

Исследовательские экспедиции по бурению в Атлантическом и Тихом океанах и в Мексиканском заливе. Research expeditions scheduled to drill Atlantic, Gulf of Mexico, and Pacific sites

Профессор Миллард Ф. Коффин (Millard F. Coffin*), работающий в научном информационном агентстве (Япония) и занимающийся программой интегрированного океанического бурения, рассказывает о некоторых научных целях следующей серии международных буровых экспедиций.

По интегрированной программе океанического бурения (IODP), вступившей в силу еще в 2003 г., совместно работают ученые, занимающиеся геонаукой, океаном и биосферой. Она предоставляет специалистам со всего мира неограниченные возможности заняться изучением большого списка проблем, связанных с морем. Недавно научное информационное агентство представило расписание буровых экспедиций IODP на 2005-2006 г. В ходе этих мероприятий должны быть разрешены критически важные проблемы по Атлантическому и Тихому океанам и Мексиканскому заливу (рис. 1, таблица 1).

IODP, которой занимаются представители из Японии и США при поддержке европейского консорциума океанического исследовательского бурения (ECORD) и Китая, следует научному плану «Земля, океаны и жизнь» (www.iodp.org). В первое время по IODP в распоряжении ученых был «райзер» (буровое судно с металлической трубой, окружающей в свою очередь буровую трубу, которое позволяет возвращать буровые жидкости назад на судно); «райзер» был присоединен к противовыбросному превентору или к отключающему устройству на дне); а также в распоряжении было «нерайзерное» буровое судно (у которого не было «райзерной» трубы и противовыбросного превентора), буровые баржи и самоподъемные буровые установки для мелководья и бурения в Арктике.

К 2006 г. Япония пустит в ход свой новый «райзер» Chikyu, США - «райзерное» буровое судно JOIDES Resolution; а ECORD будет оборудовать платформы, предназначенные для специальных целей.

Запланированные по IODP экспедиции будут напрямую отвечать главным темам научного плана: Земля, океан и жизнь. В этом году состоятся экспедиции по следующим вопросам: 1) бассейн Porcupine

карбонатных куполов; 2) уровень моря южной части Тихого океана (Тайти) – обе экспедиции затронут проблемы изменений окружающей среды и их последствий; 3) Гидрогеология Мексиканского залива, 4) Гидраты окраины Cascadia. Экспедиции 3) и 4) будут посвящены биосфере и процессам, происходящим под океаном.

5) экспедиция по вопросам сверхскоростного расхождения коры (восточная часть Тихого океана) будет направлена на изучение твердой оболочки земли и геодинамики; 6) экспедиция по скважине Monterey будет посвящена наблюдениям за ее технологической и инженерной разработкой.

Все научные цели экспедиций, запланированных на 2005-2006 гг, подробно рассматриваются ниже.

Экспедиция по бассейну Porcupine карбонатных куполов

Поркупинский бассейн, имеющий V-образную форму, примыкает к континентальному шельфу северо-западной Ирландии (Рис. 1). На его территории находится более 1000 карбонатных куполов, высота некоторых из которых составляет 200-250 м. над уровнем морского дна. Такие рифы, которые являются обычным явлением в геологических разрезах, имеют загадочное происхождение. В них может содержаться важная информация о палеообстановке.

В ходе экспедиции будет пробурен купол Challenger и примыкающий участок морского дна в провинции купола Belgica на восточной границе бассейна. Предполагается исследовать следующие вопросы: (1) связь между биосферой и геосферой, в частности роль газоизвлечений в генезисе куполов; (2) флюидный поток как фактор, влияющий на рост куполов и сползание откосов; (3) значимость палеообстановки в формировании куполов; (4) коррелируется ли рельефное несогласие, выявленное по данным отражений сейсмических волн, с локальными и глобальными процессами,

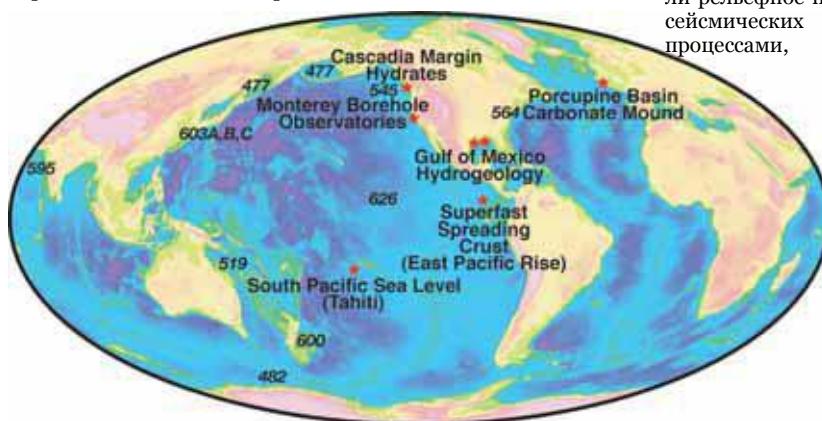


Рис.1

Места проведения IODP экспедиций, запланированных на период с апреля 2005 г. по январь 2006 (красные звездочки с названиями), и возможные предложения, которые могут войти в программу (название или число).

*Океанический исследовательский институт, Университет Токио, 164-8639, Япония. E-mail: mc coffin@ori.u-tokyo.ac.jp

ДЕТАЛЯХ

происходящими в океане, такими как например образование складок в Панамском перешейке и изменения в средиземноморском стоке через Гибралтарский пролив; (5) потенциал куполов для записи изменений палеообстановки в высокой временной разрешенности; и (6) являются ли эти купола современным аналогом фанерозойских рифовых холмов и карбонатных куполовидных образований.

Гидрогеология

Мексиканского залива

Пассивные континентальные окраины являются необычно активными гидродинамическими системами, в которых тесно взаимодействуют осадконакопление, структурная деформация и миграция флюидов. Модель, разработанная Питером Флемингсом (Peter Flemings) из Пенсильванского государственного университета и его коллегами, описывает, как осадконакопление влияет на уплотнение и флюидные потоки в геологических средах, где аргиллиты с низкой проницаемостью «погружаются» в водоносные горизонты с высокой проницаемостью (подробно о модели можно прочитать на www.iodp.org/expeditions/default.html). В ходе экспедиции модель будет испытана посредством (1) характеристики пространственных вариаций в давлении, напряжении, свойствах горных пород и флюидов в водоносных горизонтах, находившихся ранее в промышленной эксплуатации (бассейн Ursula, ~250 км к юго-юго-востоку от Нового Орлеана), и (2) анализа микромасштабного материала в зоне мелководного осадконакопления на территории исходных мест для бурения (бассейн Brazos-Trinity, ~500 км ЮЗ от Нового Орлеана), где поровое давление принимает нормальные значения, а эффективное напряжение различается.

Экспедиция также поможет (1) понять, как проницаемость, скимаемость и скорость осадконакопления влияют на генерацию аномально высокого давления; (2) проконтролировать устойчивость склонов; (3)



Судно *Vidar Viking* - платформа для выполнения специальных заданий (фото: Европейский консорциум по исследовательскому океаническому бурению).



«Райзер» *Chikyu*. (фото: центр глубинной земной разведки, японское агентство по морским и земным наукам и технологиям)

установить датировку основных событий осадконакопления и рассчитать время схода оползней (бассейн Ursula); и (4) понять турбидитные процессы осадконакопления.

Сверхскоростное расширение (спрединг)

коры (Восточно-Тихоокеанское поднятие)

Океаническая кора покрывает более 50% поверхности земли. Целью этих двух экспедиций является взять пробу целого участка верхней океанической коры, формирующемся при сверхбыстрой (>200 мм в год тотального раскрытия) скорости расхождения в области 1256 (программа океанического бурения) на восточном склоне Восточно-Тихоокеанского поднятия. Выявленные отношения между скоростью расхождения и глубиной с осевыми низкоскоростными зонами, были проинтерпретированы как линзы океанической коры. Они свидетельствуют о том, что переход дайки-габбро должен быть наиболее верхним в коре, сформированной при высокой скорости расширения. В области 1256, по расчетам, габбро прогнозируются на глубинах субфундамента 900-1300 м. При использовании существующей скважинной инфраструктуры, необходимой для глубокого бурения океанической коры, в ходе двух экспедиций планируется пробурить скважину глубиной в ~1500 м и отобрать первые образцы полного разреза океанической коры от вулканических пород и даек в габбро.

Целями экспедиции являются (1) определить литологию 2-го и 3-го сейсмических слоев, характеризующихся изменениями градиентов скоростей продольных волн; (2) выяснить природу интенсивных магматических очагов; (3) установить связь в отношениях между магматическими очагами и вышележащей лавой и дайками; (4) установить взаимосвязь между магматическими, гидротермальными и тектоническими процессами в верхней и средней океанической коре; и (5) определить, какое влияние на магнитные аномалии оказывают различные слои.

Уровень моря южной части Тихого океана (Тайти)

Уровень моря и температура поверхности моря (SST) в контексте последнего таяния ледников определяют динамику больших ледниковых щитов, которая влияет на земную изостазию или равновесие литосферы. Бурение рифов на тектонически неактивном Тайти, удаленном от ледниковых участков, дает возможность (1) реконструировать историю таяния ледников

(20,000 - 10,000 лет назад) для установления минимального уровня моря во время последнего ледникового максимума (LGM); (2) оценить область распространения, цикличность и амплитуду колебаний талой воды (например, MWP-1A и MWP-1B 13,800 и 11,300 тысяч лет назад, соответственно), которые, возможно, повлияли на изменение общего термального режима океанической циркуляции, а следовательно, на глобальный климат; (3) пронаблюдать за изменениями температуры SST, которые сопровождают трансгрессию или подъем уровня моря; и (4) обрисовать картину краткосрочных палеоклиматических изменений (например, El Nino- Southern Oscillation, или ENSO), возникших в переходный период между LGM и сегодняшними климатическими условиями.

Гидраты окраины Cascadia

Морские газогидраты встречаются повсеместно. Особого внимания требует придонный слой дисперсного гидрата, расположенный прямо над областью равновесного состояния давления и температур для этих гидратов. Целью данной экспедиции, которая будет проходить недалеко от островаバンкувера, является испытать модели концентрации гидратов через верхнюю транспортировку флюидов и метана в осадочные отложения аккреционной призмы или посредством тектонического перемещения осадков от нисходящих к вышележащим плитам в зонах субдукции.

В ходе бурения и сопутствующих измерений предполагается затронуть следующие вопросы: 1) получение метана преимущественно при микробиологических процессах в толстых осадочных отложениях в вертикальном направлении; 2) верхняя транспортировка метана через проницаемые разломы регионального гранометрического масштаба, вызванные тектонической консолидацией аккреционной призмы; 3) включение метана в слои гидратов над придонным отражающим горизонтом, или в локальные концентрации на поверхности дна или вблизи его, возможно, через сфокусированные струи или каналы; 4) утечка метана из гидрата из-за верхней диффузии и 5) окисление и слияние метана в донном карбонате или выброс в океан. Количество гидратов в локальных скоплениях вблизи дна особенно важно для понимания влияния морских гидратов на изменение климата.



Chikyu в море. (фото: центр глубинной земной разведки, японское агентство морских и земных наук и технологий).



Арктическая экспедиция. (фото: Европейский консорциум океанического исследовательского бурения)

Скважинные обсерватории Monterey

В океане постоянно происходят геологические, физические, химические и биологические изменения. Динамические процессы требуют дальнейшего изучения. Цель экспедиции - подготовить новый этап донных скважинных экспериментов, пробурив две скважины и испытав скважинное оборудование, подсоединенное к подводным кабелям в заливе Monterey, Калифорния.

Обе скважины обсадят цементом для большей стабильности. Они будут оборудованы воронками для повторного ввода и системой отладки для (1) океанографического оборудования; (2) экспериментальных протоколов; (3) операционных процедур; (4) управлеченческой политики; (5) регистрации данных и (6) образовательной программы для любых будущих обсерваторий. Одна скважина сначала будет использована для установления гидрологического и геохимического баланса. Другая, находящаяся в 2000 км, должна будет минимизировать поток флюидов, который является источником сейсмического шума. На ней также будет установлен скважинный сейсмометр.

Последующие экспедиции (после января 2006)

На рассмотрение экспедиций, которые должны начаться после января 2006 г, представлено 14 программ по бурению (рис. 1; www.iodp.org). Как и все запланированные ранее мероприятия, эти предложения отвечают трем главным темам исходного сейсмического плана IODP.

Два предложения посвящены вопросам биосфера и поддонным процессам в океане: гидропеология хребта Juan de Fuca (#545; вторая экспедиция) и Мексиканского залива (#589; 2-я экспедиция). В шести заявках рассматриваются изменения в окружающей среде и их возможные последствия: климатическая история периода плиоцена-плейстоцена в Охотском и Беринговом морях (#477), таяние арктических ледников Земли Уилкса (#482), Южно-Тихоокеанский морской уровень – Большой Барьерный риф (#519; 2-я экспедиция), Каскадийские маргинальные гидраты (#553; 2-я экспедиция), морской уровень Нью Джерси (#564), хребет Indus Fan и Murgay Ridge (#595), морской уровень бассейна Кентербери #600), и временной экваториальный разрез Тихого океана (#626).

Три других предложения связаны с земными циклами и геодинамикой: NanTroSEIZE фаза 1 (#603A), NanTroSEIZE

дetaлях

фаза 2 (#603B) и NanTroSEIZE фаза 3 (#603C). В программу по скважинным наблюдениям Monterey дополнительно включены задачи технологических и инженерных разработок (#621; 2-ая экспедиция).

Ученые, заинтересовавшиеся какими-либо из этих программ, могут обратиться за дополнительной информацией на www.iodp.org.

Структура IODP научного информационного агентства (SAS)

В настоящее время структура IODP состоит из семи постоянных комитетов. Председательство SAS находилось в информационном научном центре в институте океанических исследований, Университет Токио, с 1 октября 2003 до 30 сентября 2005. Международное управление IODP (www.iodp-mi-sapporo.org/isas.html; science@iodp-mi-sapporo.org) в Саппоро, Япония, принимает новые предложения по бурению от ученых со всего мира, а SAS их оценивает, распределяет и составляет расписание экспедиций, куда могут войти любые специалисты вне зависимости от национальности. Заявки на участие в IODP принимаются японским консорциумом наук о земле (www.aesto.or.jp/j-desc/english/researcher_bosyu05_e.html;aesto-iodp@aesto.or.jp) от японских ученых и других специалистов из западно-Тихоокеанского региона. Заявки от ученых из США - альянсом океанографических

институтов (www.ussspiodp.org/Science_Support/Sailing_Information/default.html; staffing@joiscience.org), ECORD (www.geo.vu.nl/users/essac/; essac.amsterdam@falw.vu.nl) - от специалистов из Европы и Канады, и IODP-China (www.iodp-china.org; lzhifei@online.sh.cn) - для ученых из Китая.

Организациями, ответственными за буровые платформы, являются Центр глубинной земной разведки (CDEX) японского агентства морских и земных наук и технологий (JAMSTEC) (www.jamstec.go.jp/jamstec-e/odinfo/cdex_top.html). Они отвечают за «райзер» Chikyu; альянс океанографических институтов (JOI) (www.oceandrilling.org) - за «нерайзерное» судно JOIDES Resolution; а научный оператор ECORD (ESO) (www.ecord.org/eso/eso.html) - за платформы, предназначенные для специальных целей.

Благодарность

Программу IODP спонсируют японские министерства образования, спорта, культуры, науки и технологии (www.mext.go.jp), американская национальная научная организация (www.nsf.org), европейский консорциум исследовательского океанического бурения (www.ecord.org) и китайское министерство наук и технологий (www.most.gov.cn). Статья подготовлена J.-P. Henriet, P. Flemings, J. Alt, G. Camoin, M. Riedel, и C. Paull; N. Eguchi предоставил рис. 1.