планеты Земля предопределило сохранность всего живого на Земле и его продолжительную во времени эволюцию.

1. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. - Новосибирск: Изд. СО РАН Фи-лиал «Гео», 2001. -409 с.
2. Кэри У. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. - М.: Мир, 1991.-448 с.
3. [3] Трапезников Ю.А. Реферативный обзор и критика современных гипотез расширения Земли // Бюллетень Московского общества испытателей природы, отделения геологии. - М.: Изд. МГУ, 1963.- Т. XXXVIII(5).- С.65-74.
4. Анфилов В.Н. Возможна ли свободная конвекция в кристаллической мантии Земли? // Докл. РАН, 2002.- Т.384, №4.- С.473-475.
5. Аксенов В.В. Электромагнитное поле Земли. - Новосибирск: Изд. СО РАН, 2006. - 249 с.
6. Шолпо В.Н. – отв.ред. Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы. – М.: Изд. ИФЗ РАН, 2002. – 234 с.
7. Аксенов В.В. О генерации Главного геомагнитного поля. – Киев: Геофизический журнал, 2004. – Т.26, №6. – С. 174-178.
8. Dirac P.A.M. The Cosmological Constants // Nature, 20.02.1937. - P. 323.
9. Dirac P.A.M. A new basis for cosmology // Proc. Roy. Soc. – 27.04.1938. - P. 199-208.
10. Станюкович К.П. К вопросу о возможном изменении гравитационной постоянной // ДАН СССР, 1962. – Том 147, №6. – С. 1348-1351.
11. Роберт ОРОС ди Бартини. Некоторые соотношения между физическими константами. – М.: ДАН СССР, 1965. – Том 163, №4. – С. 861-864.
12. Ларин В.Н. Гипотеза изначально гидридной Земли. – М.: Недра, 1975. – 100 с.
13. Иваненко Д.Д., Сагитов М.У. О гипотезе расширяющейся Земли. – М.: Вестник Моск. у-та. Физика, астрономия, 1961, №6. – С. 83-87.
14. Тяпкин К.Ф., Довбнич М.М. Вращение Земли – единственный реальный источник энергии ее тектогенеза. – М.: Геофизика, 2007, №1. – С. 59-64.
15. Авсюк Ю.Н. Геофизические ограничения на модельные реконструкции природных процессов // Комплексные исследования по физике Земли. – М.: Наука, 1989. – С. 256-268.
16. Brouwer D. A new Discussion of the Changes in the Earth's Rate of Rotation // Proc. Nat. Acad. of Sci., 1952. – Т. 38, №1. – P. 1-12.
17. Белозёров И.М. Природа глазами физика. Томск: Изд. ТПУ. 2008 г. – 130 с.
18. Аксенов В.В. Гипотезы и мифы современного геомагнетизма. // Scientific-Discussion. 2018. No. 17. – P. 72 – 77.

Обжиров А.И.

Геологические исследования в Дальневосточных морях и организация научных исследований

*Тихоокеанский Океанологический институт им. В.И.Ильичева (ТОИ) ДВО РАН
(Россия, Владивосток)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2019-22

idsp: sciencerussia-10-08-2019-22

Аннотация

Эффективность геологических исследований в Дальневосточных морях зависит, как от грамотной организации экспедиций, так и использования стандартных и новейших методов исследований в них. Эти качества формируются в период профессионального обучения в ВУЗе и в геологических практиках. Основываясь на этих положениях, в ТОИ ДВО РАН в 1979 году была создана лаборатория Газогеохимии, которую организовал автор этой статьи. Лаборатории в 2019 году исполнилось 40 лет. За этот период ее сотрудники выполнили более 40 экспедиций в Дальневосточных и других морях Мирового океана. Изучалось распределение природных газов (метана, тяжелых углеводородов (C₂-C₄), CO₂, O₂, N₂, H₂, He, аргон и ртуть, в донных осадках и воде морей, в атмосфере, и почвенные газы на континенте В результате в морях было обнаружено около 700 потоков пузырей газов (с

аномальным содержанием метана), 20 площадей, на которых в донных осадках обнаружены газогидраты. Определена важная закономерность – природные газы можно использовать, как индикаторы прогноза и поиска нефтегазовых залежей и газогидратов, прогнозировать сейсмические активизации и землетрясения, картировать зоны разломов и определять их глубину проникновения в кору и мантию Земли, определять количество поступающих в атмосферу парниковых газов (CH_4 и CO_2) природного генезиса и определять другие характеристики. Благодаря этим исследованиям, в лаборатории Газогеохимии ТОИ ДВО РАН, на Дальнем Востоке сформирована **научная школа фундаментальных и прикладных газогеохимических исследований**,

Ключевые слова: газогеохимия, потоки природных газов, газы-индикаторы прогноза газогидратов, залежей углеводородов, землетрясений.

Abstract

The effectiveness of geological research in the Far East Seas depends on the competent organization of expeditions, and the use of standard and advanced methods of research and them. These qualities are formed during professional training at the University and geological practices. Based on these provisions, the laboratory of gas Geochemistry, which was organized by the author of this article, was established in the POI FEB RAS in 1979. The laboratory celebrated its 40th anniversary in 2019. During this period, its employees performed more than 40 expeditions in the Far East and other Seas of the World ocean. We studied the distribution of natural gases (methane, heavy hydrocarbons ($\text{C}_2\text{-C}_4$), CO_2 , O_2 , N_2 , H_2 , He, argon and mercury in sediments and water of the Seas, the atmosphere and soil gases on the continent in the Seas. It was discovered about 700 streams of bubbles of gas (with the anomalous methane content), 20 squares, which in the bottom sediments of the discovered gas hydrates. An important regularity is determined – natural gases can be used as indicators of prediction and search for oil and gas deposits and gas hydrates, to predict seismic activation and earthquakes, to map fault zones and determine their depth of penetration into the crust and mantle of the Earth, to determine the amount of greenhouse gases entering the atmosphere (CH_4 and CO_2) of natural genesis and to determine other characteristics. Thanks to these researches of laboratory of gas Geochemistry of POI FEB RAS, **in the Far East the scientific school of fundamental and applied gas geochemical researches is created.**

Keywords: gas-geochemistry, natural gas fluxes, gas is indicators of forecast of gas hydrates, hydrocarbon deposits, earthquakes.

Особенность обучения геологическим наукам

Обучение геологическим наукам, которое происходило в Томском политехническом институте (ТПИ) г.Томск, во время обучения автора статьи, с 1958 по 1963 год, является важным примером подготовки специалистов высокого профессионализма. Использовались три базовых важных составляющих, благодаря которым «рождались» инженеры и ученые.

Первое. В институте, на начальных двух курсах читались лекции по основным научным дисциплинам – физики, математики, химии, начертательной геометрии, теоретической механики, черчении и другим специальностям. Лекции по наукам о Земле – геологии, геофизики, гидрогеологии, минералогии, гидрохимии, геохимии, геодезии и другим направлениям в геологии, читались, в основном, в последующие годы. Благодаря этому развивалось мышление.

Второе. Завершение каждого учебного года, сопровождалось геологической практикой, причем со второго курса в производственных организациях, что давало понимание производственного процесса.

Третье. После завершения обучения в ТПИ и получения дипломов инженеров, всех распределяли в геологические организации, которые были обязаны принять молодых специалистов, сроком не менее 3 лет. За эти годы молодые специалисты закрепляли профессиональные навыки, полученные в ВУЗе, и затем, или продолжали работать инженерами, или поступали в научные учреждения. Если в этой триаде организации науки, какое-то направление отсутствует, то качество обучения снижается. К сожалению, в настоящее время, триада в обучении специалистов отсутствует, и, в тои числе, ВУЗы перестали выпускать инженеров. Бакалавры, магистры – это не инженеры, и Государство не заботится об их устройстве в организациях. Бывшие студенты получают дипломы и ищут любую работу, и большинство не находят возможности работать по полученной специальности обучения. Это потери для Государства.

Изучение геологических и газогеохимических закономерностей в морских экспедициях и их результаты.

Исследования в морских экспедициях выполнялись по международным и российским проектам. В Российско-Германском проекте КОМЕКС (1998-2004 гг.) основной целью экспедиций было комплексное геолого-геохимическое и геофизическое изучение Охото-морского региона, как единой природной системы, сопряженной с обширными областями Восточной Сибири, Дальнего Востока и северо-западной части Тихого океана. Одним из приоритетных направлений было изучение газогидратов, выходов метана на морском дне, их взаимодействие с осадочными комплексами, геологическими структурами и разломной тектоникой.

В совместных Российско-Японско-Корейском проектах ХАОС-1 (2003-2004 гг.) и ХАОС-2 (2005-2011 и 2012-2017 гг.) основное внимание направлено на детальное изучение небольшого района распространения газогидратов на Сахалинском северо-восточном склоне Охотского моря. Цель экспедиционных исследований - поиск новых газогидрат-содержащих площадей и выходов пузырей метана из донных отложений в воду в этом районе, и всестороннее изучение механизма образования и разложения газогидратов. Определение морфоструктурного типа и процента насыщения газогидратов в осадке, для расчета возможности их добычи, как альтернативный источник углеводородов, анализ газогеохимического состава газогидратов. Выяснялась взаимосвязь распространения газогидратов и грязевых вулканов на морском дне, и их связь с грязевыми вулканами на суше.

Результаты исследований

В каждой экспедиции в Дальневосточных морях открываются новые площади залежей газогидратов (рис. 1) в осадках, обычно, в интервале глубин 1-4 м от поверхности дна и, как правило, газогидраты залегают в районе потоков пузырей газа (метана) из донных отложений в воду и, частично, в атмосферу (рис. 2).

Газогидраты представлены слоями 1-10 см толщиной и фрагментами около 5 –10 см в диаметре. Но в Охотском море, в районе Сахалинского северо-восточного склона, на глубине моря 500-800 м был обнаружен слой сплошного газогидрата толщиной 35 см. Газогидраты залежали в 1-2 м от поверхности дна. При подъеме геологических труб с керном донных отложений, содержащих газогидраты, и достижении ими глубины от поверхности около 200 м, на эхограмме появлялась запись выделения пузырей газа из них. Особенно газ стал интенсивно выделяться из керна труб при приближении к поверхности воды. Этот процесс происходит, в связи с диссоциацией газогидрата при снижении давления и (или) повышении температуры. При температуре 0 гр.С и давлении 30 атм, формируется газогидрат при наличии достаточного количества метана и воды. В случае повышения температуры или уменьшения давления из газогидрата выделяется метан. 1 см³ газогидрата содержит 160 см³ метана.

Поверхность дна в районе обнаружения газогидратов, представлена округлыми структурами диаметром 300-700 м, в которых распространены многочисленные мелкие

ямки и бугры. Они образованы, вероятно, газо-флюидными потоками, поднимающимися из глубоких слоев осадочного чехла и, возможно, фундамента. Эти процессы схожи с процессами грязе-вулканической деятельности, как на морском дне, так и на суше. Выяснение вопроса - как эти структуры, газогидраты и потоки метана взаимосвязаны - является одной из целей исследований в экспедициях.

Научно-техническое сотрудничество с зарубежными специалистами и перспективы его развития.

В международных экспедициях, обычно, участвуют 10-12 иностранных ученых, из Японии, Кореи, Германии, Китая и других стран. Вместе с ними в экспедициях были открыты новые газогидрат-содержащие площади, новые выходы пузырей метана из донных отложений в воду и атмосферу. Ранее многие из иностранных коллег не видели, и не знали, что представляют собой природные газогидраты, и как они залегают в донных отложениях. Они учились у нас их обнаруживать и доставать, прослеживать выходы пузырей метана, и выполнять различные экспедиционные исследования. В рейсах много внимания было уделено видеосъемкам газовых гидратов, пузырей метана, что послужило рекламным роликом для получения финансирования и организацией следующих экспедиций со стороны наших иностранных коллег. Они были очень довольны результатами, полученными в экспедициях, и продолжают сотрудничать с российскими учеными. Иностранные коллеги оказывают помощь в выполнении некоторых аналитических измерений, особенно в определении изотопного состава углерода метана (отношения C^{12}/C^{13}).

Рис. 1 Анатолий Обжиров (слева) и Янг Джин (Корея), рейс LV36, 2005 г. Держат кусок газогидрата.

Рис. 2 Эхограмма пузырей метана, поднимающихся из донных отложений на глубине моря более 700 м. Охотское море, рейс LV36, 2005 г.

Заключение

Таким образом, благодаря полученным профессиональным знаниям, в период теоретического и практического обучения в ТПИ, г.Томск, и газогеохимических

исследований в морях Мирового океана, с изучением распределения природных газов в донных осадках и воде морей, и почвенных газов окружающей моря суши, на Дальнем Востоке сформирована **школа фундаментальных и прикладных газогеохимических исследований**, которая активно занимается изучением газогеохимических полей в литосфере, гидросфере и приземной части атмосферы. Фундаментальность исследований состоит в изучении закономерностей распределения и взаимодействия природных газов в этих средах [1]. Прикладное (практическое) значение заключается в использовании природных газов в качестве индикаторов для поиска и прогноза нефтегазовых месторождений, картировании зон разломов и прогнозе их сейсмико-тектонической активизации и, как следствие, землетрясений и цунами, в обнаружении источников поступления газа (метана) в атмосферу и участие их в процессах глобального изменения (потепления) климата, в поиске альтернативных источников углеводородов, в использовании их как индикаторов загрязнения окружающей среды [2-6].

В зоне контакта шельфа залива Терпения и северного склона Курильской котловины обнаружены карбонатные корки, конкреции и куски пород и аутигенные минералы, сцементированные карбонатом. На двух станциях подняты слои и куски газогидратов. Изучен газовый состав воды и осадков. Аномальные концентрации метана в осадке достигают 30-50 мл/л, а в воде – 10-20 мкр/л.

1. Обжиров А.И., Пестрикова Н.Л., Мишукова Г.И., Мишуков В.Ф., Окулов А.К. Распределение содержания и потоков метана на акваториях Японского, Охотского морей и прикурильской части Тихого океана // Метеорология и гидрология. М. 2016. № 3. С. 71-81
2. Обжиров А.И., Болобан А.В., Веникова А.Л. Газогеохимические исследования и робототехника в инженерном проектировании на морском дне. // Подводные исследования и робототехника: глубины океана - наша гигантская лаборатория. 2016. N1 (21). С. 66-71.
3. Обжиров А.И. Газогидраты как альтернативный источник углеводородов // НефтеГазоХимия. 2016. № 4. С. 59-62 .
4. Касаткин С.А., Обжиров А.И. Флюидоконтролирующее значение разломной зоны Носаппу и условия формирования потоков метана и залежей газогидратов (Охотоморский регион). Тихоокеанская геология. 2018. Т. 37. № 1. С. 61-66.
5. Обжиров А.И. О газогеохимических предвестниках сейсмических активизаций, землетрясений и вулканических проявлений на Камчатке и в Охотском море (с привлечением информации о Камчатских научных конференциях 2017 г.). Геосистемы переходных зон. 2018. Т. 2. № 1. С. 57-68