

УДК 551.462.64:004.652.6

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СТАНДАРТА МЕТАДАНЫХ ПО РЕЛЬЕФУ ПОДВОДНЫХ ГОР

© 2009 А.М. Асавин¹, Е.В. Жулева²

¹Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва, 119991;
e-mail: aalex06@inbox.ru

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, 117997; e-mail: lenageo@rambler.ru

Для упорядоченного хранения фактических данных по рельефу подводных гор необходимо создание современной информационной системы. Важным этапом построения геоинформационной системы является разработка метаданных, которые отражают логическую структуру и смысловое значение хранящейся информации.

Приводится описание стандарта метаданных и комментарии к информации, включенной в описание рельефа подводной горы. Разработка тематического стандарта на метаданные по рельефу подводных гор ориентирована на составление наиболее полной и лаконичной характеристики объекта. Предложенная структура специализированной базы данных объединяет морфологическую, геологическую и геофизическую информацию, необходимую для полноценного описания рельефа подводных гор и его историко-генетического анализа. Доступность информации и возможность формирования интересующей исследователя выборки данных для проведения количественного анализа увеличивают разнообразие и надежность проводимых исследований.

Ключевые слова: геоинформационная система, метаданные, подводная гора, рельеф, морфологические характеристики.

ВВЕДЕНИЕ

Накопление большого объема фактических данных по морфологии подводных гор Мирового океана со всей остротой ставит вопрос об их организованном хранении для того, чтобы избежать потерь и обеспечить доступность. Представляется, что решению этой проблемы может служить создание информационной системы по подводным горам. Современные информационные системы, в отличие от старых локальных баз данных, ориентируются, прежде всего, на Интернет технологии передачи и хранения данных. Предполагается, что основной трафик обмена данными, их получения и обработки, взаимодействия с пользователями будет происходить через Интернет. Соответственно необходимо определить возможности взаимодействия с другими информационными источниками и потребителями на программном уровне. Этим целям служит система стандартов на метаданные, которые включают в себя набор полей (атрибутов, свойств и т.п.), позволяющих характеризовать рассматриваемый объект.

Стандартизация метаданных обеспечивает упорядоченность хранения информации на логическом уровне и возможность использования автоматических процедур поиска и сбора данных на программном уровне. Поэтому мы поставили задачу разработки структуры стандарта метаданных для описания подводных гор как мультидисциплинарного природного объекта исследования.

Представление о широком распространении подводных гор на дне Мирового океана складывалось постепенно, по мере развития технических средств изучения и освоения океанских глубин. Совершенствование способов проведения батиметрической и спутниковой альтиметрической съемки позволило на протяжении продолжительного времени фиксировать новые подводные горы и уточнять характеристики уже известных.

Изучение рельефа подводных гор не только служит развитию геоморфологии дна океана; оно дает важные результаты для понимания процессов магматизма океанов и для определения глубинного строения земной коры в областях его

проявления (Седов и др., 2005; Hillier, 2006; Moo et al., 2007; Pranab et al., 2007; Watts et al., 2006; Yoshibumi, Yukihide, 1995 и др.). Необходимо отметить, что многочисленные фундаментальные проблемы, существующие в области океанологии, тектоники плит, геохимии горных пород, не могут быть решены без анализа пространственных и временных особенностей проявления процесса подводного вулканизма океанов. Рельеф связывает геологическое прошлое с географическим настоящим и предопределяет экологическое будущее (Ласточкин, 2005).

В настоящее время, когда объем информации по исследованию океанского дна огромен и продолжает увеличиваться с каждой научно-исследовательской экспедицией, безусловна потребность в современной базе данных по подводным горам. Задача разработки информационного ресурса по рельефу подводных гор Мирового океана является на сегодняшний день нерешенной и весьма актуальной.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПО ПОДВОДНЫМ ГОРАМ ОКЕАНА И ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В России опубликован ряд обобщающих работ по подводным горам океанов (Агапова и др., 1990; Городницкий, 1985; Ефимов, Турко, 1995; Жулева, 2007; Кононов и др., 2002, 2003; Марова, 1987; Марова, Алехина, 1992; Международный..., 2003 и др.). Из последних монографий можно упомянуть работу по геоморфологии подводных гор ложа океана Е.В. Жулевой (2004) и сводку по биоценозам подводных гор Северной Атлантики А.Н. Миронова с соавторами (Mironov et al., 2006).

В имеющихся российских информационных ресурсах, посвященных океану (программа ЕСИМО), данные по рельефу подводных гор отсутствуют (<http://www.mpg-info.ru>). Геохимия внутриплитового магматизма Атлантического океана и частично распределение подводных гор на дне (рисунок) рассмотрены в проекте Электронная Земля в рамках базы данных по геохимии внутриплитового магматизма (<http://earth.jssc.ru/gim>).

Специализированные базы данных по подводным горам разрабатываются в Интернете в рамках таких международных программ, как: NYC Open Accessible Space Information System (OASIS) (<http://www.oasisnyc.net/>), Seamount Biogeoscience Network (SBN) (<http://earth.ref.org/SBN>), Seamount Online (<http://seamounts.sdsc.edu>). Наиболее полной базой данных по подводным горам Тихого океана является сводка П. Вессела (Wessel, 2001), созданная на основе анализа аль-

тиметрических данных и содержащая информацию примерно о 150000 подводных гор.

На совещании International Marine Data and Information Systems Conference (Афины, Греция, 31 марта-2 апреля 2008 г.) было представлено около сотни разнообразных информационных Интернет систем, посвященных морским исследованиям, хранению и обработке данных (International..., 2008).

Взаимодействие информационных систем состоит в обмене информацией и получении пользователем пула данных, составленного по его запросу из различных Интернет источников.

Это означает, что программа запроса (диалог с пользователем) должна иметь программную возможность автоматически определять структуру хранящейся на серверах информации, ее доступность и наличие.

Основой для реализации этих возможностей служит система унификации метаданных по определенным стандартам. Заранее зная стандарт метаданных, мы создаем информационные системы по различным тематикам в соответствии с этими стандартами. В результате, независимо от вида базы данных, системы управления базами данных (СУБД), используемой на конкретном сервере, программной реализации диалога с пользователем на конкретном Интернет сайте, появляется возможность организовать унифицированную систему обмена между удаленными серверами.

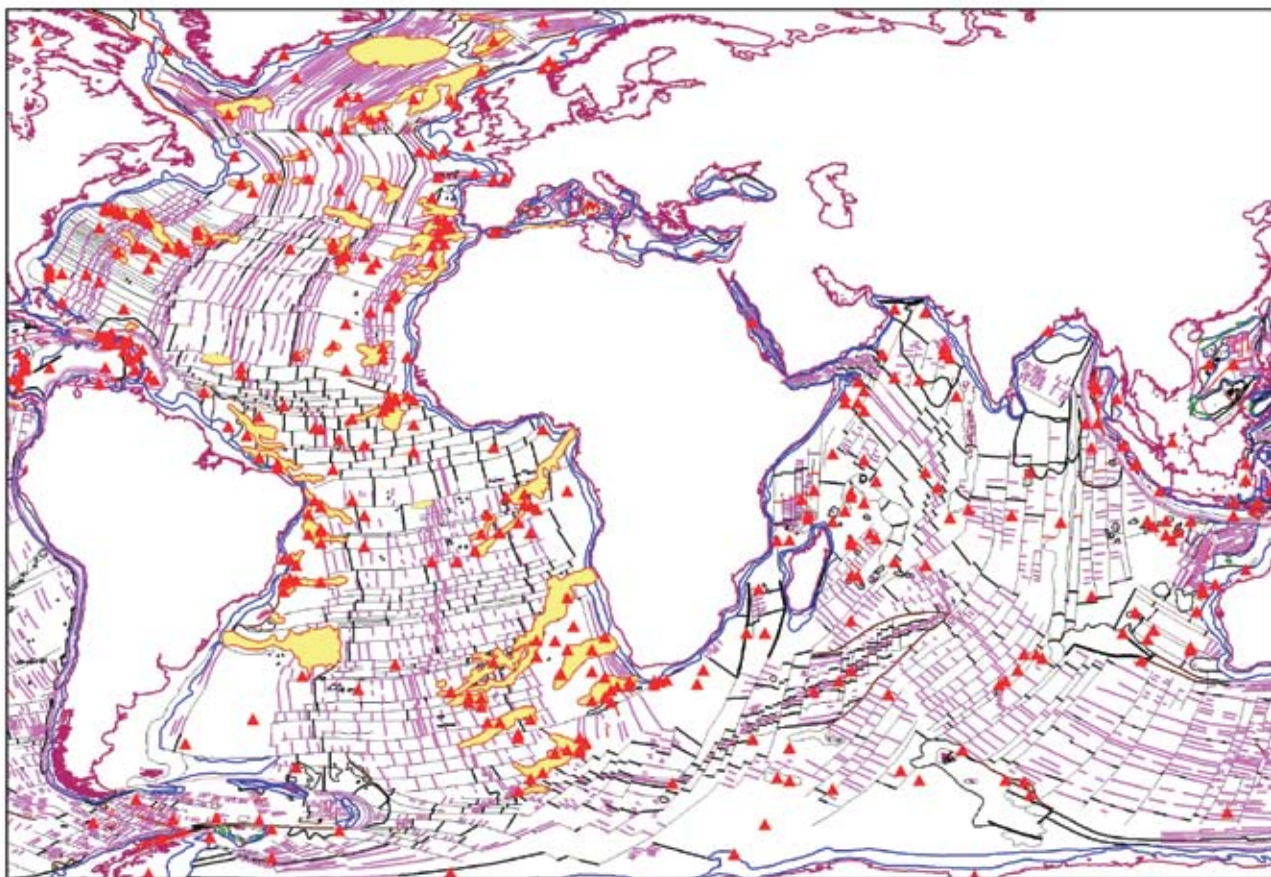
Как это конкретно работает? Существуют следующие методы доступа к объекту:

- Web Map Servers (WMS)
- Web Feature Servers (WFS)
- Web Coverage Servers (WCS)

Эти методы реализуются через соответствующие сервисы, поддерживаемые программно специализированными серверами. Например, WFS сервис возвращает данные из различных источников с возможностью редактирования, а WMS сервис позволяет предоставлять доступ к множеству карт.

В настоящее время уже имеются унифицированные стандарты на хранение информации по географическим объектам (ISO19115), система метаданных SeaDataNet – описание наблюдений за морскими и подводными объектами. Разработаны первые варианты метаданных для морских биологических и седиментологических наблюдений.

Все это создает хорошие технологические предпосылки для разработки конкретных тематических систем и их объединения в общее информационное поле. Вопросы об организационных возможностях и конкретных реализациях этих Интернет систем являются задачами



Пример ГИС-проекта «Электронная Земля. Подводные горы». В качестве картографической основы использована карта полосовых магнитных аномалий геодинамического глобуса. Треугольники – подводные горы (<http://earth.jssc.ru/gim/>).

ближайшего будущего.

Примером разрабатываемой в настоящее время международной информационной системы является межевропейская программа SeaDataNet. В нашей стране она реализуется в рамках программы ЕСИМО. В программе ставится задача на основе единого стандарта метаданных объединить информацию о результатах рейсов научных судов, о станциях наблюдения и донных опробованиях и т.п.

В построении географических информационных систем (ГИС) можно выделить несколько логических уровней обработки и анализа данных, на каждом из которых существуют свои технические решения и стандарты.

1 уровень. Сбор данных. Решаются проблемы аппаратного получения данных, их первичной обработки и тестирования, внутреннего согласования данных по пространственно-временному признаку. Для подводных гор к этим работам можно отнести батиметрические и спутниковые измерения. Кроме того, океанологические исследования глубинных течений вокруг подводных гор и их скоплений и особенностей стратификации океанических вод (по температуре, солености и т.п.) проводятся с помощью подводных буев в режиме он-лайн в

течение достаточно длительных периодов времени (Gerkema, van Hare, 2007; Matthew et al., 2004; Trasviña-Castro et al., 2003).

2 уровень. Создание метаданных с учетом разработанных международных стандартов по первичной информации. Этот уровень формирует сведения о логическом содержании данных и физическом их хранении. Обычно он включает как общую информацию, детально описывающую источник данных (институт, экспедиция, проект, станция и т.д.), пространственное и временное расположение набора данных (по OGC стандарту ISO 19115, описывающему ГИС-данные), так и специальную часть тематических стандартов. Уже разработаны стандарты на метеорологические и биологические данные, информацию по гидрологии и гидрохимии океана, экологическим наблюдениям. Существуют программно-информационные решения по ряду геофизических наблюдений (магнитометрия, тепловой поток), литохимическим данным по морским осадкам и ряду других областей. Однако, несмотря на большое количество работ (International..., 2008), посвященных этой проблеме, многие вопросы пока еще остаются открытыми. И в частности, стандарт на описание рельефа подводных гор пока еще предстоит

разрабатывать.

3 уровень. Системы хранения данных, их визуализация и пользовательский интерфейс для создания выборок. Технические решения этих задач достаточно хорошо разработаны и основаны на веб-технологиях поддержки взаимодействия пользователя с удаленными базами данных и ГИС-технологиями визуализации пространственных данных и создания систем электронных карт. Для цифровых данных грид-типа (точечных данных, полученных по регулярной сети наблюдений) обычно используются различные СУБД, от MY-SQL до ORACLE, сопряженные с ГИС и специализированными серверами типа ARC-IMS (ESRI) или MapServer (Minnesota University) (<http://mapserver.gis.umd.edu>), которые служат для хранения грид-данных карт, аэро- и космических снимков и другой подобной информации.

4 уровень. Инструменты для анализа данных, создания выборки по заданным критериям и обработки данных для получения новой информации. Этот верхний уровень работы с данными и взаимодействия с конечными пользователями отличается большим разнообразием решений, и унификация здесь отсутствует. Это понятно, поскольку у каждого коллектива разработчиков имеются свои приоритетные решения и методы анализа данных. Например, в системах с большим количеством картографических данных обычно используются так называемые «галереи» или «библиотеки данных», в которых в виде каталога представлена часть метаданных по формату ISO 19115, и приводится «врезка» обзорной мелкомасштабной карты, содержащей район исследования. В системах, обрабатывающих данные наблюдений в виде временных рядов, обычно для выборки используются запросы с интервалами по времени и пространству одновременно.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ МЕТАДААННЫХ ПО РЕЛЬЕФУ ПОДВОДНЫХ ГОР

Предполагается, что создаваемая информационная система по подводным горам должна обеспечивать возможность применения историко-генетического подхода к анализу рельефа подводных гор. Поэтому предлагается в структуру базы данных включить не только морфологическую, но также некоторую геологическую и геофизическую информацию, как числовую, так и текстовую. Предлагаемый тематический стандарт на метаданные представлен в табл. 1.

Процесс разработки информационной системы включает в себя характеристику ме-

таданных и описание смыслового значения информации, включенной в каждую группу признаков.

1. Номер.

Порядковый номер автоматически присваивается каждой подводной горе при внесении ее в каталог.

2. Название.

Приводится название горы на русском языке. Иногда географические объекты, в том числе подводные горы, характеризуются несколькими наименованиями, данными различными исследователями. В таком случае приводится и наиболее употребительное и альтернативное название подводной горы.

3. Международное название.

Указывается утвержденное название горы на английском языке, соответствующее указанному русскому.

В настоящее время разработкой географических названий форм подводного рельефа занимается Межправительственная океанографическая комиссия (Gazetteer..., 2002). Географические названия присваиваются подводным горам, показанным, либо которые могут быть показаны, на Генеральной батиметрической карте океанов (ГЕБКО) и на международных гидрографических мелкомасштабных сериях карт (1:2 250 000 и мельче). Огромное количество неназванных гор составляет проблему топонимики.

4. Название горной системы.

Признак включает название горного хребта, архипелага островов, системы подводных гор и т.п., в пределах которых расположена гора. Этот признак необходим для создания связей между горами, относящимися к единой морфотектонической структуре океанского дна.

Для характеристики понятия «горная система» используется формальное определение «системы», как «устойчивой совокупности ряда элементов» (Система, 1973). В качестве горной системы рассматривается совокупность подводных гор и/или островов, и выделяются: горы, хребет, горная цепь, архипелаг. *Горы* — это большая группа подводных гор со сложными структурными взаимосвязями объединенная общими геодинамическими процессами развития земной коры в этом районе (например, Магеллановы горы). В том случае, если скопления гор являются протяженными и относительно узкими, они формируют горные хребты и цепи (например, Гавайский хребет, Императорские горы, Лаккадивские острова). Под *архипелагом* понимается группа островов, лежащих на небольшом расстоянии друг от друга, имеющих обычно одинаковое происхождение и сходное геологическое строение (например, острова Зеленого Мыса, Азорские, Канарские, Маркизские,

Таблица 1. Стандарт описания подводной горы

№ признака	Содержание признака	Английское обозначение включенных полей
1	Номер	NUMBER
2	Название	SEAMOUNT_NAME1
3	Международное название	SEAMOUNT_NAME2
4	Название горной системы	SEAMOUNT_SYSTEME_NAME
5	Тип горы	SEAMOUNT_CHAPE
6	Географические координаты	LATITUDE LONGITUDE
7	Приуроченность к форме рельефа дна	LOCATION
8	Батиметрические характеристики	DEPTH_SUMMIT DEPTH_BASIS
9	Морфометрические характеристики	SEAMOUNT_HEIGHT BASIS_AREA BASIS_EXTENSION BASIS_AZIMUT
10	Возраст	SEAMOUNT_AGE METHOD_AGE PLATE_AGE
11	Геолого-геофизическая изученность	SAMPLING
12	Рудные образования	ORE_FORMATIONS
13	Извержения	ERUPTION_AGE ACTIVITY_TYPE
14	Эрозионно-абразионные террасы	TERRACE_DEPTH TERRACE_AGE TERRACE_WIDTH TERRACE_HIGHLY
15	Олисторомы	LANDSLIDES_TYPE LANDSLIDES_SIZE
16	Библиография	BIBLIOGRAPHY

Общества, Туамоту).

В том случае, если подводная гора представляет собой изолированное поднятие, поле признака остается свободным.

5. Тип горы.

В признак включены видовые термины, отражающие физиографические особенности океанских гор: пик, банка, гайот, подводная гора, атолл, остров. Данная классификация традиционно использовалась в океанографии. Возможно, в настоящее время ее следует расширить и переработать с учетом новых данных. Используемая классификация утверждена Международным комитетом по номенклатуре форм рельефа дна океанов (Подводные..., 1978). Согласно принятой терминологии *подводная гора* – это изолированное или сравнительно изолированное поднятие глубоководного дна высотой 1000 м и более; *подводный пик* – подводная гора с остроконечной вершиной; *гайот* – подводная гора, вершина которой представляет собой гладкую платформу и расположена на глубине более 200 м. При глубине над вершиной менее 200 м употребляется термин «*океаническая банка*». *Остров* формируется из подводной горы в том случае, если ее вершина поднимается над поверхностью океана и образует изолированный

участок суши. *Атолл* – это коралловый остров, формирующийся на погруженном вулканическом основании в тропической зоне океана. В пределах атолла может сохраняться невысокий вулканический остров, окруженный лагуной, которая отделена от открытого океана кольцом кораллового рифа. Либо атоллы имеют вид кораллового острова, окружающего центральную лагуну.

6. Географические координаты (2 поля).

1) Географическая широта. Фиксируется в целых и долях градусов. Северная широта имеет положительное значение, южная – отрицательное.

2) Географическая долгота. Фиксируется в целых и долях градусов. Восточная долгота имеет положительное значение, западная – отрицательное.

Предлагается задавать определенные по карте или взятые из литературного источника координаты минимальной батиметрической отметки вершины подводной горы либо координаты вершины острова.

В современных базах данных получила распространение парная система координат, позволяющая определить положение объекта, задавая географические координаты

прямоугольника, в пределах которого он расположен (International..., 2008). Используются минимальные (левый нижний угол) и максимальные (правый верхний угол) значения координат этого прямоугольника. Возможно, эта система более удобна для географической привязки крупных площадных объектов типа подводных гор. Однако этот вопрос требует обсуждения.

7. Приуроченность к форме рельефа дна.

С использованием принятой терминологии по стандартизации наименований форм подводного рельефа, приводится видовой термин, определяющий форму подводного рельефа, в пределах которой расположена гора либо включающая ее горная система. Перечень терминов, необходимых для описания локализации подводных гор на дне океана, приведен в табл. 2.

8. Батиметрические характеристики (2 поля).

1) Глубина вершины горы, определенная по карте либо взятая из литературного источника по результатам детальных батиметрических исследований. Приводится в метрах, положительным числом, указывающим, насколько вершина подводной горы расположена ниже уровня моря.

В случае острова, числом, после которого стоит знак +, обозначается, на сколько метров его вершина превышает уровень моря.

Сложность заполнения этого поля заключается в том, что величины в работах разных авторов отличаются. Поэтому для одной и той же горы можно увидеть разные значения, полученные из различных источников. Следовательно, этот параметр должен быть указан по минимальному из имеющихся определений глубин поверхности горы.

2) Глубина определенного по карте «видимого» основания горы в метрах.

9. Морфометрические характеристики (4 поля).

1) Высота горы в метрах.

2) Площадь основания горы в квадратных метрах.

Рассчитывается по изобате, описывающей основание подводной горы.

3) Вытянутость основания горы: приводится коэффициент, равный отношению ширины основания горы к его длине.

Измеряется коэффициент в долях единицы. Максимального значения, равного 1, этот параметр достигает в случае изометричного

Таблица 2. Формы подводного рельефа, в пределах которых располагаются подводные горы океанов

Термин международный	Термин российский	Определение по (Gazetteer..., 2002)
Abyssal plain	абиссальная равнина	плоская, слегка наклонная или почти горизонтальная поверхность дна на абиссальных глубинах
Basin	котловина	впадина, изометрическая по форме и различных размеров
Canyon	каньон	сравнительно узкая, глубокая депрессия с крутыми склонами
Continental rise	континентальное подножье	пологий склон, поднимающийся от океанских глубин к основанию континентального склона
Continental slope	континентальный склон	склон, спускающийся от края шельфа к континентальному подножью или до глубин, где отчетливо уменьшается его крутизна
Escarpment	уступ	крутой протяженный склон, разделяющий два горизонтальных или слабо наклонных участка дна
Fracture zone	зона разлома	линейная протяженная зона интенсивно расчлененного рельефа, характеризующаяся сочетанием крутосклонных асимметричных хребтов, депрессий и уступов
Hole	впадина	небольшая замкнутая депрессия на дне
Ridge	хребет	А) протяженное узкое поднятие с крутыми склонами; Б) океаническая горная система глобальной протяженности
Rise	поднятие, возвышенность	обширное поднятие дна с пологими выровненными склонами
Terrace	терраса	относительно выровненная, горизонтальная или слегка наклонная поверхность дна, местами вытянутая и узкая, ограниченная сверху и снизу крутыми склонами
Valley	долина	неглубокая, широкая депрессия значительной протяженности, дно которой имеет постоянный уклон

основания постройки.

4) Азимут простираения основания горы.

Включенная в 9 признак информация предназначена для формализации морфометрического анализа и его развития. Например, появится возможность автоматизировать расчет объема гор, что важно для различных геологических задач.

10. Возраст (3 поля).

1) Возраст горы в миллионах лет с поправкой на точность измерения.

Подводная гора это долгоживущий объект со своей историей, отраженной как в рельефе горы, так и составе слагающих ее пород. Как это принято в вулканологии, за время формирования горы (seamount age range) можно принять интервал от первого этапа создания вулканического аппарата на поверхности морского дна до завершающего этапа вулканической деятельности. Для крупных вулканов этот промежуток может составлять десятки миллионов лет. Поэтому вопрос о возрасте горы достаточно сложен, и есть смысл определить его интервалом возрастов наиболее древних и наиболее молодых слагающих вулканогенных пород. К этому следует прибавить особенности определения возраста с помощью различных методов со своими систематическими ошибками.

2) Метод определения возраста.

3) Возраст несущей литосферы в миллионах лет.

11. Геолого-геофизическая изученность.

Приводится перечень основных исследовательских работ, которые были проведены на подводной горе, с указанием страны, судна, номера и сроков рейса. В числе используемых методов и способов проведения геолого-геофизических исследований подводных гор можно выделить такие, как: многолучевое эхолотирование, спутниковая альтиметрия, геомагнитная съемка, гравиметрическая съемка, геотермическая съемка, съемка гидролокатором бокового обзора (ГБО), непрерывное сейсмическое профилирование (НСП), драгирование, бурение глубоководных скважин, литологическое опробование с помощью дночерпателей и прямоочных грунтовых трубок, работы с подводного и глубоководного обитаемого аппарата (ПОА и ГОА), и с водолазного колокола, сбор данных с буксируемого подводного аппарата (БПА), подводное фотографирование, подводная телесъемка. Этот перечень позволит устанавливать связь настоящей системы с уже существующими тематическими электронными базами данных, в которых хранятся результаты разнообразных проведенных исследований. Например, могут быть установлены контакты с базами данных по рыхлым осадкам и по материалам глубоководно-

го бурения, которые необходимо использовать для описания и исследования аккумулятивных поверхностей. Вопрос взаимодействия информационных систем, основанных на разных стандартах метаданных, сложная проблема. Необходима разработка принципиальной схемы такого взаимодействия хотя бы с двумя стандартами: OGC ISO 19115 – стандарт на ГИС и SEA-DATANET – стандарт на описание данных морских исследований.

12. Рудные образования.

Указывается наличие таких образований как железомарганцевые конкреции, железомарганцевые корки, фосфориты, сульфиды и т.п. Как и в предыдущем признаке, информация носит общий характер и должна позволить связаться с информационными системами по геофизике, геологии и геохимии.

13. Современная вулканическая активность горы (2 поля).

1) Возраст современных вулканических извержений, современных гидротерм и т.п.

2) Форма современных вулканических построек: наличие кальдеры, вторичных вулканических конусов, разломных структур и т.п.

14. Эрозионно-абразионные террасы (4 поля).

1) Глубина террасы относительно уровня моря в метрах.

2) Возраст террасы в миллионах лет.

3) Ширина террасы в метрах.

4) Высота террасы – высота вертикальной стенки, отделяющей субгоризонтальную поверхность террасы от вершины горы либо от соседней террасы.

Эти данные можно получить из анализа батиметрии подводной горы. Присутствие террас размыва фиксирует вертикальные тектонические движения, сопряженные с колебанием уровня моря. Эта информация может использоваться для геохронологии горы, важна для понимания истории формирования рельефа подводной горы и интересна для палеоокеанологических реконструкций.

15. Гравитационные оползни – олистостромы (2 поля).

1) Тип олистостром.

2) Площадь олистостромы в квадратных метрах.

Относительно новые работы по исследованию подводных гор (Канарский архипелаг, Гавайский хребет, Курильская островная дуга и др.) выявили широкое развитие на склонах процессов гравитационного оползания рыхлых осадков и вулканокластических отложений (Бондаренко, Рашидов, 2003; Garcia et al., 2006; Morgan, 2006 и др.). Согласно существующим наблюдениям олистостромы могут представлять собой подводные оползни (landslides), подводные потоки (debris

flow) либо связанные с тектонической деятельностью обломочные лавины (debris avalanches) (Urgeles et al., 1997). С помощью сейсмических методов на океаническом дне на расстояниях до 200 км от подводных гор выявлены современные отложения мутьевых потоков, флишевых толщ. Эти данные подтверждены бурением скважин. Оказалось, что развитие процессов гравитационно-тектонического оползания крутых склонов – весьма распространенное явление на подводных горах и океанических островах, и поэтому при описании подводных гор это явление не может остаться без внимания.

16. Библиография.

Ссылка на литературные, архивные, электронные и другие материалы, из которых была взята информация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание базы данных по подводным горам внесет важный вклад в развитие современной геоморфологии. Основной целью разработки тематического стандарта метаданных являлось составление наиболее полной морфологической характеристики объекта в наиболее лаконичном и формализованном виде. Создание тематического стандарта и систематизация данных способствуют переходу геоморфологии океанского дна на уровень высоко организованной дисциплины и расширяют возможности применения системного подхода в изучении подводного рельефа.

Представляется, что на современном уровне исследований предлагаемая структура информационной системы наиболее подробно описывает морфологию подводных гор, и в нее могут быть включены все доступные фактические данные об их строении.

Построенная система обеспечивает хранение геолого-геоморфологической информации о строении подводных гор, а также возможность быстрого извлечения необходимых данных в наиболее удобном виде и проведения их математической обработки.

Ясно, что поскольку разработанная система метаданных отражает уровень сегодняшних знаний о рельефе подводных гор, она может дополняться новыми признаками, представления о которых формируются по мере дальнейшего изучения дна океана.

Формирование геоинформационной системы по рельефу подводных гор это путь к внедрению в геоморфологию океанского дна ГИС-технологий, которые увеличивают разнообразие и надежность обработки количественных данных, повышают точность проводимых оценок и уверенность составляемых прогнозов. Без упорядоченного хранения постоянно расту-

щего объема фактических данных о различных природных объектах и без использования ГИС-технологий в их анализе сейчас трудно себе представить развитие наук о Земле.

Список литературы

- Агапова Г.В., Вальчук С.В., Гершанович Д.Е. и др.* Подводные горы в географии Мирового океана // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1990. № 3. С. 5-19.
- Бондаренко В.И., Рашидов В.А.* Вулканический массив Черных Братьев (Курильские острова) // Вулканология и сейсмология. 2003. № 3. С. 35-51.
- Городницкий А.М.* Строение океанской литосферы и формирование подводных гор. М.: Наука, 1985. 166 с.
- Ефимов В.Н., Турко Н.Н.* Морфометрические характеристики подводных гор Индийского океана // Геология и минеральные ресурсы мирового океана. СПб.: ВНИИОкеангеология, 1995. С. 219-234.
- Жулева Е.В.* Объемы вулканических гор ложа океана в процессе эволюции океанической литосферы // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007. № 2. Вып. 10. С. 44-48.
- Жулева Е.В.* Геоморфология вулканических гор ложа океана. М.: ИО РАН, 2004. 185 с.
- Кононов М.В., Мирлин Е.Г., Сущевская Н.М.* Внутриплитный вулканизм в Атлантическом океане: возрастные закономерности и геодинамические следствия // ДАН. 2002. Т. 382. № 4. С. 521-525.
- Кононов М.В., Мирлин Е.Г., Сущевская Н.М.* Возрастные закономерности внутриплитного вулканизма Индийского океана; сопоставление с Атлантикой // ДАН. 2003. Т. 392. № 1. С. 85-88.
- Ласточкин А.Н.* Современный и будущий потенциал геоморфологии в развитии наук о Земле // Новые и традиционные идеи в геоморфологии. V Шукинские чтения. Труды. М.: Географический факультет МГУ, 2005. С. 662-664.
- Марова Н.А.* Некоторые закономерности распределения внутриплитовых подводных гор ложа Тихого океана // ДАН. 1987. Т. 295. № 1. С. 219-223.
- Марова Н.А., Алехина Г.Н.* Подводные горы Атлантического океана и особенности их распространения // Океанология. 1992. Т. 32. № 1. С. 178-180.
- Международный геолого-геофизический атлас Тихого океана / Ред. Удинцев Г.Б. МОК (ЮНЕСКО), РАН, ФГУП ПКО «Картография», ГУНиО. М.- СПб.: 2003. 192 с.
- Подводные горы (Проблемы геофизического

- изучения) / Под ред. академика Г.С. Дзоце-нидзе. Л.: Недра, 1978. 163 с.
- Седов А.П., Матвеенков В.В., Волокитина Л.П. и др.* Качественная модель формирования подводных гор // Вестник КРАУНЦ. Сер. Науки о Земле. 2005. № 5. С. 24-44.
- Система // Геологический словарь. М.: Недра, 1978. Т. 2. С. 219.
- Garcia M.O., Sherman S.B., Moore G.F., Goll R.* Frequent landslides from Koolau Volcano: Results from ODP Hole 1223A // J. of Volcan. and Geotherm. Res. 2006. V. 151. P. 251-268.
- Gazetteer of geographical names of undersea features shown (or which might be added) on the GEBCO and on the IHO small – scale international chart series (1:2 mln. and smaller). Monaco: International Hydrographic Bureau, 2002. 2nd Edition. 307 p.
- Gerkema T., van Haren H.* Internal tides and energy fluxes over Great Meteor Seamount // Ocean Sci. 2007. V. 3. P. 441-449.
- International Marine Data and Information Systems Conference IMDIS-2008. Athens, Greece, 2008. 236 p.
- Hillier J.K.* Pacific seamount volcanism in space and time // Geophys. J. Int. 2006. V. 168. Is. 46. P. 877-889. doi: 10.1111/j.1365-246X.2006.03250.
- Matthew J., Pruis H., Johnson P.* Tapping into the sub-seafloor examining diffuse flow and temperature from an active seamount on the Juan de Fuca Ridge // Earth and Planet. Sci. Lett. 2004. V. 217. P. 379-388.
- Mironov A.N., Gebruk A.V., Southward A.J.* (Eds). Biogeography of the North Atlantic seamounts. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2006. 196 p.
- Moo Hee Kang, Hyun-Chul Han, Hyesu Yun et al.* 3D gravity modelling for Anyongbok Seamount in the East Sea // Mar. Geophys. Res. 2007. V. 28. Is.3. P. 257-269.
- Morgan J.K.* Volcanotectonic interactions between Mauna Loa and Kilauea: Insights from 2-D discrete element simulations // J. of Volcan. and Geotherm. Res. 2006. V. 151. P. 109-131.
- Pranab D., Sridhar D.I., Kodagali V.N.* Morphological characteristics and emplacement mechanism of the seamounts in the Central Indian Ocean Basin // Tectonophysics. 2007. V. 443. Is. 1-2. P. 1-18.
- Trasviña-Castro A., Gutierrez de Velasco G., Valle-Levinson A. et al.* Hydrographic observations of the flow in the vicinity of a shallow seamount top in the Gulf of California // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2003. V. 57. Is. 1-2. P. 149-162.
- Urgeles R., Canals M., Baraza J. et al.* The most recent mega landslides of the Canary Islands: El Golfo debris avalanche and Canary debris flow, west El Hierro Island // J. Geophys. Res. 1997. V. 102. № B9. P. 20305-20323.
- Watts A.B., Sandwell D.T., Smith W.H.F., Wessel P.* Global gravity, bathymetry, and the distribution of submarine volcanism through space and time // J. Geophys. Res. 2006. V. 111. B08408, doi:10.1029/2005JB004083.
- Wessel P.* Global distribution of seamounts inferred from gridded Geosat/ERS-1 altimetry // J. Geophys. Res. 2001. V. 106. № B9. P. 19431-19441.
- Yoshibumi T., Yukihide A.* The relation between the age of seamounts and their deep structure // Physics of The Earth and Planet. Interiors. 1995. V. 92. № 1-2. P. 17-23.

АСАВИН, ЖУЛЕВА

THE BASIS FOR CREATION OF METADATA STANDARD OF THE SEA MOUNTS GEOMETRY

A.M. Asavin¹, E.V. Zhuleva²

¹*The Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Moscow, 119991*

²*The P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, 117997*

The indexed data storage containing the data on the geometry of the sea mounts requires creation of a modern information system. Metadata is another important factor in deployment of the geoinformation system that will keep logical structure and semantic meaning of the stored data. The paper provides a description for the standard metadata and the comments to the information included into the description of the seamounts geometry. Development of the standard for the metadata of the sea mounts geometry has a goal to create complete and brief features of an object. The introduced format for the special database includes data on morphology, geology, and geophysics essential for the complete description of the sea mounts geometry and its historical and genesis analysis. Available information and free data access for gravimetric analysis make the research diverse and reliable.

Keywords: geoinformation system, metadata, seamount, geometry, morphological characteristics.