

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ГОРОДА ИРКУТСКА
"ДВОРЕЦ ДЕТСКОГО И ЮНОШЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА"**



**Методическая разработка
«Донные животные Байкала - губки»
(практические занятия)**

Иркутск, 2017

Автор-составитель Майкова О. О., педагог дополнительного образования, кандидат биологических наук.

Рассмотрена на заседании методического объединения эколого-туристского отдела 15.09.2017 протокол №1.

Рекомендована к реализации решением методического совета МАОУ ДО г. Иркутска «Дворец творчества» от 12.10.2017 протокол №2.

Данная методическая разработка предназначена для учителей общеобразовательных учреждений и педагогов дополнительного образования, преподающих дисциплину в области биологии, экологии, байкаловедения. Методическая разработка представляет собой подробное описание теоретического занятия и двух практических занятий (лабораторных работ) по изучению строения и видового разнообразия байкальских эндемичных губок, обитающих в озере Байкал и реке Ангара.

Оглавление

Введение.....	4
Занятие на тему «Морфология и видовое разнообразие байкальских эндемичных губок».....	5
Лабораторные занятия.....	13
Лабораторная работа № 1: получение примморф из байкальских губок.....	13
Лабораторная работа № 2: определение вида байкальской губки.....	16
Список используемой литературы.....	21

Введение

В методической разработке изложены практические занятия по изучению морфологии и видового разнообразия байкальских эндемичных губок с описанием некоторых видов для их определения. Необходимость этой разработки в том, что данные по этой теме разрозненны и находятся только в узко-специализированной научной литературе и зачастую на английском языке. На данный момент отсутствует определитель байкальских губок на русском, а имеются только описания видов, которые не полные и разбросаны по разным литературным источникам. Также в данной методической разработке представлен личный опыт работы с этими организмами автора разработки. Информация здесь представлена таким образом, что ей может пользоваться как педагог, так и сам учащийся, желающий изучить губок. Особенно эта разработка будет необходимо во время проведения исследований в полевых условиях, куда не возьмешь с собой большое количество различной литературы по описанию и определению видов этих животных.

Занятия, описанные в данной методической разработке, выстроены таким образом, чтобы учащийся ознакомился со строением губок не «вслепую», читая про них в книгах, а видя эти организмы вживую, изучая их внутреннее строение с помощью микроскопа или бинокля.

Занятие на тему «Морфология и видовое разнообразие байкальских эндемичных губок»

Цель занятия: ознакомить учащихся со строением и видовым разнообразием губок, их ролью в экосистеме Байкала, научить определять виды байкальских губок.

Задачи:

- *образовательные:* изучить строение тела губки, узнать видовое разнообразие и особенности строения скелета байкальских эндемичных губок.

- *развивающие:* научить работать с микроскопом и другим лабораторным оборудованием, научить анализировать, сравнивать полученные результаты

- *воспитательные:* осознать значение губок в жизни озера Байкал, привить бережное отношение к этим животным.

Этапы занятия

1. **Сбор материала.** Этот этап нужно осуществить или предварительно, если занятие планируется в городе в учебном учреждении, или включить его в само занятие, если оно проходит в полевых условиях. Чтобы найти байкальскую губку, нужно сходить на берег Байкала и найти выброшенные веточки байкальской губки. Особенно много их будет после шторма. Конечно, она будет уже мертвая, скорее всего сухая. Цвет у нее будет от светло-зеленого до почти белого (см. Рисунок 1).

Сбор живых губок. Самостоятельно вы можете достать их из Иркутского водохранилища и реки Ангара. Из личного опыта: мы со школьниками сами доставали живых губок перед Глазковским мостом со стороны правого берега. Там все губки корковой формы, обрастают камнями. Всё, что вам для этого нужно – высокие резиновые сапоги (болотники, до пояса) и теплая летняя погода. Губки начинаются в том месте на глубине около 1 метра. Про определение губок из Ангары и водохранилища смотрите в Лабораторной работе № 2. После того, как вы ее достали, для проведения Лабораторной работы № 1 эксперимент лучше начать прямо на берегу, или доставить губку в лабораторию в термосе. Для Лабораторной работы № 2 вытасченную губку лучше поместить в 96% спирт (этанол).



Рис. 1. Внешний вид высушенной губки вида *Lubomirskia baikalensis* (из: Бормотов, 2011)

2. Мотивирование учащихся на исследование байкальских губок (учащиеся с удовольствием приступают к изучению объекта исследования, когда понимают его роль в поддержании экосистемы Байкала). Знакомство с новой информацией выстроена в виде диалога с учащимися:

Мы с вами живем на берегу удивительного пресного водоема – озера Байкал! Многие люди едут сюда из разных уголков нашей планеты, чтобы просто побыть рядом с ним несколько дней, а мы живем здесь, имея возможность приехать на Байкал, когда мы этого захотим! И наша жизнь, наше здоровье напрямую зависит от функционирования экосистемы озера, не говоря о том, что оно играет огромную роль для развития туристического бизнеса в нашем регионе.

Ребята, скажите мне, пожалуйста, какую роль играет Байкал в вашей жизни? (Ответы...)

Байкал играет огромную роль не только в вашем эмоциональном состоянии, когда вы отдыхаете рядом, но и ваше здоровье зависит от него. Все мы – жители города Иркутска и ближайших небольших городов, пьем воду из Иркутского водохранилища. А от куда вода в него поступает? Из Байкала, то есть мы пьем с вами байкальскую воду. А чистота и химический состав воды напрямую зависит от тех организмов, которые обитают в нем.

3. Теоретическая часть

Химический состав байкальской воды

Химический состав воды складывается из: **главных ионов** (это ионы, которые находятся в большом количестве), **растворенных газов** (кислород, азот, диоксид углерода и пр.), **биогенных элементов** (соединения азота, фосфора, кремния), **микроэлементов** (химические элементы, концентрация которых очень мала) и **органических веществ** (синтезируемых организмами и поступающих извне с осадками и в

результате разложения растительных и животных остатков). Суммарное количество главных ионов называется минерализацией воды. Байкальская вода по количеству в ней главных ионов относится к низко минерализованным (0,95 г/л) (Галазий, 2004; Грачев, 2002). Для сравнения, в морской воде количество солей около 34-36 г/л. Байкальская вода соответствует стандартам самой высококачественной питьевой воды.

Особое внимание стоит уделить биогенным элементам, потому что именно их концентрация определяет трофический статус озера и качество воды. Трофность – это характеристика местообитания (почвы, водоёма) по его биологической продуктивности, обусловленной содержанием биогенных элементов. По этому показателю Байкал относится к олиготрофным водоемам, то есть он содержит малое количество биогенных элементов, и как следствие в нем производится малое количество органических веществ. Почему это всё так важно нам знать? Потому что байкальские губки играют огромную роль в круговороте биогенных элементов, причем как в их переработке, так и в их синтезе. Они являются природными фильтрами, от которых сильно зависит чистота воды. Как они это делают? Это можно понять, только после ознакомления со строением их тела.

Общее строение губок

Губки – удивительные животные! Они обитают как в пресных (озерах, реках), так и в соленых водах. Это первые многоклеточные животные, появившиеся на нашей планете около 600 млн лет назад (Love et al., 2009). У губок отсутствуют хорошо дифференцированные ткани, нет органов и нервной системы. Большинство морских губок имеют форму бокала, прикрепленного к твердому субстрату, а устьем обращенного вверх. Но байкальские губки не имеют пустых полостей внутри тела, оно все заполнено тканью. Все тело губки пронизано каналами, по которым проходит вода (это водоносная система) и которые также необходимы при размножении. Каналы открываются на поверхности тела порами разного диаметра. Крупные поры называются **оскулюмами**. Поверхность тела губки покрыта одним слоем плоских клеток (**пинакодермой**), а внутренние полости каналов выстланы слоем клеток со жгутиками (**хоаноцитами**) – **хоанодермой**. За счет движения этих жгутиков обеспечивается непрерывный ток воды каналам. Слой соединительной ткани между пинакодермой и хоанодермой называется **мезохил**. Мезохил состоит из студенистого белкового вещества, содержащего различные клетки и скелетные элементы. Среди различных клеток в мезохиле имеются амебоидные клетки **архециты**, которые могут превращаться в клетки любого другого типа, встречающегося у губок, и выполняют важную функцию – питание. Они захватывают, подобно фагоцитам, пищевые частицы (одноклеточных, различные органические вещества) и переваривают их внутриклеточно, обеспечивая поступление и транспорт питательных веществ в теле губки. Также в мезохиле имеются клетки

(спонгоциты), которые вырабатывают прочный коллаген – **спонгин**. А **склероциты** «строят» маленькие иголочки – **спикулы**, из которых состоит скелет губки. Еще в мезохиле имеются клетки, подобные мышечным – **миоциты**. Они, например, регулируют диаметр оскулюмов, тем самым контролируя ток воды через эти поры (Рупперт и др., 2008).

Схема строения тела разных губок представлена на **Рисунке 2**.

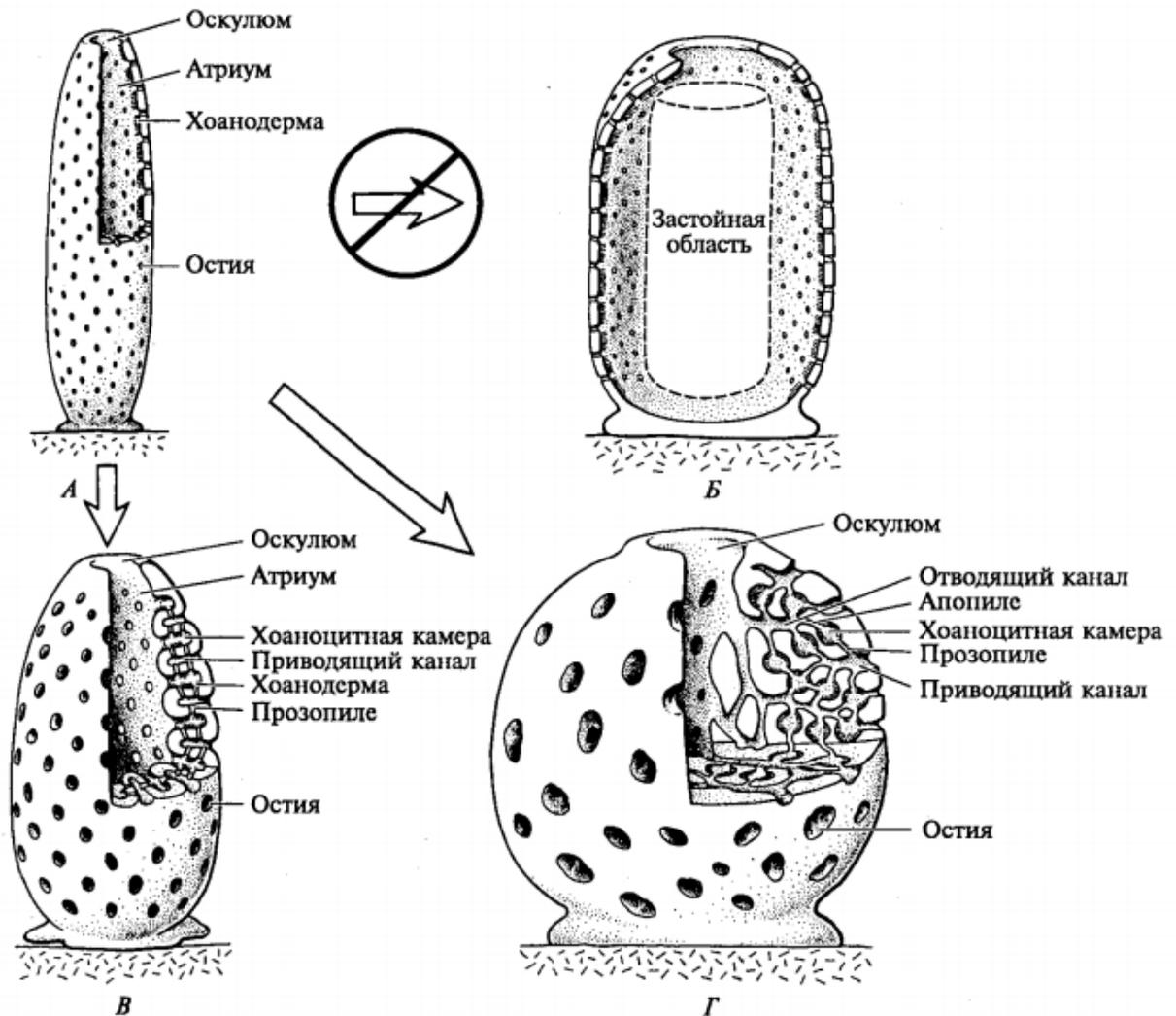


Рис. 5.2. Porifera, связь между типом строения и размером тела:

A — асconoидный тип строения ограничивает размер губки: их тело представляет собой простой цилиндр диаметром около 1 мм. Ток воды создается жгутиковой хоанодермой; *B* — увеличение диаметра тела. Поскольку жгутики могут эффективно прогонять воду только вблизи поверхности хоанодермы, увеличение диаметра тела привело бы к столь существенному увеличению атриума, что жгутики не смогут эффективно прокачивать через него воду, если одновременно не увеличилась бы толщина стенки тела или не изменилось бы все строение губки. Увеличение размеров тела стало возможным только в результате изменения *типа строения*; *B* — сиконоидный тип организации сделал возможным появление губок, размеры которых достигают нескольких сантиметров. Соотношение площади поверхности и объема стало более выгодным за счет чередования впячивания наружной и внутренней поверхностей стенки тела; *Г* — у губок с лейконоидным типом строения прогоняющие воду жгутиковые клетки выстилают внутреннюю поверхность тысяч шарообразных камер, а объем прогоняемой воды ограничивают похожие на капилляры каналы, которые впадают в камеры и выходят из них. Лейконоидные губки могут достигать больших размеров, превышая 1 м в диаметре

Рис. 2. Схема строения разных типов тел губок (из: Рупперт и др., 2008, с. 149)

В мезохиле также находятся клетки, отвечающие за половое размножение губок – **ооциты** (женские половые клетки) и **сперматоциты** (мужские половые клетки) (Рупперт и др., 2008). Пресноводные губки могут размножаться бесполом путем, образуя геммулы – круглые структуры, представляющие собой набор клеток губки, плотно упакованных с помощью специальных спикул – **геммосклер**. Геммулы способны переживать неблагоприятные условия, такие как засуху и замерзание, а после наступления благоприятного времени – прорастают и дают жизнь новой губке. Но байкальские эндемичные губки не способны образовывать геммулы. Бесполое размножение происходит делением тела. Но в основном байкальские эндемичные губки размножаются половым путем. Учеными было показано, что байкальские губки раздельнополы. В одних особях созревают мужские половые клетки (сперматоциты), в других – женские (ооциты). После созревания, сперматоциты выходит наружу через оскулюмы, и, попадая в те особи, в которых созрели ооциты – оплодотворяют их. После этого в теле «женской» особи созревают личинки и выходят наружу в воду через оскулюмы. Размер этих личинок примерно с манную крупинку, созревает их в теле губки от нескольких сотен до тысяч. Массовый выход личинок в воду выглядит так, как будто рассыпали манную крупу (Рисунок 3). После оседания на дно, личинка прорастает в новую особь губки.

Подводим итог. Теперь вы знаете, что губка – это достаточно просто устроенный организм, не имеющий органов и тканей, но при этом имеющий разный тип клеток, некоторые из которых могут превращаться друг в друга. Эта очень интересная способность губок, которая позволяет им быстро регенерировать (восстанавливаться). Если от губки отломить кусочек – она быстро восстановит это место. Эта способность используется многими учеными для получения культур клеток губок, так называемых **примморф**. Это может быть целая тема для проведения эксперимента по исследованию регенерационной способности губок (смотрите Лабораторную работу №1).

Вы узнали, каким образом губка фильтрует и очищает воду от органических веществ. Этим обусловлена ее очень важная роль в экосистеме озера. Она играет важную роль в пищевой цепочке, переваривая огромное количество как одноклеточных организмов, так и органических соединений, но также губка является постоянным или временным местом обитания многих организмов, вступивших с ней в симбиотические отношения. Такими организмами являются вирусы, бактерии, различные одноклеточные водоросли и даже беспозвоночные – циклопы, гаммарусы, моллюски, черви и пр. Почему байкальские губки зеленые? (ребята предлагают свои варианты ответов). Потому что в них обитают симбиотические зеленые водоросли (зоохлореллы). Есть, правда, виды, в которых их очень мало и эти губки почти белого цвета, но большинство байкальских губок не могут жить без этих водорослей.

Гаммарусы и моллюски очень важны для губки – они очищают ее поверхность от осевшей органики. В Байкале водится рачок, который обитает на губках – Брантия паразитическая (Рисунок 4).



Рис. 3. Фотография байкальской губки под водой. На фото видно крупные поры – оскулюмы с вытянутой в виде трубочки мембраной (пинакодермой) вокруг них. Белые маленькие точки на губке – личинки (фото: И. В. Ханаева).



Рис. 4. Рачки (Брантия паразитическая) на поверхности байкальской губки (фото: И. В. Ханаева)

Особенности строения и видовое разнообразие байкальских губок

Байкал заселен представителями двух семейств пресноводных губок - эндемичным *Lubomirskiidae* и космополитным (то есть распространенным по всему миру) *Spongilidae*. Спонгилид вы можете встретить в заливах, бухтах и сорах, а в открытом Байкале обитают только Любомирскииды.

Любомирскииды населяют все глубины – от 2 метров и до максимальных (имеются образцы губок с 1500 метров). Но самое большое их количество находится на глубинах 10-40 метров. По форме тела они бывают ветвистые, корковые и массивные (глобульные). Ветвистая губка представлена одним видом – *Lubomirskia baikalensis* (Любомирская байкальская). Она может достигать в высоту до 1,5 метров, а растет она со скоростью около 1 см в год. Значит, сколько лет будет губке высотой 1,5 метра?

Согласно последнему перечню видов, к эндемичному семейству байкальских губок относится 4 рода (*Lubomirskia*, *Baikalospongia*, *Swartschewskia* и *Rezinkovia*) и 14 видов (Manconi and Pronzato, 2019).

Определить виды можно по особенностям строения тела, спикул и скелета. Описание некоторых видов смотрите в Лабораторной работе № 2.

Чтобы научиться их определять, нужно немного ознакомиться с особенностями строения скелета.

Скелет губок состоит из маленьких иголочек – спикул, размер которых около 300 микрометров (0,3 мм) (Рисунок 5). Построены спикулы у байкальских губок из кремнезема. Спикулы бывают двух форм: с заостренными концами – **амфиоксы** (Рисунок 6-Б), и с закругленными концами – **стронгиллы** (Рисунок 5). Зрелые (взрослые) спикулы называются макросклерами, а молодые – микросклерами.

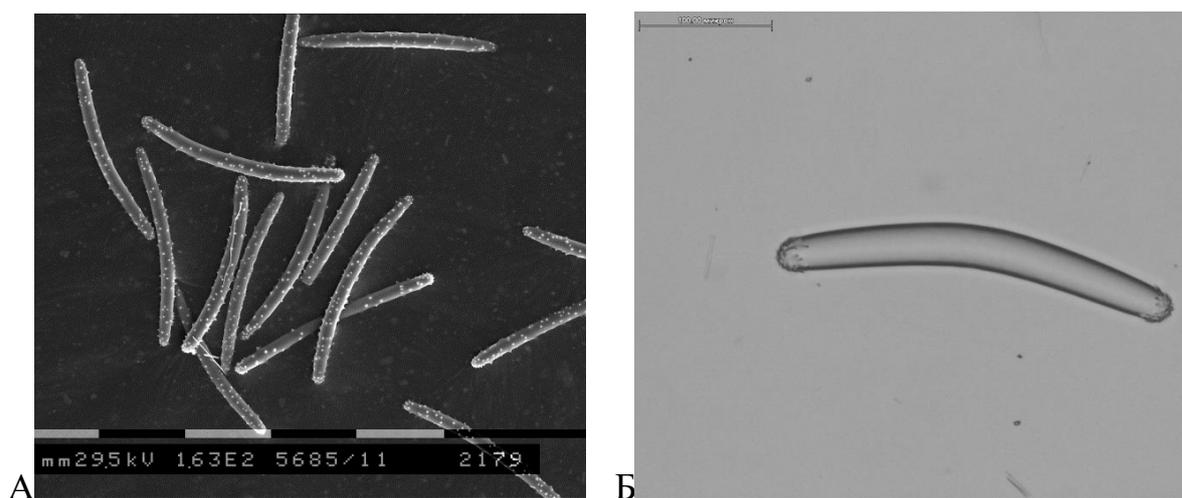


Рис. 5. Фотографии спикул байкальских губок: А – с помощью сканирующего электронного микроскопа (вид *Baikalospongia intermedia profundalis*), Б – с помощью светового микроскопа (вид *Baikalospongia bacillifera*) (фото автора).

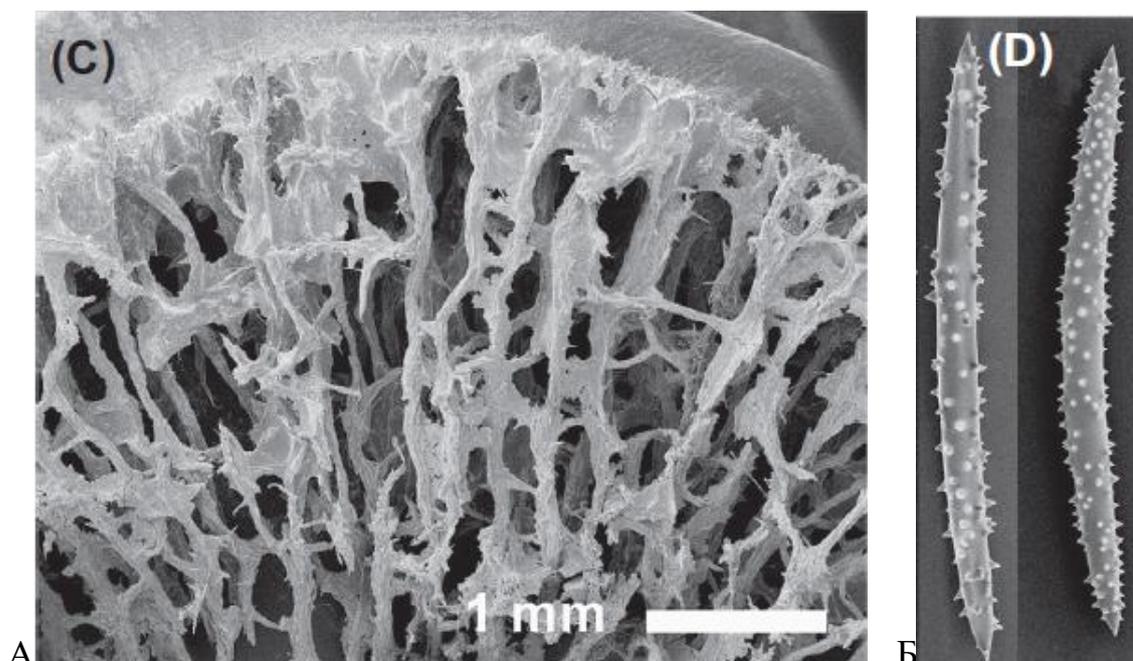


Рис. 6. Скелет (А) и спикулы (Б) ветвистой губки *Lubomirskia baikalensis* (из: Manconi and Pronzato, 2019)

Шипы на спикулах могут располагаться по всей длине (Рисунок 6, Рисунок 5-А) или на концах спикул (Рисунок 5-Б). Но бывают и промежуточные стадии, когда шипы имеются по всей длине спикулы, но на концах их больше. Это все и есть основные признаки, по которым можно определить вид при помощи спикул. Но иногда только спикул не достаточно и приходится делать препарат скелета.

Спикулы прочно «склеены» между собой спонгином в пучки (Рисунок 7). Из пучков построен скелет губки, похожий на решетку (Рисунок 6-А), или его можно сравнить с арматурой фундамента дома. Толщина пучков и общая структура этой решетки отличается у разных видов.

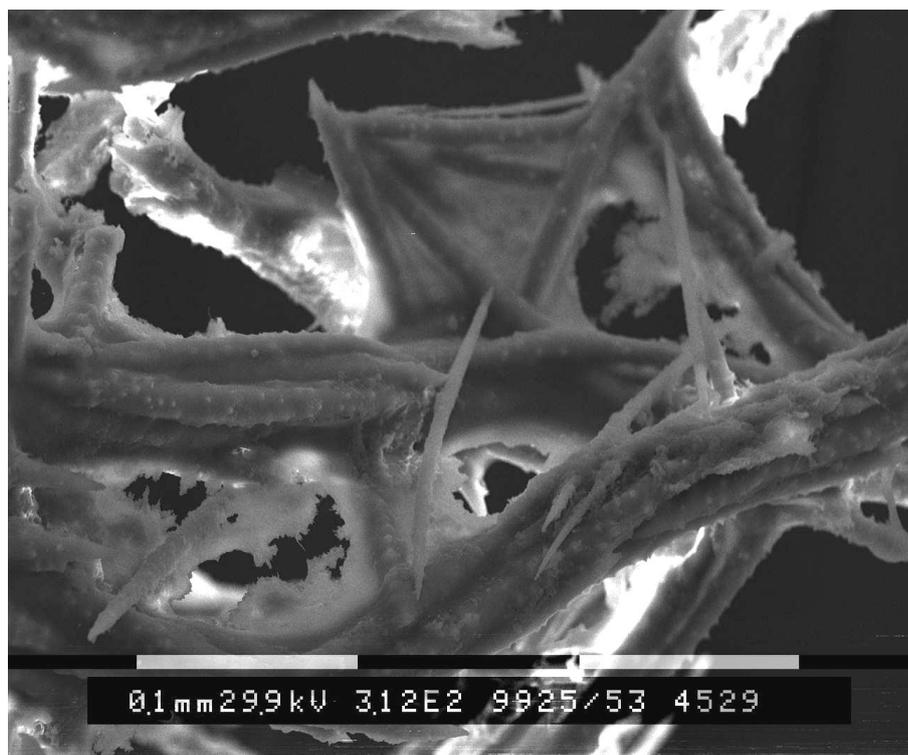


Рис. 7. Спикулы, «склеенные» в пучки спонгином. Световой сканирующий микроскоп (фото О. В. Калюжной).

Лабораторные занятия

Лабораторная работа № 1: получение примморф из байкальских губок.

Цель: изучить регенерационную способность байкальских губок.

Необходимое оборудование и материалы:

- Живые губки (см. «Сбор материала» в занятии 1, стр.)
- Микробиологические стерильные емкости, или любые чистые емкости с плоским дном, например, пластиковые пищевые контейнеры;
- Вода байкальская бутилированная;
- Стерильные одноразовые перчатки;
- Холодильник на +4°C с прозрачной дверцей или с подсветкой.

Для получения суспензии клеток используют два основных метода диссоциации тканей губок – химический или механический. В случае механической диссоциации ткани животного процеживают через мелкий мельничный газ, что приводит к их механическому разделению на отдельные клетки и небольшие группы клеток, но можно и не использовать мельничный газ, а отжать без него.

Процесс реагрегации (соединения клеток друг с другом) начинается в суспензии клеток непосредственно после ее получения. В суспензии

изолированные клетки быстро приобретают округлую форму. Исключение составляют хоаноциты, которые некоторое время сохраняют жгутик и воротничок микроворсинок. Клетки начинают образовывать псевдоподии, число, размер и форма которых сильно варьируют. В некоторых случаях было показано, что псевдоподии формируют только определенные типы клеток (амебоциты), тогда как другие типы (хоаноциты и/или пинакоциты) не обладают этой способностью или обладают в меньшей степени. После оседания на субстрат из толщи суспензии и формирования псевдоподий, клетки большинства видов губок приобретают амебоидную подвижность.

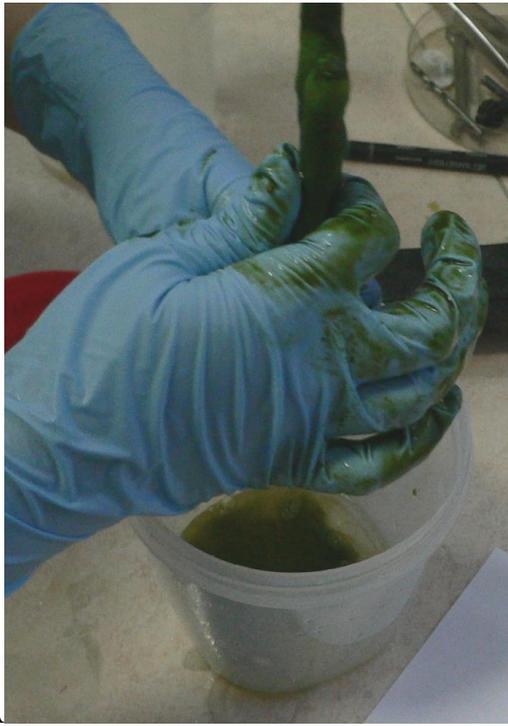
Для ряда видов губок известно, что в ходе процесса реагрегации их клетки проявляют способность к *видоспецифичной* агрегации. В этом случае при смешивании суспензий клеток, полученных от двух разных видов губок, реагрегация происходит только между клетками и клеточными агрегатами одного вида (Лавров и Косевич, 2014).

Описание эксперимента:

Взять живую байкальскую губку (руки должны быть в перчатках) и отжать ее в емкость с байкальской водой (вода должна быть из холодильника) (Рис. 8-А). У вас получится зеленая жидкость, клетки начнут агрегировать прямо «на глазах», образуя зеленые «комочки» (Рис. 8-Б).

Оставить эту емкость с суспензией в холодильнике до следующего дня. Клетки агрегируют с образованием плотного осадка на дне емкости (Рис. 9). Этот осадок надо взболтать, дать немного отстояться (осесть на дно крупным «комочкам»), слить «грязную» воду и налить чистую бутилированную байкальскую воду из холодильника. Оставить на 1-2 дня в холодильнике. После этого повторить этап: взболтать осадок, дать ему немного отстояться и заменить воду на чистую. После 2-3 повторений этого этапа вы получите настоящие примморфы, которые имеют округлую форму. Если за ними постоянно следить и менять им воду 2-3 раза в неделю, то они могут жить несколько месяцев. Как понять, что примморфы начали погибать? Они потеряют четкие контуры своей поверхности, начнут как бы «расползаться» по дну, они начнут бледнеть или приобретать любой другой цвет (желтый, коричневый). Признак здоровой примморфы – зеленый цвет и четкие контуры.

Дополнительные идеи: примморфы используются учеными как модельные объекты для изучения влияния различных факторов на губок. Вы можете поставить с ними эксперименты со сменой факторов условий обитания, например, температуры и химического состава воды. Изучить влияние различных загрязняющих веществ на примморфы.



А Б
Рис. 8. Получение примморфоф: А – отжим губки, Б – начало агрегации клеток



Рис. 9. Агрегированные клетки на следующий день после начала эксперимента.

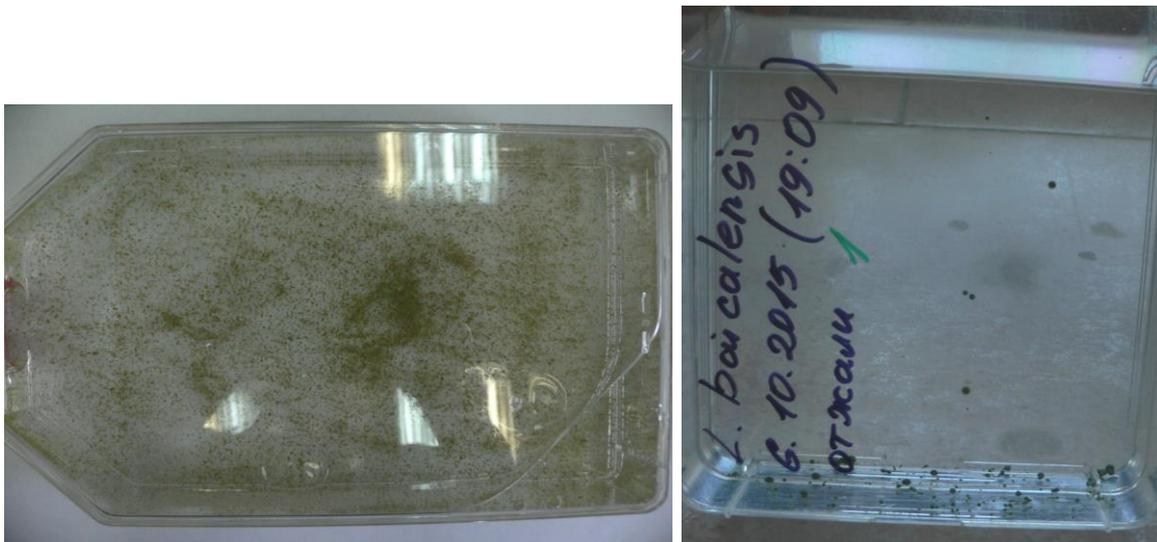


Рис. 10. Примморфы байкальской губки

Лабораторная работа № 2: определение вида байкальской губки.

Цель: научиться определять виды байкальских губок

Необходимое оборудование и материалы:

- байкальская губка (сухая, живая или фиксированная в спирте).
- световой микроскоп, предметные стекла, лабораторная пипетка с наконечниками (можно пипетку Пастера), пробирки или любую пластмассовую или стеклянную емкость небольшого объема (до 5 мл)
 - пинцет
 - скальпель, бритвенное лезвие, морозильная камера (для препарата скелета)
 - белизна

Описание эксперимента:

1. Приготовление препарата спикул

Поместить небольшой кусочек губки (размером со спичечную головку) в пробирку, залить белизной, оставить минут на 10-15. Белизна растворяет спонгин, которым спикулы прочно «склеены». Эта методика описана у С.М. Ефремовой (2004). В процессе растворения пробирку можно пару раз встряхнуть, чтобы ускорить процесс. Дать спикулам осесть на дно пробирки, пипеткой убрать белизну так, чтобы не задеть осевшие на дно спикулы, после чего добавить в пробирку воду. Препарат готов. Теперь надо пипеткой аккуратно взять небольшое количество спикул со дна пробирки и нанести их на предметное стекло и смотреть под микроскопом. Для начала надо настроить изображение при 4-х кратном увеличении, далее можно перейти на 10-ти или 40-ка кратное. Размер спикул около 250-300 микрометров (мкм), или 0,25-0,3 мм.

2. Приготовление препарата скелета

Для определения ветвистой губки можно ограничиться только препаратом спикул, для определения видов губок из Ангары или водохранилища нужно будет делать препарат скелета.

Небольшой, желательно квадратный или прямоугольный, кусочек тела губки (примерно 1 см³), отрезанный аккуратно скальпелем, заморозить на металлическом блоке (или предметном стекле). Если губка была из спирта, то предварительно отрезанный кусочек надо отмыть обычной водой. После заморозки, пока губка не оттаяла, лезвием бритвы (конечно, это делает сам педагог) сделать несколько срезов толщиной около 1 мм толщиной. Перенести срезы на предметное стекло и рассмотреть под микроскопом.

Толщина среза должна быть такой, чтобы он просвечивал насквозь под микроскопом (Рисунок 11). Но если так сделать не получилось, то можно его смотреть под бинокуляром.

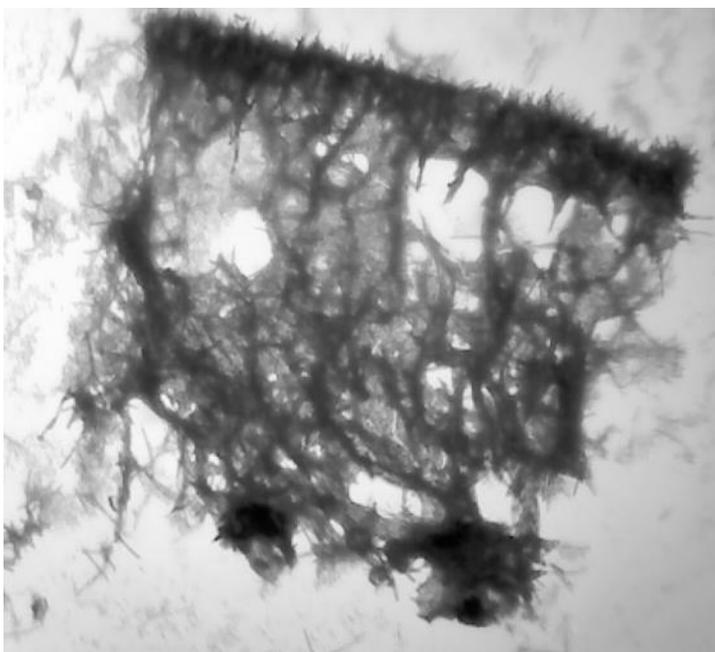


Рис. 11. Срез губки вида *Baikalospongia intermedia* из Ангары.

3. Определение видов

Определение ветвистой губки носит больше «формальный» характер, поскольку из всех 14 описанных видов семейства *Lubomirskiidae* такую форму имеет только один вид – *Lubomirskia baikalensis*.

Описание вида *Lubomirskia baikalensis*

Внешний вид: высокорастущие, ветвистые. Отростки могут срастаться. До 60 см в высоту и 3-4 см в толщину. Устья рассеяны по всей поверхности в виде округлых неглубоких ямок 3-4мм в поперечнике, затянутые на дне тонкой мембраной (видно только на живых образцах), с одним или

несколькими отверстиями. Сквозь мембрану просвечивают отверстия тонких отводящих каналов.

Если вы работаете с образцами из Ангары, то там этот вид обитает в корковой форме (*Lubomirskia baikalensis* морфа *littoralis*): корки плотной консистенции, достаточно прочные на разрыв, высотой могут быть до 2-3 см. По строению спикул и скелета не отличаются от ветвистой формы (Майкова и др., 2017).

Спикулы: амфиоксы с короткими или средней длины остриями, цилиндрические или слабо веретенообразные, в среднем 13x193 мкм. Пределы колебаний: длина 145-233 мкм, ширина 9-18 мкм. Шипы по всей длине. Есть тонкие спикулы. Величина и количество шипов меняются от экземпляра к экземпляру, преобладают короткие острия, реже они средней длины (Рисунки 6-Б и 12).

Скелет: кроме спикул, склеенных в пучки, есть более тонкие и короткие спикулы, свободно расположенные в ткани. Это гладкие тонкие амфиоксы с длинными остриями. Между ними и спикулами пучков можно найти все переходы. Особенность этого вида, на поверхности скелета главные пучки заканчиваются «щетка» (Рисунки 6-А и 13) (Резвой, 1936).

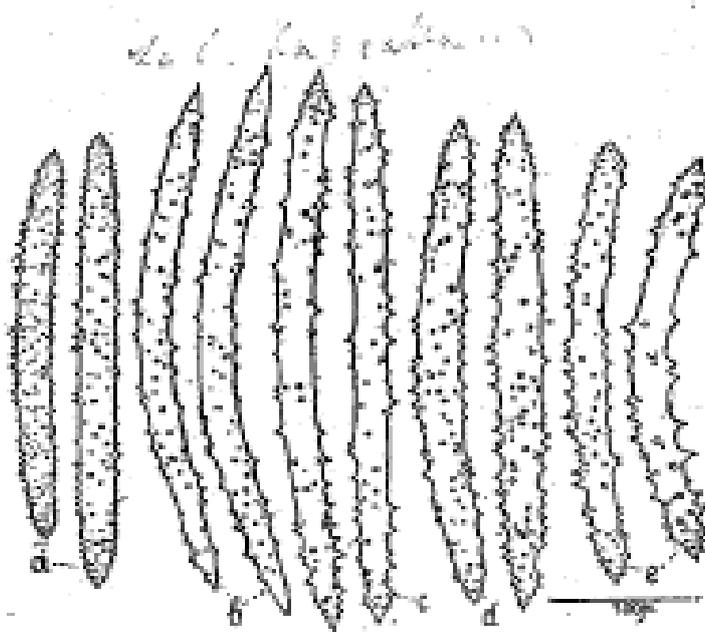


Рис. 12. Спикулы вида *Lubomirskia baikalensis*.

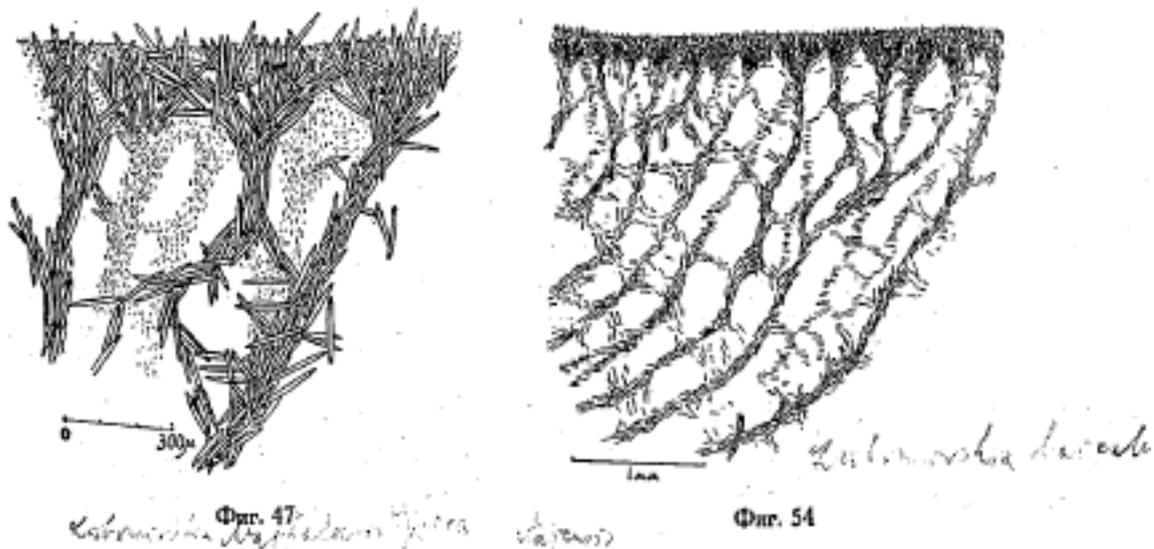


Рис. 13. Скелет вида *Lubomirskia baikalensis*

Описание вида *Baikalospongia intermedia*

Для определения корковых губок из Ангары или Иркутского водохранилища вам потребуется описание этого вида.

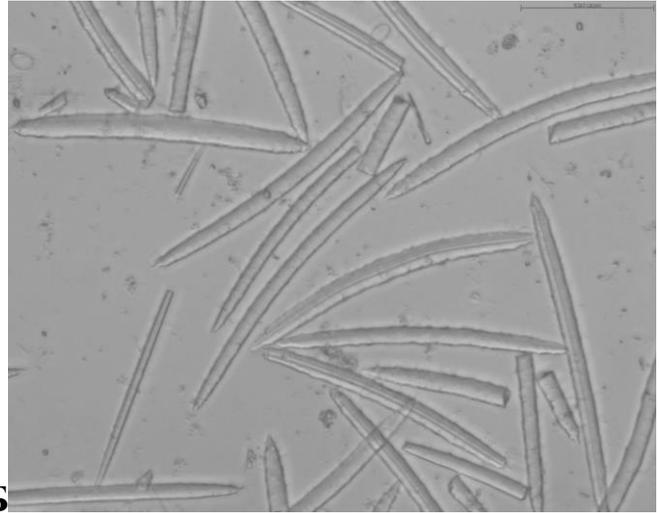
Внешний вид: Тонкие корковые формы около 4-5 мм толщиной, мягкой консистенции. Оскулюмы в виде небольших плоских углублений с несколькими мелкими отверстиями на дне (Резвой, 1936). В Ангаре этот вид имеет более массивную форму толщиной до 3 см, плотной консистенции (Майкова и др., 2017).

Спикулы: спикулы чаще тонкие оксы с остриями средней длины или короткими, по всей длине покрыты мелкими шипами. Реже встречаются экземпляры со стронгиллами, с редкими шипами в средней части и с концентрацией их на закругленных концах. Иногда сами концы спикул свободны от шипов. Средняя длина спикул 226-15 мкм (пределы variability 172-226 мкм), ширина от 9 до 22 мкм. У некоторых преобладают более толстые стронгиллы.

Скелет: беспорядочный и слабый, состоит из главных и поперечных пучков, то лучше то хуже обозначенных. Главные пучки и короткие поперечные, состоящие из одной или нескольких спикул, образуют не слишком правильную решетку. У экземпляров со слабым развитием скелета главные пучки тонкие, состоят из 2-3 спикул и заканчиваются на поверхности несколькими торчащими спикулами, перечные пучки состоят из одиночных спикул. Исключение составляют губки этого вида, обитающие в Ангаре, они имеют скелет, схожий с таковым у *Lubomirskia baikalensis* по наличию щеток на поверхности тела (Рисунок 11).

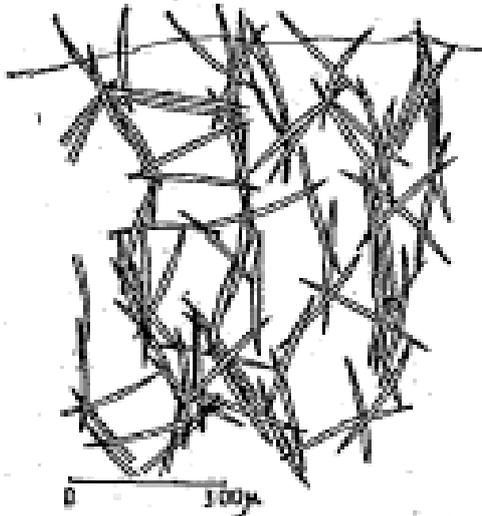


Фиг. 46

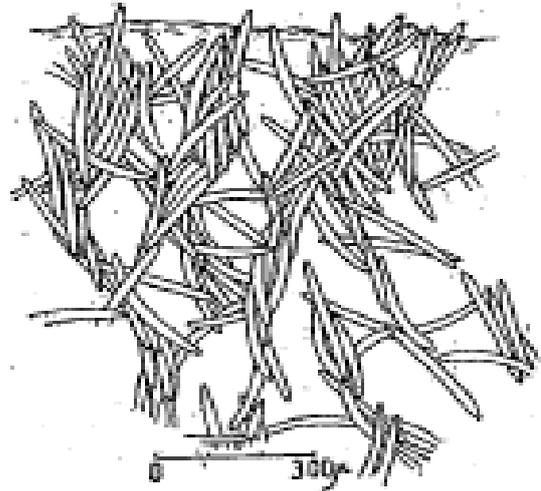


Б

Рис. 14. Спикеры вида *Baikalospongia intermedia*: А – рисунок спикер (Резвой, 1936), Б – фотография спикер, световой микроскоп при 10-ти кратном увеличении (фото автора).



Фиг. 50



Фиг. 51

Рис. 15. Скелет вида *Baikalospongia intermedia* (Резвой, 1936).

Список используемой литературы

1. Бормотов, А. Что случилось с байкальскими губками? [Текст] / А. Бормотов // Наука из первых рук. – 2011. – С. 20-23.
2. Галазий, Г.И. Байкал в вопросах и ответах, 4-е изд., испр. и доп. / Г.И. Галазий. Иркутск: «Облмашинформ», 2004. – 304 с.
3. Грачев, М.А. О современном состоянии экологической системы озера Байкал [Текст] / М.А. Грачев. – Новосиирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 156 с.
4. Ефремова, С.М. Губки (Porifera) [Текст] / С.М. Ефремова // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна (ред. О.А. Тимошкин). Том 1. Озеро Байкал. Книга 1. Новосибирск: Наука, 2001. – С. 179-192.
5. Ефремова, С.М. Новый род и новые виды губок сем. *Lubomirskiidae* Rezvoj, 1936 [Текст] / С.М. Ефремова // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна (ред. О.А. Тимошкин). Том 1. Озеро Байкал. Книга 2. Новосибирск: Наука, 2004. – С. 1261-1278.
6. Лавров, А.И. Реагрегация клеток губок: механизмы и динамика процесса [Текст] / А.И. Лавров, И.А. Косевич // Онтогенез. – 2014. Т. 45. – № 4 – С. 250-271
7. Майкова, О.О. Преобразования Байкальских губок (Сем. *Lubomirskiidae*) при их заселении в реку Ангара [Текст] / О.О. Майкова, Н.А. Букшук, В.Б. Ицкович, И.В. Ханаев, И.А. Небесных, Н.А. Онищук, Д.Ю. Щербаков // Генетика. – 2017. – Т. 53. – № 12. – С. 1419-1426.
8. Резвой, П.Д. Пресноводные губки (Сем. *Spongillidae* и *Lubomirskiidae*) [Текст] / П.Д. Резвой // Фауна СССР. Том 2. Москва: АН СССР, 1936.
9. Рупперт, Э.Э. Зоология беспозвоночных [Текст] / Э.Э. Рупперт, Р.С. Фокс, Р.Д. Барнс // Протисты и низшие многоклеточные. Том 1. Москва: Академия, 2008.
10. Love, G.D. Fossil steroids record the appearance of Demospongiae during the Cryogenian period [Text] / G.D. Love, E. Grosjean, C. Stalvies, D.A. Fike, J.P. Grotzinger, A.S. Bradley, A.E. Kelly, M. Bhatia, W. Meredith, C.E. Snape, S.A. Bowring, D.J. Condon, R.E. Summons // Nature. – 2009. – V. 457. – P. 718-721.
11. Manconi, R. Phylum Porifera [Text] / R. Manconi, R. Pronzato // Keys to Palaearctic Fauna: Thorp and Covich's freshwater invertebrates (Eds. D.C. Rogers, J. Thorp), 4th edn. Elsevier, Amsterdam, 2019. – pp. 45-87.