

ЖИЗНЬ В КАПЛЕ ВОДЫ

Описание занятия

Автор: И.Н. Кауфман.

Учебный предмет: Биология.

Целевая аудитория: учащиеся 5–6 классов.

Продолжительность: 45 мин.

Используемое оборудование и материалы: оборудование для вывода звука и видео (монитор/проектор с экраном, аудиокolonки), дидактические материалы (листы с заданиями).

Аннотация.

Школьники узнают об удивительном мире микроскопических организмов, о радиоляриях и фораминиферах, диатомовых, динофитовых водорослях: их строении, формах приспособления, значении в природе и жизни человека. Учащиеся знакомятся с работой биолога, ищут ответы на поставленные вопросы, формулируют и записывают ответы, делают зарисовки.

Рекомендации учителю.

Занятие рекомендуется проводить после изучения тем «Клеточное строение организмов», «Многообразие организмов, их классификация» в школьных курсах «Биология» (5 – 6 класс).

В результате занятия учащиеся:

- *познакомятся* с материалами экспозиции океанариума «Микромир»;
- *узнают* о разнообразии микроскопических форм жизни, строении клеток микроскопических организмов;
- *смогут* приводить примеры микроскопических организмов разных систематических групп и объяснять особенности их строения, объяснять роль микроорганизмов в сообществах и жизни человека;
- *научатся* работать с маршрутными листами, текстами и иллюстрациями информационных стендов; рассматривать биологические объекты под микроскопом, зарисовывать и обозначать их строение; организовывать учебное взаимодействие в группе; проявлять самостоятельность и познавательный интерес к изучаемой теме.

План занятия

Уважаемые педагоги! Обращаем ваше внимание на то, что занятие и лист заданий к нему изначально были подготовлены для работы в экспозициях Приморского океанариума. Полученные вами материалы адаптированы для работы в классе без посещения океанариума.

Приглашаем вас и ваших учеников принять участие в оценке качества наших видео-занятий и заполнить анкеты. Для педагогов мы подготовили гугл-форму анкеты (<https://forms.gle/1ooLr2DD4TswTpUY7>), для учеников – анкету в формате Word, которую педагог может дать школьникам заполнить и затем отослать нам на наш электронный адрес oceaneducation@primosean.ru

Цели занятия:

- обобщение знаний учащихся о клеточном строении организмов, разнообразии одноклеточных растительных и животных организмов, систематике живой природы;
- расширение системы биологических знаний учащихся о многообразии пресноводных и морских микроскопических организмов;
- развитие познавательного интереса к биологии.

Задачи:

1. Познакомить школьников с новыми для них систематическими группами микроскопических организмов: типами Фораминиферы и Радиолярии, отделами Гаптофитовые, и Динофитовые, классом Диатомовые водоросли.
2. Сформировать представление об отдельных микроорганизмах: их строении, условиях обитания, формах приспособления, значении в природе и жизни человека.

Перед проведением занятия

1. Ознакомьтесь с видео-занятием и всеми методическими материалами к нему.
2. Распечатайте листы заданий на принтере.
3. В начале занятия вспомните с учащимися материал учебной программы о строении клетки, систематике растительного и животного мира.
4. Раздайте учащимся листы заданий и прокомментируйте содержание работы с ними. Вы можете выбрать варианты выполнения заданий учащимися: индивидуально или групповая работа.

5. Заполнение листов заданий можно осуществлять как во время просмотра видеоролика, так и после. Если вы выбрали вариант проведения занятия с последовательным выполнением заданий, рекомендуется после просмотра одного видеосюжета и выполнения задания по нему прочитать с учащимися вопрос к следующему заданию и после этого продолжить просмотр видеозанятия.
6. Время, необходимое для выполнения заданий, вы определяете самостоятельно.
7. После выполнения заданий обсудите с учащимися их ответы.
8. В конце занятия обобщите основную информацию, подведите итоги, проведите рефлексию.
9. Соберите листы заданий, проверьте, выставьте оценки.

Ход занятия

1. Этап мотивации и актуализации (5 мин.).

Педагог кратко рассказывает о целях и задачах предстоящего занятия, его формате.

Беседа по вопросам:

- 1) Какая наука изучает мир живой природы?
- 2) Какие царства живой природы вы знаете?
- 3) Кто такие прокариоты и эукариоты?

Далее педагог знакомит школьников со структурой листа, его заданиями, инструктирует, как их выполнять, акцентирует внимание на том, когда необходимо выполнять задания (по ходу или после просмотра видео).

2. Этап изучения нового материала через просмотр видеоролика и самостоятельная работа учащихся (выполнение заданий № 1 - 8) (35 мин).

3. Этап обсуждения, подведения итогов, рефлексия (5 мин.).

Педагог подводит итог работы, проводит беседу на повторение с учетом цели занятия и проблемного вопроса, анализирует достигнутые результаты:

Вопросы для учащихся:

- Есть ли жизнь в капле воды?
- Кто населяет водную гладь озер, морей и рек?
- О каких микроскопических организмах вы узнали в ходе занятия?
- Какие из них относятся к растениям, какие – к животным?
- Что общего в строении этих организмов?
- Какие приспособления у них есть для жизни в воде (например, парения в воде)?

- Какое значение микроскопические организмы имеют в природе?
- Какое значение микроскопические организмы имеют в жизни человека?

Учащиеся:

- отвечают на вопросы;
- называют задания, вызвавшие затруднения;
- оценивают свои результаты в соответствии с целью занятия;
- заполняют рефлексивные анкеты;
- делятся впечатлениями о занятии.

Дополнительная информация

по объектам, изучаемым на занятии «Жизнь в капле воды»

Гаптофитовые, примнезиофитовые (Haptophyta, Prymnesiophyta), отдел водорослей (некоторые специалисты относят их к типу протистов). Как правило, одноклеточные, но встречаются и колониальные формы, которые характеризуются жгутиками, лишёнными боковых волосков (мастигонем), наличием особых нитевидных выростов (гаптонем) и рядом других особенностей строения клеточных органелл. Клетки покрыты органическими чешуйками, у *кокколитофорид* снаружи образуются ещё и известковые чешуйки – *кокколиты*. Для гаптофитовых характерно присутствие хлорофиллов *a*, *c1*, *c2*; запасным продуктом является хризаламинарин. По общему пигментному составу и продуктам ассимиляции они сходны с золотистыми водорослями, к которым ранее относились многие из них. Размножаются простым делением, бесполоыми спорами и гаметами.

Гаптофитовые насчитывают около 75 родов и 500 видов, входящих (за исключением нескольких пресноводных видов) в планктон открытых и прибрежных частей Мирового океана, где играют важную роль в создании первичной продукции. Распространены преимущественно в умеренных и тропических морях, встречаются в приполярных широтах. При массовом развитии некоторые виды вызывают «цветение» воды (например, феоцистис Пуше – *Phaeocystis pouchetii* в Северном море), в их числе высокотоксичные для рыб и беспозвоночных виды (например, хризохромулина многочешуйчатая *Chrysochromulina polylepis* – у берегов Скандинавии, примнезиум маленький *Prymnesium parvum* – в рыбоводных прудах). Известковые кокколитофориды занимают важное место в образовании биогенного карбоната кальция и современных океанических отложений. Панцири древних кокколитофорид, известных с кембрия и наиболее многочисленны в меловом и третичном периодах, слагают мощные пласты известняков.

Диатомеи – одноклеточные или колониальные водоросли (отдел Охрофитовые водоросли, класс Диатомовые водоросли). Имеют своеобразный панцирь (0.01–0.1 мм, иногда до 2 мм), состоящий из аморфного кремнезема. Панцирь диатомей состоит из двух половинок или створок: эпитеки и гипотеки. Более старые, верхние створки слегка перекрывают нижние, более молодые створки. Форма панциря сильно варьирует. Диатомеи ограничены фотической зоной морских и пресных водоемов, но могут встречаться даже в почвах, если там достаточно света. Существуют планктонные, бентосные, морские, пресноводные виды диатомей. В бентосных сообществах диатомеи обитают на поверхности илистого и песчаного дна, на камнях,

морских растениях и животных (раковины моллюсков, панцири ракообразных). Большинство видов морских планктонных диатомей обитают в умеренных и холодных водах. В высоких широтах именно диатомей вносят основной вклад в пелагическое органическое осадконакопление. В тропических морях их вклад в процесс кремнистого органического осадконакопления незначителен, по сравнению с радиоляриями. Диатомей появились в юрское время и в последующие геологические эпохи претерпели различные стадии эволюции, что делает их весьма ценными для стратиграфических и палеоэкологических исследований. Описано около 20 тысяч современных и ископаемых видов диатомей, из них около 10 тысяч современных видов.

Динофлагелляты (тип Динофитовые), они же панцирные жгутиконосцы или динофитовые водоросли) — одна из групп протистов, которая объединяет свыше 2500 современных видов-гидробионтов, из которых 90 % обитает в морях, остальные — в пресных водах. Характерной особенностью панцирных жгутиконосцев является своеобразное строение жгутикового аппарата. Имеющиеся у них два жгута берут начало рядом друг с другом на одной стороне тела простейшего, которую условно называют брюшной. Один жгутик направлен назад и свободно выдается в окружающую среду.

Существуют свободноживущие, паразитические виды. Некоторые виды являются симбионтами коралловых полипов и двустворчатых моллюсков. Среди свободноживущих есть автотрофы, миксотрофы и гетеротрофы, при этом четкая грань между типами питания у ряда видов отсутствует. Фотосинтезирующие динофлагелляты в мировом океане — одни из главных продуцентов органики. Привлекают они внимание ученых и тем, что часто вызывают цветение воды — «красные приливы» - явления, вызываемые массовым развитием этих организмов. Среди видов, дающих такие вспышки, есть сильно ядовитые. Мидии и другие двустворчатые моллюски способны накапливать яд динофлагеллят в различных органах: в жабрах, в сифоне или в пищеварительном тракте — в зависимости от вида моллюска. «Цветением» объясняются эпидемии паралитического отравления моллюсками людей и животных.

Одним из представителей панцирных жгутиконосцев является *ночесветка* (*Noctiluca miliaris*). Ночесветка имеет шаровидное тело до 2 мм в диаметре. В отличие от других панцирных жгутиконосцев, она не имеет оболочки из клетчатки и лишена хроматофоров, поэтому ночесветка не способна к фотосинтезу: ей свойственно животное (анимальное) питание.

Церациум — род панцирных жгутиконосцев. Широко распространены как в пресной, так и в морской воде многочисленные виды рода *церациум* (*Ceratium*). Характерной

особенностью представителей этого рода являются длинные выросты. Особенно сильно эти выросты выражены у морских видов *Ceratium*, у которых они вторично ветвятся. Для морских видов характерно образование временных колоний-цепочек, которые возникают в результате того, что разделившиеся особи остаются некоторое время связанными друг с другом. Длинные отростки у морских видов *Ceratium* представляют собой приспособление к планктонному образу жизни. Отростки увеличивают поверхность тела, что способствует «парению» в воде. Аналогичные приспособления есть у радиолярий.

Кокколитофориды - группа одноклеточных планктонных организмов, относящихся к отделу Гаптофитовые, которая характеризуется образованием оболочки из кокколита, строительным материалом для которых служит кальцит. Клетка диаметром от 3 мкм и выше покрыта одним или несколькими слоями кокколита. Известковые кокколиты образуются внутри живой массы протоплазмы кокколитофорид, а затем выталкиваются ею на поверхность, где распределяются в один слой. Способ облицовки клетки кокколитами самый разнообразный. У некоторых видов кокколиты рассеяны по поверхности клетки со значительными промежутками, у других примыкают друг к другу, у третьих перекрываются. Внешний скелет этих водорослей, состоящий из ажурных известковых пластинок (кокколитов), стал признаком, по которому эти водоросли объединили в одну таксономическую группу кокколитофорид. Значение этих известковых образований на теле клетки до сих пор точно не выяснено. Некоторые ученые считают их плавательным устройством.

Протопласт кокколитофорид состоит из протоплазмы, ядра и хлоропластов (в большинстве случаев двух). Строение мембраны, в которую заключена протоплазма, изучено слабо. Окраска кокколитофорид зеленоватая или желтовато-коричневая.

Кокколитофориды снабжены двумя жгутиками. У большинства видов жгутики длинные, очень тонкие, хрупкие, нитеобразные, но у некоторых они бывают и короткие.

Считается, что кокколитофориды производят половину CaCO_3 в океане. Наиболее массовым видом кокколитофорид, образующим цветение, как в океане, так и в Черном море, является Эмилиания *Emiliana huxleyi*. При благоприятных условиях она начинает «цвести», и тогда её колонии могут покрывать тысячи квадратных километров океана молочно-белыми разводами, хорошо заметными при непосредственном наблюдении или со спутника.

Разнообразие кокколитофорид в ходе эволюции сделало их очень ценным биостратиграфическим инструментом для определения возраста глубоководных осадков.

Радиолярии – тип – разнообразная группа простейшего зоопланктона со сложным скелетом, построенным из кремнезема (опала). Размер раковин радиолярий колеблется в пределах 0.05 – 4 мм. Скелеты радиолярий поражают богатством и разнообразием форм и конструктивных решений. При удивительной экономии материала они обладают большой прочностью. Основное назначение скелета – опора для цитоплазматических выростов, аксоподиев (длинные лучевидные ложноножки), с помощью которых радиолярии улавливают пищевые объекты.

Фораминиферы - одноклеточные морские организмы. Раковины имеют карбонатный состав (кальцитовый) или хитиноидные или состоящие из посторонних частиц, склеенных выделениями клетки. Большинство фораминифер являются бентосными формами (свободноживущими или прикрепленными), обитающими на разных глубинах. Некоторые ведут паразитический образ жизни на прикрепленных животных (мшанках, губках, кораллах). Современные бентосные фораминиферы включают около 5000 видов. Раковины их разнообразны по строению и варьируют от очень простых однокамерных до многокамерных со сложной внутренней структурой. Размеры варьируют от мелких (20 до 300 мкм) до крупных (до 16 мм).

Размер раковин планктонных фораминифер 0.05–0.4 мм, хотя встречаются отдельные виды с размером раковин до 16 мм. Планктонные фораминиферы весьма чувствительны к изменениям температуры и солености морской среды. Они могут регулировать плавучесть, т.е. менять глубину погружения. Наибольшее их количество отмечается в тропических областях (более 25 видов). Планктонные фораминиферы известны с позднеюрского времени. Начиная с мелового периода, в результате бурного эволюционного развития, они стали важным компонентом океанского планктона. Разнообразие в различные геологические эпохи обусловили их широкое применение для корреляции и датировки осадочных разрезов, а чувствительность планктонных фораминифер к изменению свойств морской среды делают их весьма ценными для решения задач палеоокеанологии и палеоэкологии.

Список литературы

1. Афанасьева М. С., Амон Э. О. Полые структуры в скелетах радиолярий и их функциональное значение. Журнал «Литосфера», 2012, № 6, с. 36–54. [Электронный ресурс: <http://lithosphere.uran.ru/index.php/lith/article/view/1046>].
2. Большая российская энциклопедия. [Электронный ресурс: <https://bigenc.ru/biology/text/2344455>].
3. Жизнь животных: в 6-ти томах. — М.: Просвещение. Под редакцией проф. Н.А. Гладкова, А.В. Михеева. 1970. [Электронный ресурс: <https://clck.ru/CHqPG>].
4. Жизнь растений: в 6-ти томах. — М.: Просвещение. Под редакцией А. Л. Тахтаджяна, главный редактор чл.-кор. АН СССР, проф. А.А. Федоров. 1974. [Электронный ресурс: <http://sbiblio.com/BIBLIO/content.aspx?dictid=60&wordid=724404>].
5. Захаров В.Б., Сонин Н.И. Биология. Многообразие живых организмов. 7 класс. Учебник. Вертикаль. ФГОС. М. : ДРОФА, 2016.
6. Латюшин В.В.: Биология: Животные .7 кл.: учебник / В.В. Латюшин, В.А. Шапкин. М.: ДРОФА, 2017. — 304. стр.
7. Каменев. А.Н., Ефремов К. Пришел невод с травой морскою. Журнал "Знание - сила", 2001, № 1. [Электронный ресурс: <http://algae.ru/288>].
8. Камнев А.Н. Экологическая физиология водных фототрофных организмов. Журнал «Вопросы современной альгологии». Июнь 2013. [Электронный ресурс: <http://www.algology.ru/93>].
9. Карпов С. А. Система протистов. — СПб-Омск: ОмГПУ, 2000. — 215 с. [Электронный ресурс: <http://bookre.org/reader?file=545482&pg=4>].
10. Коновалова Г.В. Динофлагелляты (Dinophyta) дальневосточных морей России сопредельных акваторий Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 1998. [Электронный ресурс: http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_65948#1].
11. Коновалова Г.В., Селина М.С. Биота российских вод Японского моря. Том 8. Динофитовые водоросли (Dinophyta). Владивосток: Дальнаука, 2010. - 353 с. [Электронный ресурс: <http://bookre.org/reader?file=1357220&pg=5>].

12. Ричиути Э. Р. Опасные обитатели моря. Перев. с англ. В. А. Паперно. Гидрометеиздат, 1979 г, 176 стр. [Электронный ресурс: http://sivatherium.narod.ru/library/Ricciuti/gl_00.htm].
13. Селиверстов Н.И. Введение в геологию океанов и морей. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН 2016. 170 с. [Электронный ресурс: http://www.kscnet.ru/ivs/monograph/seliverstov/geolog_ocean/cont.html].
14. Силкин В.А., Паутова Л.А., Лифанчук А.В., Федоров А.В. Морфофизиологические стратегии фитопланктонных сообществ. Журнал «Вопросы современной альгологии». Июнь 2013. [Электронный ресурс: <http://algology.ru/651>].
15. Титлянов Э.А., Титлянова Т.В. Морские растения стран Азиатско-Тихоокеанского региона, их использование и культивирование. Изд-во Дальнаука, 2012. [Электронный ресурс: <http://www.algae.ru/144>].
16. Чугунов А. Улыбка без кота, или как кокколитофориды спасаются от вирусов. [Электронный ресурс: <https://biomolecula.ru/articles/ulybka-bez-kota-ili-kak-kokkolitoforidy-spasaiutsia-ot-virusov>].

Задания к занятию «ЖИЗНЬ В КАПЛЕ ВОДЫ» для 5-6 классов

УЧАСТНИКИ _____
(фамилия, имя) _____

1 Какой прибор необходим для изучения микроскопических организмов?

Напишите ответ: _____

Найдите в зале изображения этих приборов и выясните, какими они бывают! Это 1) _____
и 2) _____

2 Хотите познакомиться с биологом? Вы найдёте его на рабочем месте! С его помощью вы увидите «невидимку»! Зарисуйте «невидимку», напишите его название и подпишите строение!

Название организма : _____

Вы его видели при увеличении микроскопа в _____ раз!

Определите сами:

увеличение окуляра \times на увеличение объектива, или узнайте у биолога!

3

А теперь подойдите к большому интерактивному экрану.

Откройте каплю
«Микроскопические обитатели пресных вод»

Микроскопические обитатели пресных вод

Найдите по рисунку этот организм, узнайте его название и выясните, где и для чего его использует человек?



Ответ: это _____
Относится к _____
Используется для _____

4

А теперь поплаваем в капле «Микроскопические морские обитатели». Кого здесь только нет!

Посмотрите, какой интересный организм! Он похож на теледашню, а один ученый сравнил его с микроскопической ласточкой, которая в полете расправила в стороны свои изящные крылья.

Это _____
Он относится к _____
Его клетка покрыта _____
Он плавает с помощью _____
Питается _____
Во время размножения _____



Задания к занятию «ЖИЗНЬ В КАПЛЕ ВОДЫ» для 5-6 классов

УЧАСТНИКИ _____
(фамилия, имя) _____



1 Какой прибор необходим для изучения микроскопических организмов?
Напишите ответ: микроскоп

Найдите в зале изображения этих приборов и выясните, какими они бывают! Это 1) световой (оптический) и 2) электронный

2 Хотите познакомиться с биологом? Вы найдёте его на рабочем месте! С его помощью вы увидите «невидимку»! Зарисуйте «невидимку», напишите его название и подпишите строение!



Название организма : амёба обыкновенная

Вы его видели при увеличении микроскопа в 320 раз!

Определите сами:
увеличение окуляра \times на увеличение объектива,
или узнайте у биолога!



3 А теперь подойдите к большому интерактивному экрану.

Откройте каплю «Микроскопические обитатели пресных вод»

Микроскопические обитатели пресных вод

Найдите по рисунку этот организм, узнайте его название и выясните, где и для чего его использует человек?



Ответ: это хлорелла
Относится к зеленым водорослям
Используется для подкормки скота, производства кислорода в замкнутых системах: космических кораблях.



4 А теперь поплаваем в капле «Микроскопические морские обитатели». Кого здесь только нет!

Посмотрите, какой интересный организм! Он похож на телебашню, а один ученый сравнил его с микроскопической ласточкой, которая в полете расправила в стороны свои изящные крылья.

Это церациум
Он относится к динофитовым водорослям
Его клетка покрыта панцирем из нескольких пластинок
Он плавает с помощью жгутика
Питается за счет фотосинтеза
Во время размножения может приводить к "цветению" воды

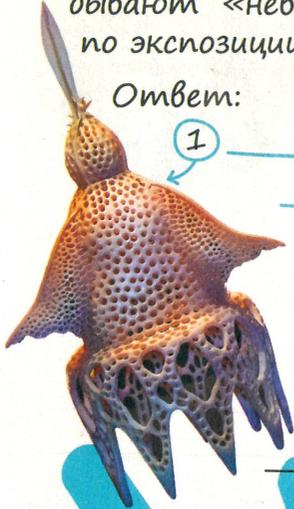


5

Для жизни в толще воды у обитателей планктона есть различные приспособления, помогающие им парить в воде и не оседать на дно: у одних – выросты тела, у других – легкие раковины (скелеты). Посмотрите, какими ажурными бывают «невидимки»! Отправляйтесь на их поиски по экспозиции и узнайте, как их называют!

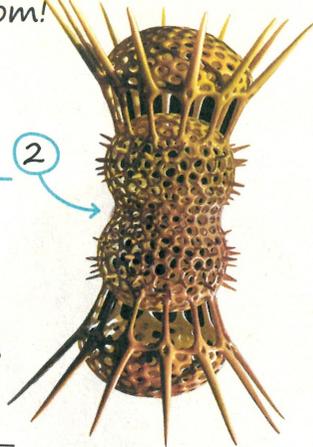
Ответ:

1



У этих организмов ажурные «лучи» (скелет) находятся внутри клетки, и они относятся к типу _____

2



7

В природе есть ещё одна интересная группа организмов. Вы удивитесь, но именно благодаря древним представителям этой группы вы можете писать на классной доске!

А с одним из них, современным, вы можете познакомиться прямо сейчас! Найдите его в зале и узнайте название.



Это _____

Он относится к _____

Об особенностях строения его клетки вы узнаете из стенда «Микроводоросли».

Особенности: _____

8

Клетки некоторых микроскопических обитателей поверх мембраны имеют панцирь (скелет), состоящий из двух половинок и содержащий кремний. Увидеть и удивиться их разнообразию можно в зале. Будьте внимательны в поисках!

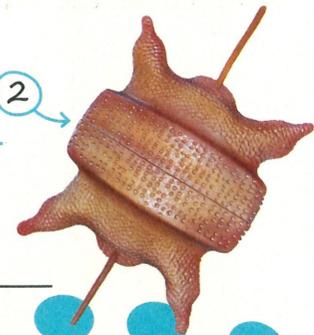
Напишите их названия:

1



А класс, к которому они относятся, называется _____

2



Знайте, что эти микроскопические обитатели Мирового океана являются наиболее важными производителями органического вещества!

Вот и всё, ваше путешествие по микромиру закончилось. До новых встреч!

6

А у кого клетка находится внутри раковины (скелета)? Узнать название этих обитателей и закончить предложения вам поможет информационный стенд в зале!

Подсказка – этот рисунок!



Ответ: это _____

Они строят раковину из _____

Живут они в _____

В природе образуют _____ из которых _____

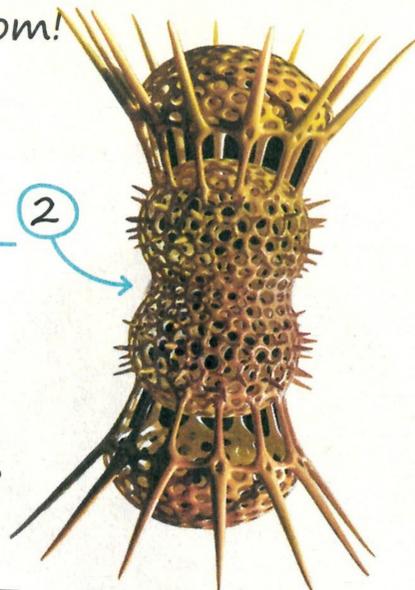
5

Для жизни в толще воды у обитателей планктона есть различные приспособления, помогающие им парить в воде и не оседать на дно: у одних – выросты тела, у других – легкие раковины (скелеты). Посмотрите, какими ажурными бывают «невидимки»! Отправляйтесь на их поиски по экспозиции и узнайте, как их называют!

Ответ:

1 диктиокодон

панициум



У этих организмов ажурные «лучи» (скелет) находятся внутри клетки, и они относятся к типу Радиолярии

6

А у кого клетка находится внутри раковины (скелета)? Узнать название этих обитателей и закончить предложения вам поможет информационный стенд в зале!

Подсказка – этот рисунок!



Ответ: это фораминиферы
Они строят раковину из известняка
или песчинок

Живут они в море

В природе образуют осадочные породы
из которых построены египетские пирамиды
и белокаменные церкви Древней Руси

7

В природе есть ещё одна интересная группа организмов. Вы удивитесь, но именно благодаря древним представителям этой группы вы можете писать на классной доске!

А с одним из них, современным, вы можете познакомиться прямо сейчас! Найдите его в зале и узнайте название.



Это эмилиания

Он относится к гаптофитовым водорослям

Об особенностях строения его клетки вы узнаете из стенда «Микроводоросли».

Особенности: клетка несет на поверхности

микроскопические известковые пластинки

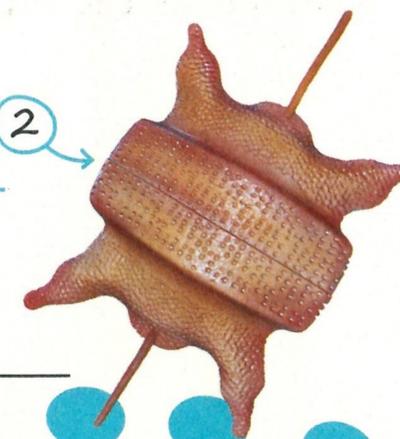
8

Клетки некоторых микроскопических обитателей поверх мембраны имеют панцирь (скелет), состоящий из двух половинок и содержащий кремний. Увидеть и удивиться их разнообразию можно в зале. Будьте внимательны в поисках!

Напишите их названия:

1 космонеис

одонтелла



А класс, к которому они относятся, называется Диатомовые водоросли

Знайте, что эти микроскопические обитатели Мирового океана являются наиболее важными производителями органического вещества!

Вот и всё, ваше путешествие по микромиру закончилось. До новых встреч!