисто информационные системы уже не в состоянии обеспечить безопасность общества и государства. Ускоряющиеся темпы развития и усложняющийся ритм жизни диктуют необходимость создания автоматизированных, чаще автоматических геофизических систем.

Так, сейсмические станции геофизической службы СО РАН, находящиеся на расстоянии 13,8 и 3,9 км от Саяно-Шушенской ГЭС (СШГЭС), зафиксировали с точностью до секунды включение неисправного агрегата (записка от 20.08.2009 №15375/49 ГС СО РАН полномочному представителю Президента РФ в Сибирском федеральном округе). Штатный режим работы СШГЭС регистрировался обычно сейсмоколебаниями на частоте 2,38 Гц, что соответствовало работе агрегатов с нормальной скоростью вращения 142,6 об/мин. В момент аварии в период с 8 час. 13 мин. 29,5 сек. до 8 час. 35 мин. были зафиксированы Р и S-волны мощного источника сейсмических волн на частотах 4,6–5, 7–8 и 9–11 Гц. Если бы существовал простой режим оповещения в режиме реального времени, вероятно, аварии можно было бы избежать.

В настоящее время системы контроля состояния и устойчивости таких объектов, как плотины, АЭС, ГЭС, ТЭЦ, тоннели и т.д., реализованы лишь на единичных объектах. Например, контроль подземных захоронений радиоактивных отходов ядерных установок осуществляется только в г. Дмитровграде, а самые большие объекты либо не укомплектованы необходимыми приборами, либо системы морально устарели.

За последние годы исследования по созданию геофизических систем вышли на качественно новый уровень. Разработаны инновационные методы фильтрации природных и стационарных акустических колебаний, что позволит не только обнаруживать, но и распознавать различные объекты. Несмотря на трудности последних 25 лет, отечественная геофизика достигла столь высокого научного и технического уровня, что вполне в состоянии обеспечить работу таких геофизических систем, как:

- система охраны государственных сухопутных и морских границ;
- система охраны особо важных объектов и предотвращения террористических угроз;
- система контроля технического состояния и обеспечения безопасной эксплуатации подземных захоронений радиоактивных отходов, работы АЭС, ГЭС, плотин, тоннелей, мостов, магистральных трубопроводов, высотных зданий и сооружений, железных дорог и т.д.;
- система обнаружения подземных аномалий, пустот и подземных водоемов;
- система инновационных методов разведки.

Конечно, разворачивание таких систем потребует значительных материальных ресурсов, но их создание с лихвой окупится как объемами предотвращенного ущерба, так и открытиями на их основе новых месторождений полезных ископаемых. В новых условиях для создания и внедрения новых геофизических систем России потребуются разработка совершенно новой нормативно-правовой базы. А это, в свою очередь, потребует более тесного взаимодействия РАН с Минприроды, Минобороны, МЧС России и, наконец, с Правительством РФ.

Сегодня Российская Федерация имеет меньше обсерваторий, чем, например, Англия, территория которой многократно меньше территории России. Поэтому-то Указом Президента РФ определена необходимость создания в России около 100 геофизических обсерваторий, часть из которых могла бы быть включена в систему для охраны государственной границы РФ и обеспечения безопасной работы особо важных объектов. Именно такое сочетание функций – охрана и контроль – должны иметь современные геофизические системы. Тогда они быстро окупятся. Возрождение геофизического приборостроения послужит толчком не только к возрождению отечественной электронной промышленности, но и к ускоренному подъему инновационной деятельности вообще.



Перед разработчиками геофизических систем можно ставить следующие реальные задачи:

- по распознаванию образа потенциального нарушителя (человека, группы людей, автомобиля и т.п.);
- по скрытному расположению, в том числе в отдалении от потенциальных нарушителей;
- по передаче информации в режиме реального времени;
- по обеспечению автономности энергоснабжения;
- по обеспечению надежной защиты от ложного срабатывания.

На море сферой применения этих систем могут стать:

- борьба с браконьерами;
- охрана морских портов и баз;
- охрана морских границ и подводных объектов.

Россия сохраняет лидирующие позиции в теоретической геофизике, включая глобальные климатические модели, модели динамики и эволюции Земли, в изучении современной геодинамики Земли с применением спутниковых геодезических систем, изучении современного и древнего магнитных полей Земли, включая сейсмическую томографию.

АКАДЕМИК-СЕКРЕТАРЬ ОТДЕЛЕНИЯ
НАУК О ЗЕМЛЕ РАН АКАДЕМИК
А.О. Глико

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА ВНИИ
ОКЕАНГЕОЛОГИИ ДОКТОР
ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК
О.И. Супруненко

ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТАТЬИ БЫЛИ ИСПОЛЬЗОВАНЫ
МАТЕРИАЛЫ «ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИИ»