

Санкт-Петербургский государственный университет

На правах рукописи



ВЕЙНБЕРГ
Елена Владиславовна

**СПОНГИОФАУНА ПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ БАЙКАЛА**

03.00.08 - Зоология

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Санкт-Петербург
2005

Работа выполнена в лаборатории палеолимнологии
Лимнологического Института СО РАН, г. Иркутск и
в лаборатории онтогенеза Биологического научно-
исследовательского института СПбГУ

Научный руководитель: кандидат биологических наук
Софья Михайловна Ефремова

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор
Мамкаев Юрий Викторович

кандидат биологических наук
Иванова Людмила Викторовна

Бедущее учреждение: Институт Геохимии
им. А.П. Виноградова СО РАН


Защита диссертации состоится « 20 » сентября 2005 г. в 16⁰⁰
часов на заседании Диссертационного Совета Д 212.232.08 по
защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук
при Санкт-Петербургском Государственном университете по
адресу:

199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. д. 7 / 9, ауд. 133.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им.
А.М. Горького Санкт – Петербургского государственного
университета

Автореферат разослан « 19 » сентября 2005 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета,
кандидат биологических наук

 С. И. Сухарева

2006-4
13556

2174070

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

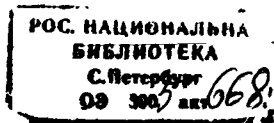
Актуальность работы: Байкал – один из самых крупных современных водоемов планеты, возник около 60 миллионов лет назад (Мац и др., 2001). Длительный срок существования озера не мог не отразиться на его флоре и фауне и привел к возникновению эндемичных таксонов.

Байкальские эндемичные губки семейства *Lubomirskiidae* являются одними из наиболее ярких представителей байкальской фауны. Эта процветающая группа в экосистеме озера, освоившая глубины от литорали до абиссали, соседствует в настоящее время с немногочисленными представителями другого пресноводного семейства – *Spongillidae* (бадяги), широко распространенного на всех континентах мира.

Вопрос о становлении и развитии байкальской спонгиофауны привлек внимание исследователей уже в начале XIX столетия. Благодаря исследованиям спонгиологов был определен систематический статус эндемичных байкальских губок (Резвой, 1937; Ефремова, 2004), установлено родство между космополитными спонгиллидами и эндемичными любомирскиидами (Гуреева, 1968, 1972; Ефремова, 1981, 1986; Ефремова и др. 1981), проведены экологические (Гомбрайх, 1988; Камалтынов, 1993, Pile et al., 1997; Weinberg et al., 2003), физико-химические (Latyshev et al., 1992; Glyzina, Belych, 1996; Глызина, 2002; Латышев и др., 2000), молекулярно-биологические исследования любомирский (Itskovich, 1999; Schroder et al., 2001; Efremova et al., 2002; Efremova et al., 2002). Однако, вопросы о времени заселения или ответвления от предковых форм, о процессах видообразования внутри семейства остаются нерешенными и по сей день.

Заглянуть в глубины тысячелетий позволяет фоссилизация некоторых организмов, среди которых губкам как обладателям хорошо сохраняющегося кремниевого скелета принадлежит важная роль. Благодаря своему кремниевому скелету, они хорошо фоссилизируются в осадках и, в виде изолированных скелетных игл – спикул, могут сохраняться там в течение многих миллионов лет в неизменном состоянии. Прогресс современных методов бурения и отбора проб сделал возможным получение образцов донных осадков из озера Байкал, возраст которых насчитывает несколько миллионов лет.

Исследования спикул губок, захороненных в донных осадках Байкала, дают возможность изучить разнообразие спонгиофауны прошлых эпох и изменения в ее составе. Анализ фоссильных



спикул губок также может являться дополнением к тем исследованиям, которые проводятся на диатомовых водорослях, пыльце растений и других палеомаркерах, по которым делаются выводы о климатических изменениях прошлого и условиях осадконакопления.

Цель и задачи исследования:

Целью работы является реконструкция развития спонгиозной фауны озера Байкал в плиоцен-четвертичный период, выявление ее особенностей и закономерностей изменений на основе изучения ископаемых спикул губок, захороненных в донных осадках оз. Байкал.

Цель исследования определила следующие задачи:

1. Разработать методику приготовления препаратов спикул из донных осадков.
2. На основе изучения современной спонгиозной фауны Байкала, выработать критерии определения таксономической принадлежности ископаемых спикул.
3. Изучить таксономический состав спикул губок поверхностного слоя осадков, а также осадков соответствующих плиоцену и плейстоцен-голоценовому периоду. Выделить основные этапы развития спонгиозной фауны в плиоцен-четвертичный период.

Научная новизна работы:

1. Разработана методика приготовления спикульных препаратов из донных осадков.
2. Проведен морфологический и морфометрический анализ современных и ископаемых спикул губок, благодаря которому получен морфологический спектр спикул для каждого вида современных губок и описаны спикулы ископаемых видов губок из сем. Spongillidae и Lubomirskiidae. Впервые составлен ключ для определения фоссильной спонгиозной фауны по изолированным спикулам.
3. Выделены новые морфологические типы современных губок, возможно заслуживающие статуса новых видов и подвидов, расширены представления о распространении современных губок в оз. Байкал.
4. Впервые произведена реконструкция развития спонгиозной фауны Байкала в плиоцен-четвертичный период.

Теоретическая и практическая значимость работы:

На основе оригинальных данных, полученных в результате применения новых подходов и методов изучения изолированных спикул губок в донных осадках озера Байкал, произведена реконструкция развития спонгиозной фауны озера в позднем плиоцене (3.1 - 2.1 млн. лет) и в плейстоцен-голоценовый период (95 - 0 тыс.

лет). Разработан ключ для определения ископаемой спонгиофауны по изолированным спикулам. Описаны типы фоссильных спикул, не имеющие аналогов среди современных.

Апробация работы:

Основные материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на Всероссийской конференции спонгиологов, проходившей в 1996 г. в г. Санкт-Петербурге и одиннадцати международных конференциях проходивших в Японии, Германии, Австралии, Монголии, Италии, России с 1997-2004 гг.

Публикации:

По теме диссертации опубликовано 33 работы в российских и иностранных журналах, в том числе и в рецензируемых.

Структура и объем работы:

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и выводов, списка цитируемой литературы и приложения. Работа изложена на 164 страницах, содержит 24 рисунка и 6 таблиц.

Благодарности:

Автор выражает благодарность директору ЛИН СО РАН и заведующему лабораторией палеолимнологии академику РАН М.А. Грачеву за предоставленную возможность выполнить работу и ценные замечания по теме работы; своему руководителю к.б.н. С.М. Ефремовой - за руководство и консультации по теме работы; своим иностранным коллегам за возможность проведения экспедиций и работы с материалом: д-р. Ешики Масуда, из Медицинской школы им. Кавасаки, Япония, Карстену Екерту, Музей природы, г. Берлин, Германия, д-р. Дорте Мел - Януссен, Музей природы, г. Франкфурт на Майне, Германия, Дирку Бонсе, Палеонтологический институт, г. Берлина, Германия. Своим коллегам из Лимнологического института, за помощь в работе над диссертацией, зав. гр. Диатомового анализа к.б.н. С.М. Воробьевой, д.г.н. Е.В. Безруковой, к.б.н. Л. Кравцовой, к.б.н. О.Н. Русинек, к.б.н. И.В. Вейнберг, коллегам - спонгиологам В.Б. Ицкович, к.б.н. О.Ю. Глызиной, за поддержку во время экспедиционных работ, д.г.н. И.Б. Мизандронцеву за ценные советы. Выражаю особую благодарность команде НИС "Обручев", с помощью которой были проведены большинство экспедиций по сбору материала, а также командам НИС "Титов" и "Верещагин", водолазам Владимиру Вотякову, [Валерию Романову], Игорю Порфиевцу, Александру Купчинскому, начальнику стационара в п. Большие Коты, Александру Новицкому, О.М. Хлыстову за помощь в отборе проб поверхностного слоя осадков с Академического хребта.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. История изучения спонгиозауны озера Байкал. Использование спиккулярного анализа для реконструкции палеосреды и изучения спонгиозауны прошлых эпох. Обзор литературы.

В главе прослеживается история изучения эндемичной спонгиозауны озера Байкал, рассматриваются основные теории о ее происхождении. Основные противоречия существовали между учеными, придерживающимися теории морского происхождения байкальских эндемичных губок, и сторонниками их пресноводного происхождения. Открытие спонгиллидного способа гамето- и эмбриогенеза у байкальских губок (Гуреева, 1968, 1969, 1972), ультраструктурные и гистохимические исследования анатомо-тканевой организации и развития любомирских (Ефремова, 1980, 1981, 1986) дали основания для развития представлений об автохтонной эволюции последних и их родстве с космополитами пресноводных водоемов - спонгиллидами (Efremova, Goureeva, 1989). Современные молекулярно-биологические исследования (Itskovich, 1999; Schroder et al., 2001; Efremova et al., 2002; Efremova et al., 2002) также подтверждают тесные связи между сем. Spongillidae и Lubomirskiidae.

Глава 2. Материал и методы работы.

Характеристика района отбора проб донных осадков. Методика отбора проб донных осадков. Для спиккулярного анализа были использованы донные осадки собственно байкальской котловины, добытые на вершине подводного Академического хребта, который разделяет более древнюю Центральную котловину Байкала от более молодой Северной. Академический хребет отделен от берегов глубокими котловинами, которые препятствуют привносу и перераспределению терригенного материала реками и суспензионными потоками, возникающими у берегов, поэтому здесь имеет место ровный, не нарушенный тип осадконакопления, которое проходило в спокойной, глубоководной, озерной обстановке, без резких изменений условий осадконакопления за все время формирования осадочной толщи (Коллектив участников проекта "Байкал - бурение", 1998) и поэтому осадки Академического хребта являются идеальным объектом для использования их при изучении ископаемой спонгиозауны и ее связи с палеоклиматическими и палеоэкологическими условиями прошлых эпох. Керны ST-18 (53° 33' 25" N, 107° 59' 33" E), ST-16 (53° 42'

49° N, 108° 22' 56"), ST-15 (53° 33' 19" N, 108° 00' 43"), STX-3GC (53° 40' 25" N, 108° 21' 16" E), ST-2GC (53° 33' 03" N, 107° 54' 53" E) отбирались гравитационной и поршневой трубками. Возраст этих колонок не выходит за рамки позднего плейстоцена. В двух из них были изучен видовой состав спонгиозауны в трех - проведен количественный анализ спикул. Поверхностные пробы отбирались по трансекте вдоль Академического хребта при помощи специального разработанного для отбора поверхностных проб пробоотборника, с помощью которого получали ненарушенный слой осадков. Для получения кернов глубоководного бурения в рамках международного проекта "Байкал - бурение" использовалось специально разработанное керноотборное устройство "Байкал-2". Скважина BDP-96/1, была пробурена в точке с координатами 53° 41' 48" N, 108° 21' 06": Здесь был отобран керн, длиной 200 м, возраст основания керна, 5 млн. лет (Коллектив участников проекта "Байкал - бурение", 1998). Для наших исследований был выбран отрезок этого керна, возраст которого 3.1 - 2.1 млн. лет. Всего было изучено 620 препаратов спикул из донных осадков.

Сбор живого материала: образцы современной спонгиозауны озера Байкал были собраны в комплексных российско-японских и российско-германских экспедициях, проходивших в 1996 - 2001 гг., на научно - исследовательских судах "Обручев", "Титов", "Верещагин", в разных районах оз. Байкал. Образцы живых губок отбирали с помощью водолазной техники, глубоководного трала и гидробиологической драги. Всего, в разных районах Байкала было отобрано 1560 проб живых губок.

Методика работы со спикулами современных видов губок и спикул из осадков: для приготовления препаратов спикул из современных губок, мы использовали метод обработки живых нефиксированных тканей гипохлоридом Na (Ефремова, 2004).

Для отработки методики приготовления спикульных препаратов из донных осадков был применен ряд различных методик.

1. Литологический метод или метод смерс - слайдов (Вологина, 2002).

2. Метод, применяемый для изучения диатомовых водорослей (Грачев и др., 1997).

3. Метод использования электрических сит (Вейнберг и др., 1999, Eckert et al., 2000).

4. Метод с использованием микросит и микронавесок. (Этот метод является адаптированной модификацией предыдущего, разработанный автором на базе Лимнологического института РАН).

Глава 3. Эколого-фаунистическая характеристика современной спонгиофауны озера Байкал.

Поскольку палеонтологические исследования основываются на знании современного материала, изучение современной спонгиофауны озера Байкал входило в одну из важнейших задач исследований. В настоящее время спонгиофауна озера Байкал представлена двумя семействами пресноводных губок: эндемичным семейством *Lubomirskiidae* и космополитным семейством *Spongillidae*. Первое представлено в Байкале 4 родами, 13 видами и 1 подвидом (Ефремова, 2001) второе - состоит из 4-х родов, включающих 5 видов (Masuda et al. 1999, Ефремова, 2001). В главе даются диагнозы двух семейств пресноводных губок, обитающих в озере Байкал, входящих в них родов и видов. При описании семейства *Spongillidae* были использованы следующие источники данных: Резвой, 1937; Penney, Racek, 1968; Manconi, Pronzato, 2002. При описании семейства *Lubomirskiidae* использовали следующие источники: Резвой, 1937; Manconi, Pronzato, 2002; Ефремова, 2001, 2004, а также результаты собственных наблюдений. Проведенные автором исследования современной спонгиофауны позволили внести дополнения в опубликованный список современных видов и расширить ареалы распространения для некоторых видов. Выявлены 4 группы губок, не имеющих аналогов среди известных в настоящее время видов (*Lubomirskia baikalensis* ssp.1, *Lubomirskia* sp.1, *Baikalospongia fungiformis* ssp.1, *Baikalospongia martinsoni* ssp.1).

Глава 4. Морфологические особенности современных и ископаемых спикул байкальских губок.

Морфологические особенности спикул современных губок. Морфологический анализ спикул всех современных видов байкальских губок, показал, что несмотря на широкую морфологическую изменчивость спикул у некоторых байкальских видов, выражающуюся в изменении размеров, форме шипов, количестве шипов на спикулах у одного и того же вида, спикулы внутри вида обладают достаточно стабильными качественными и количественными признаками (рис. 1).

К губкам, которые обладают такими признаками и легко диагностируются по изолированным спикулам, можно отнести следующие виды: *Swartchewskia papyracea*, *Rezinkovia echinata*, *Rezinkovia arbuskula*, *Baikalospongia fungiformis*, *B. baculifera*, *B. martinsoni*, *B. intermedia profundalis*, *Lubomirskia baikalensis* ssp.1, *Lubomirskia* sp.1, *B. martinsoni* ssp.1, *B. fungiformis* ssp.1. Диаг-

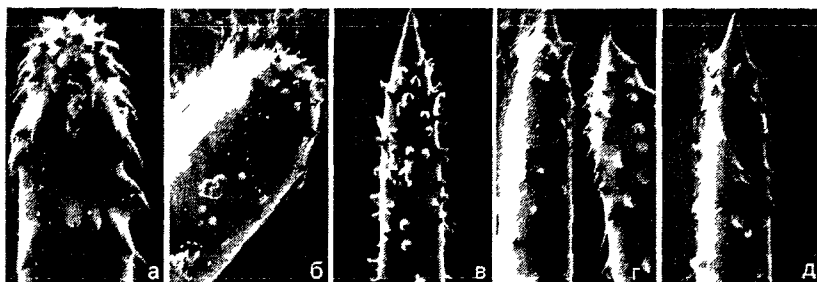


Рис.1. Спикулы современных губок сем. Lubomirskiidae. а - *Baikalospongia bacilifera*, б - *B. fungiformis*, в - *B. intermedia*, г - *Lubomirskia incrustans*, д - *L. fusifera*.

ности губок по изолированным спикулам таких видов как *B. intermedia*, *B. recta*, *L. baicalensis*, *L. incrustans*, *L. abietina*, *L. fusifera* представляет иногда некоторые затруднения, в связи с высокой вариабельностью спикул этих видов или со схожестью спикул одних видов со спикулами других, но, учитывая специфический диагностический признак, которым является направление шипов на концах спикул, в сочетании с морфометрическими показателями, можно диагностировать данные виды по изолированным спикулам с достаточно высокой степенью достоверности. В том случае, когда качественные морфологические признаки совпадают, как например у спикул *B. intermedia profundalis* и *B. intermedia* или у спикул *L. abietina* и *L. fusifera*, определяющим признаком становятся размерные показатели.

Морфологические особенности ископаемых спикул. Губки в байкальских осадках сохраняются лишь в форме изолированных спикул, что недостаточно для полной идентификации вида, в них отсутствуют и геммулы спонгиллид, которые являются важным диагностическим атрибутом, при определении видовой принадлежности у бадяг. В палеонтологии подобные трудности, связанные с наличием у ископаемых остатков ограниченного числа признаков каких - либо видов, привели к созданию формальной системы видов, основанной на ископаемых скелетных элементах (Смирнов, 1989). Наряду с таксонами естественной систематики губок, предлагается применять формальную паратаксономическую классификацию для ископаемых спикул. Предлагается признать за названиями морфотипов таксономический ранг на уровне рода в паратаксономической классификации, и присваивать им дополнительные названия в ранге

видовых, отражающие их более тонкие отличительные особенности (Иваник, 1989). В своей работе, мы частично использовали метод аналогии ископаемых спикул с современными, давая им родовые названия современных родов, с добавлением приставки *palaeo-*. Группам спикул отнесенных к одному роду, но имеющим определенные отличительные особенности, присваивали порядковый номер.

В осадках было выделено 4 группы спикул. К первой мы отнесли спикулы идентичные спикулам современных байкальских видов *любомирскийид* и *спонгиллид*. Используя терминологию В.К. Хурсевич (1998), применяемую ею для ископаемых байкальских диатомовых, мы назвали их спикулами транзитных видов, давали им названия аналогичные современным. Кроме этих спикул, в осадках плиоценового и плейстоценового возраста были обнаружены спикулы, не имеющие аналогов среди спикул современных видов. Такие спикулы были отнесены нами к спикулам вымерших видов, 4 типа из них, найденные в поверхностном слое осадков, отнесли к условно вымершим видам, т.к. не исключено, что губки с такими спикулами могут быть найдены при более тщательном исследовании современной спонгиофауны оз. Байкал. Два типа спикул, встречающиеся в осадках только верхних голоценовых интервалов, получили название спикул вновь появившихся видов. Спикулам вымерших и условно вымерших видов мы присваивали собственные названия, руководствуясь формальной системой видов. Далее в главе приводится описание спикул ископаемых видов и дается ключ для определения ископаемой спонгиофауны по изолированным спикулам.

Глава 5. Спонгиофауна плиоцен-четвертичных отложений озера Байкал.

Спонгиофауна верхнего плейстоцена и голоцена озера Байкал: в палеомагнитную эпоху Брюнес, продолжительность которой 780 тыс. лет, насчитывается 10 межледниковых и 9 ледниковых стадий, которые в океанических осадках проявляется чередованием слоев с высоким содержанием кремнистых соединений, отражающих высокопродуктивные межледниковые этапы с бескремнистыми (ледовыми и айсберговыми), соответствующими оледенениям (МИС - морская изотопная стадия). Исследования осадков озера Байкал, показали, что они представляют собой непрерывную высокоразрешающую летопись палеоклиматов верхнего плейстоцена (Brabury et al., 1994; Colman et. al., 1995; Грачев и др., 1997) и служат лишь одним из примеров общей

закономерности, характерной для всех океанических осадков высокоширотных районов (Гранина и др., 1993).

Количественный анализ содержания спикул губок в осадках плейстоцен - голоценового периода выявил следующую закономерность: высокую концентрацию спикул в диатомовых илах (от 1500-10000 шт/г), соответствующих теплым межледниковым периодам и пониженную в глинах (100-300 шт/г), соответствующим холодным. Количественные показатели спикул губок в кернах хорошо совпадают с данными по другим кремнийсодержащим элементам из байкальских осадков, такими как диатомовые водоросли, а также с общим содержанием биогенного кремнезема и пыльцы растений (рис. 2).

В байкальских осадках плейстоцен-голоценового периода были обнаружены спикулы 24 видов губок: спикулы 14 транзитных, двух вновь появившихся видов, а также двух условно вымерших видов сем. *Lubomirskiidae*, 8 типов спикул космополитного сем. *Spongillidae*, из которых 2 типа - спикулы вымерших видов, 2 типа - спикулы условно вымерших видов. В нижних интервалах плейстоценовых кернов, в стадии раннезырянского потепления (МИС5), возраст 95-80 тыс. лет, присутствуют спикулы всех губок, обнаруженных в этих кернах, за исключением двух типов спикул вновь появившихся видов, которые начинают встречаться лишь в верхнем голоценовом интервале. В стадии ермаковского (МИС4), и сартанского оледенения (МИС2) исчезают некоторые спикулы губок семейства *Spongillidae*. Часть этих видов восстанавливается в период голоценового оптимума, а часть вымирает полностью и видовой состав спонгиофауны в голоцене становится более обедненным за счет вымирания некоторых чувствительных к изменениям климата видов.

Спонгиофауна позднего плиоцена (3.2-2.1 млн. лет) озера Байкал. В осадках позднего плиоцена были обнаружены спикулы всех известных к настоящему времени видов губок, обитающих в Байкале, за исключением спикул *L. baicalensis*. Наряду со спикулами транзитных видов губок, встречались такие, которые отличались от них по морфологическим признакам - спикулы вымерших видов. Всего в осадках позднего плиоцена встречены спикулы 41 вида, из них 17 - транзитных, 24 - относящихся к вымершим губкам. Из них в сем. *Lubomirskiidae* мы отнесли: 8 к роду *Palaeolubomirskia*, 7 - к роду *Palaeobaikalospongia*, 1 - к роду *Palaeoswarschewskia*, 12 типов спикул мы отнесли к сем. *Spongillidae*, из них 8 типов спикул не имеют аналогов среди современных, 4 из которых относятся к роду *Palaeospongia*, 4 типа спикул - к роду *Palaeoephydatia*.

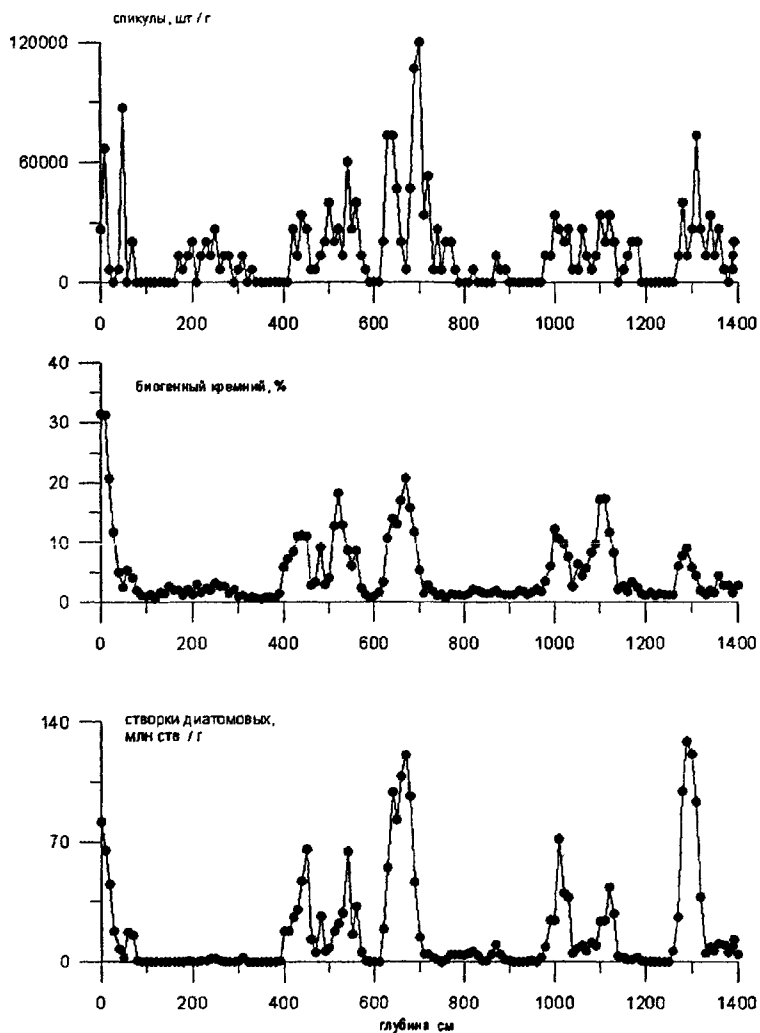


Рис.2. Распределение спикул губок, биогенного кремнезема и диатомовых водорослей в плейстоцен-голоценовых осадках оз. Байкал (кern ST 16 -VER -94/6).

Анализ видового состава губок в осадках плиоцена позволил выделить в рамках исследованного временного интервала три периода развития спонгиозауны Байкала в позднем плиоцене. Возраст первого - 3.1-2.8 млн. л. назад. Здесь были встречены все типы спикул (41). Доля спикул, отнесенных к семейству Spongillidae в некоторых интервалах этого периода достигает 60 % от общего числа спикул. Для этого периода, в целом, характерна высокая концентрация спикул, богатый видовой состав, обилие спикул спонгиллид и обилие спикул, принадлежащих вымершим видам губок (24). Поскольку спонгиллиды традиционно считаются обитателями мелководных пространств (Мартинсон, 1940), можно предположить, что первому периоду соответствуют условия, характерные для тепловодного водоема с меньшими, чем современные, глубинами. Современные геологические исследования подводного Академического хребта (Бухаров и др., 1993; Хлыстов и др., 2000; Мац и др., 2001) показали, что до середины миоцена Академический хребет представлял собой сухопутное поднятие, позднее началось его опускание, но отдельные острова суши сохранялись на его месте почти до конца плейстоцена.

Второй период в развитии спонгиозауны (возраст - 2.8-2.5 млн. лет) характеризуется значительным снижением концентрации спикул в осадках керна и резкой сменой видового состава спонгиозауны. Здесь встречены спикулы 26 видов губок, 11 из которых относятся к вымершим видам. В осадках этого периода доминируют спикулы губок семейства Lubomirskiidae - их доля составляет 85-100% от общего числа. Доля спикул губок семейства Spongillidae не превышает 15%, в некоторых интервалах падает до нуля. Исчезают многие спикулы, принадлежащие вымершим видам. В осадках, возраст которых составляет 2.6-2.5 млн. лет, спикулы губок либо вообще отсутствуют, либо находятся в минимальном количестве и принадлежат только губкам из семейства Lubomirskiidae. В это время происходят резкое похолодание и аридизация климата, о чем можно судить по соответствующим изменениям в составе и структуре растительности байкальского региона (Безрукова и др., 1999). На это похолодание реагирует и диатомовая флора Байкала из состава которой выпадают теплолюбивые виды (Хурсевич и др., 1998; 2001). Возраст отложений данного периода не выходит за рамки позднего плиоцена и совпадает с магнитной инверсией Гаусс-Матуяма (2.82-2.48 млн. лет).

Возраст третьего периода - от 2.5 до 2.1 млн. лет. Он характеризуется коротко-периодическими колебаниями численности и видового состава спонгиозауны. В среднем по сравнению со

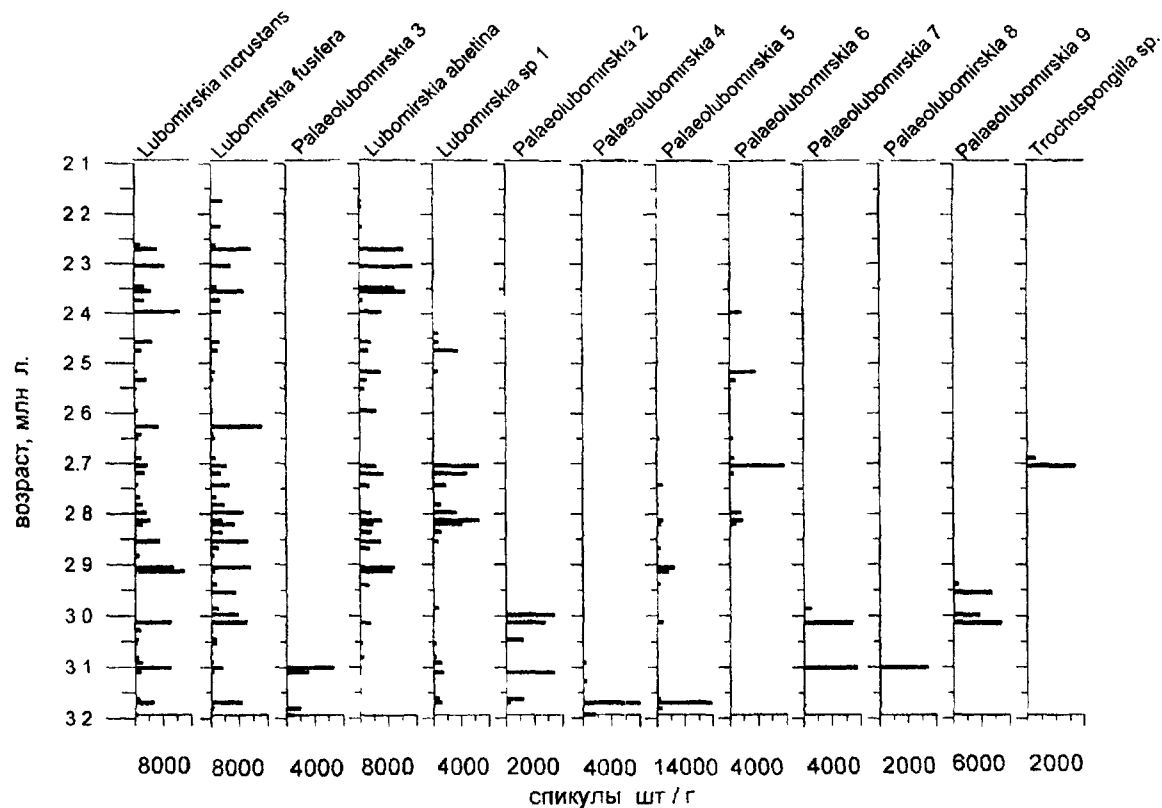


Рис.3. Распределение спикул губок разных видов в осадках позднего плиоцена (кern BDP 96/1).

вторым периодом количество спикул в осадках возрастает. Встречены спикулы 23 видов, из них спикул вымерших видов - 8. Несколько увеличивается количество спикул губок семейства Spongillidae, их доля от общего количества составляет 10-30%. Таким образом, после резкого снижения численности и видового разнообразия губок, отмеченного во втором периоде, в третьем периоде начинается постепенное восстановление численности и видового состава спонгиофауны, которая, однако, не достигает расцвета, предшествующего периоду похолодания. В целом, видовой состав спонгиофауны данного периода становится близок к современному.

ВЫВОДЫ

1. В результате изучения более 1500 экземпляров современных губок оз. Байкал было выделено 4 новых группы, принадлежащих сем. *Lubomirskiidae*, отличающихся от 14 известных ранее и, по-видимому, представляющих собой новые виды или подвиды.

2. Морфологический анализ спикул всех современных видов байкальских губок показал, что форма спикул является достаточно стабильным видовым признаком, а размеры спикул являются дополнительным признаком.

3. Изучено количественное содержание спикул губок в осадках плиоцен-четвертичного периода оз. Байкал. Установлено, что происходит ритмичное чередование количественного содержания спикул. Минимальное количество спикул соответствует холодным ледниковым периодам, максимальное - периодам потеплений и межледниковий. Эти данные находятся в соответствии с данными палеоклиматологии.

4. При анализе осадков было выделено 4 группы спикул. К первой относятся спикулы, идентичные спикулам современных байкальских губок, которые получили название спикулы транзитных видов. В осадках плиоцена и плейстоцена были найдены спикулы не имеющие аналогов среди спикул современных видов, и, очевидно, принадлежащие к вымершим видам губок Байкала. На основании морфологического анализа спикул ископаемых видов было описано 27 типов спикул вымерших видов. Однако, 4 типа из них найденные в субрепентном слое осадков возможно следует отнести к условно вымершим видам, не исключено, что они могут быть найдены при более тщательном исследовании современной спонгиофауны оз. Байкал. Два типа спикул, встре-

чающихся лишь в верхнем голоценовом интервале, получили название спикулы вновь появившихся видов.

5. Установлено, что спонгиофауна позднего плиоцена оз. Байкал была богаче и разнообразнее современной. В осадках позднего плиоцена (3.2-2.8 млн. лет назад) наряду со спикулами всех современных видов были представлены 24 типа спикул вымерших видов, из которых 8 принадлежат сем. *Spongillidae*, 16 - сем. *Lubomirskiidae*. Во время значительного похолодания, на рубеже 2.8-2.5 млн. лет назад, сопровождавшегося также и изменениями тектонического режима озера произошли резкие и необратимые изменения губок в обоих семействах. Исчезло большинство спикул вымерших видов. После временной границы 2.8-2.5 млн. лет, началось постепенное восстановление спонгиофауны, которая, однако, уже не достигла расцвета, предшествующего периоду похолодания.

6. В осадках позднего плейстоцена (95 тыс. лет назад) были представлены спикулы всех современных видов, 2 типа спикул вымерших видов, 4 типа - спикулы условно вымерших видов и 2 типа - спикулы вновь появившихся видов. Таким образом, спонгиофауна плейстоценового периода в основных своих чертах была сходна с современной, но более богата представителями сем. *Spongillidae*. Спикулы двух видов спонгиллид исчезают на рубеже перехода от казанцевского межледникового к ермаковскому ледниковому периоду (70 тыс. лет назад), в осадках же голоценового периода появляются спикулы двух вновь появившихся видов *Lubomirskiidae*, т. е. возможно в этом семействе шли процессы видообразования.

7. Согласно реконструкции спонгиофауны озера Байкал в плиоцен-четвертичный период установлено, что современная спонгиофауна является обедненной фауной позднего плиоцена.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Вейнберг Е.В. 1996. Спикулы губок в донных отложениях Байкала / Всерос. совещание спонгиологов "Современные проблемы биологии Porifera". Санкт-Петербург. С. 5.
2. Masuda Y., Itskovich V., Weinberg E., Efremova S. 1997. Studies on the taxonomy and distribution of freshwater sponges in Lake Baikal / Int. Conference on Ancient Lakes: their Biological and Cultural Diversities (ICAL'97). Shiga, Japan. P.218.

3. Weinberg E., Efremova S., Masuda Y. 1997. Extant and fossil spongiofauna of the underwater Akademichesky Ridge of Lake Baikal / Int. Conference on Ancient Lakes: their Biological and Cultural Diversities (ICAL'97). Shiga, Japan. P.235.

4. Грачев М.А., Лихошвай Е.В., Воробьева С.С., Хлыстов О.М., Безрукова Е.В., Вейнберг и др. 1997. Сигналы палеоклиматов верхнего плейстоцена в осадках озера Байкал // Геология и геофизика. Т.38, № 5. С. 57-98.

5. Masuda Y., Itskovich V., Weinberg E.V., Efremova S.M. 1997. Studies on the taxonomy and distribution of freshwater sponges in Lake Baikal / Animal Community, Environment and Phylogeny in Lake Baikal. Miyazaki N ed, Tokyo, Japan: The University of Tokyo. P.21-41.

6. Weinberg E.V., Khlystov O. M., Vorobyova S.S., Kornakova E.G., Levina O.V., Efremova S.M., Grachev M. A. 1997. Distribution of sponge spicules in sediments of the underwater Akademichesky Ridge of Lake Baikal // Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen E. Bd.20. S.141-145.

7. Masuda Y., Itskovich V., Weinberg E.V., Efremova S.M. 1998. A study on the distribution of freshwater sponges in Lake Baikal / Joint Int. Sympos. on Lake Baikal. Yokohama, Japan. P.66-67.

8. Weinberg E., Eckert C., Efremova S., Masuda Y. 1998. The peculiarities of sponges spicule composition in Holocene-Pleistocene sediments of the underwater Akademichesky Ridge of Lake Baikal / 5th Int. Sponge Symposium, "Origin and Outlook".Brisbane, Australia: Queensland Museum. P.86.

9. Masuda Y., Itskovich V., Weinberg E.V., Efremova S.M. 1998. Study on the distribution of Baikalian sponges. /5th Int. Sponge Symposium, "Origin and Outlook".Brisbane, Australia: Queensland Museum. P.46-47.

10. Masuda Y., Itskovich V.B., Weinberg E.V., Efremova S.M. 1999. A study of the vertical distribution of freshwater sponges in the littoral zone of Lake Baikal / Biodiversity, Phylogeny and Environmental in Lake Baikal. Tokyo, Japan: Otsuchi Research Center, Ocean Research Institute, The University of Tokyo. P.25-34.

11. Masuda Y., Itskovich V., Weinberg E.V., Efremova S.M. 1999. Perspective studies of freshwater sponges in Lake Baikal // Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen E. Bd.30. S.329-332.

12. Weinberg E., Eckert C., Mehl-Janussen D., Mueller J., Masuda Y., Efremova S. 1999. Extant and fossil spongiofauna from the underwater Academician Ridge of Lake Baikal (Se Siberia) / Memoirs of the Queensland Museum. Proceedings of the 5th Int. Sponge Symp. Brisbane, Australia. P.651-657.

13. Eckert C., Demske D., Hegner E., Weinberg E., Muller J., Oberhaensli H. 1999. Multidisciplinary sediment record in Lake Baikal over the Past 100,000 Years. Baikal Symposium and 1st Baikal-Sed Workshop. Berlin, Potsdam. P.34-35.

14. Вейнберг Е.В., Воробьева С.С., Экерт К. 1999. Спикульный анализ: возможные перспективы его использования в изучении донных осадков Байкала // Геология и Геофизика. Т.40, № 8. С.1258-1261.

15. Eckert C., Weinberg E., Oberhaensli H., Mehl-Janussen D. 1999. Utilization of sponge spicules in studies on ancient lakes - perspectives for paleoecological reconstruction of sediments in Lake Baikal / Baikal Symposium and 1st Baikal-Sed Workshop. Berlin, Potsdam. P.32-33.

16. Masuda Y., Itskovich V.B., Weinberg E.V., Efremova S.M., 1999. A study on the distribution of freshwater sponges in Lake Baikal / Biodiversity, Phylogeny and Environmental in Lake Baikal. Tokyo, Japan: Otsuchi Research Center, Ocean Research Institute, The University of Tokyo. P.216.

17. Вейнберг Е.В. 2000. Спонгиофауна позднего плиоцена озера Байкал по данным исследования керна глубоководного бурения ВДР - 96/1 / Третья Вережанинская Байкальская конференция. Иркутск. С.40.

18. Eckert C., Demske D., Hegner E., Weinberg E. Mueller J. Oberhaensli H. 2000. A multidisciplinary sediment study at Lake Baikal for the past 100,000 years // Terra Nostra. V.9. P.236-238.

19. Eckert C., Weinberg E., Oberhaensli H., Mehl-Janussen D. 2000. Utilization of sponge spicules in studies on ancient lakes - perspectives for paleoecological reconstruction of sediments in Lake Baikal // Terra Nostra. V.9. P.236.

20. Eckert C., Weinberg E.V., Kienel U., Oberhaensli H. 2000. A new preparation method for qualitative and quantitative analyses of fossil sponge spicules by the light microscope / The 1998 BBD Baikal Symposium of the Japanese Association for Baikal International research program. Yokohama: Elsevier Science. P.136-145.

21. Mehl-Janussen D., Eckert C., Weinberg E.V. 2000. Investigations on the endemic freshwater Porifera of Lake Baikal (Lubomirskiidae): status and perspectives // Terra Nostra. V.9. P.49-60.

22. Levina O.V., Bychinskyi V.A., Weinberg E.V. 2001. Baikal sponges as paleoclimatic indicator: correlation of spicule chemical composition with zoning of bottom sediments / 2001 International Workshop for the Baikal and Hovsgol drilling project in Ulaanbaatar. Ulaanbaatar, Mongolia. P.25.

23. Weinberg E.V., Efremova S., Tanichev A., Masuda Y. 2001. Reconstruction of fossil Spongal fauna of lake Baikal in late Pliocene (by materials of investigation of BDP 96/1 core) on the base of studies of rescent sponges isolated spicules / 2001 International Workshop for the Baikal and Hovsgol drilling project in Ulaanbaatar. Ulaanbaatar, Mongolia. P.63-64.

24. Вейнберг Е.В. 2001. Спонгиофауна озера Байкал в позднем плиоцене (по материалам исследования керна BDP-96-1) // Геология и геофизика. Т.42, № 1-2. С.130-137.

25. Levina O.V., Weinberg E.V., Bychinsky V.A. 2002. Baikalian Sponges as Paleoclimatic Indicators: Perspectives of Using / Third Internationalm Symposium" Ancient Lakes: Speciation, Development in Time and Space, Natural History". Иркутск, Новосибирск: Наука. С.209.

26. Weinberg E., Efremova S., Masuda Y. 2002. The History of Baikal Spongal Fauna Development on the Basis of the Bottom Sediment Data / Third Internationalm Symposium" Ancient Lakes: Speciation, Development in Time and Space, Natural History". Иркутск, Новосибирск: Наука. С.209.

27. Weinberg E., Efremova S., Masuda Y. 2002. Spongal fauna of Pliocene-Quaternary sediments in Lake Baikal / VI Int. Sponge conf. Rapalo, Genova. P.213-214.

28. Weinberg I., Glyzina J., Weinberg E., Kravtsova L., Sheveleva N., Latyshev N., Bonse D., Janussen D. 2002. Interaction between the baikalian sponges and their inhabitants / VI Int. Sponge conf. Rapalo, Genova. P.215-216.

29. Bonse D., Itskovich V., Janussen D., Korduan P., Masuda Y., Meixner M., Weinberg E. 2002. Evolutionary ecology of the endemic poriferan family Lubomirskiidae and the reconstruction in Lake Baikal based on recent sponge assotiations // VI Int. Sponge conf. Rapalo, Genova. P.30-31.

30. Weinberg E., Weinberg I., Efremova S., Tanichev A., Masuda Y. 2003. Late Pliocene Spongal Fauna in Lake Baikal (from Material from the Deep Drilling Core BDP- 96 - 1). / Long Continental Records from Lake Baikal. Springer. P.283-293.

31. Levina O.V., Weinberg E.V., Bychinskyi V.A. 2003. Baikalian sponges as paleoenvironmental and paleoclimatic indicators - perspectives of using // Berliner Paleobiol. Abh. V.4. P.141-150.

32. Weinberg I., Glyzina O., Weinberg E., Kravtsova L., Rozhkova N., Scheveleva N., Ntyaganova A., Bonse D., Janussen D. 2004. Types of interactions in consortia of baicalian sponges // Boll. Mus. Ist. Biol. V.68. P.655-663.

33. Weinberg E. V., Eckert C., Janussen D. 2004. Evolution der Süßwasserschwämme (Porifera: Lubomirskiidae und Spongillidae) im Baikalsee seit dem späten Miozen / Geobiologie. Bd.74. Jahrestagung der Paleontologischen Gesellschaft. S.243 - 245.

Подписано к печати 14.06.2005
Формат 60х84 1/16
Печать ризограф. Бумага офсетная.
Тираж 100 экз. Объем 1 п.л.

Зоологический институт РАН
199034, СПб., Университетская наб., 1.

№ 16695

РНБ Русский фонд

2006-4

13556