

12+

ISSN 2221-2353

Химия Биология Медицина

ПОТЕНЦИАЛ

Журнал для старшеклассников и учителей

Sapere Aude – Дерзай знать!

Январь-Март 2021 №1 (79)

Химия

Биология

Медицина

Олимпиады

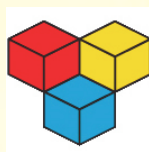
**Исследовательская
деятельность**

Полевая практика

Эксперимент

Сквозь время

СУНЦ МГУ



объявляет набор школьников, интересующихся математикой, физикой, химией, биологией и информатикой, в 10 и 11 классы.

В 10-е классы набор проводится на следующие отделения:

- физико-математическое отделение (фундаментальное и прикладное);
- химическое;
- биологическое.

В 11-е классы набор проводится только на физико-математическое отделение.

В СУНЦ МГУ принимаются выпускники 9-х и 10-х классов, граждане РФ, а также не граждане РФ, имеющие право на получение среднего образования в РФ за счет бюджета государства.

Структура экзаменов

Чтобы поступить в СУНЦ МГУ, необходимо успешно пройти два тура испытаний:

Экзамены 1-го тура являются отборочными в Колмогоровскую Летнюю школу (КЛШ). Они проводятся ориентировочно в апреле, точная информация о сроках и о форме (очная или дистанционная с прокторингом) будет опубликована на сайте internat.msu.ru.

Экзамены 2-го тура сдаются по итогам Колмогоровской Летней школы (КЛШ). КЛШ – это интенсивное обучение в течение 2-х недель в СУНЦ МГУ (в очном или дистанционном формате).

Экзамены по каким предметам нужно сдавать в 1-м туре?

- На физико-математическое отделение (двухгодичное или одногодичное обучение): математика, физика.
- На химическое отделение (двухгодичное обучение): математика, химия.
- На биологическое отделение (двухгодичное обучение): математика, химия, биология.

Все экзамены 1-го тура проводятся письменно. Участие в любых испытаниях обоих туров бесплатное. К экзаменам 1-го тура допускаются школьники, прошедшие предварительное тестирование по указанным предметам.

Экзамены по каким предметам нужно сдавать во 2-м туре?

- двухгодичное (фундаментальное и прикладное) и одногодичное физико-математическое отделения: по математике, физике и информатике;
- химическое отделение: по химии, математике и физике;
- биологическое отделение: по биологии, математике, химии и физике.

Школьники, успешно прошедшие 2-й тур вступительных испытаний и получившие положительные заключения воспитательского отдела, психолога и врача СУНЦ МГУ, рекомендуются к зачислению.

Подробную информацию о СУНЦ МГУ можно найти на сайте internat.msu.ru, информацию о порядке приема, программы экзаменов, материалы экзаменов прошлых лет – в разделе «Поступающим» <http://internat.msu.ru/for-abiturients/>.

Задать вопрос в Отдел нового приема СУНЦ МГУ можно:

- в разделе «Обратная связь» Личного кабинета на сайте internat.msu.ru, где также можно ознакомиться с ответами на часто задаваемые вопросы,
- по телефону [+7 \(926\) 046-80-06](tel:+79260468006),
- по электронной почте: priem@internat.msu.ru.

ПОТЕНЦИАЛ

Химия Биология Медицина

Содержание

Январь-Март № 1 (79) 2021

Колонка редактора

- 2** Под знаком эксперимента. *Н.И. Морозова*

Химия

- 3** Определение размера наночастиц оксида цинка с использованием спектроскопии. *Н.М. Титова, П.А. Котин*

Биология

- 8** Морская мистерия. *П.Е. Олейникова, Ю.А. Жигайло, Т.В. Статьева, А.Н. Харичева*

Медицина

- 14** Исследование лечебных грязей и способов их регенерации. *И.С. Семиврагова, Е.А. Новикова*

Олимпиады

- 26** Химия на Интернет-олимпиаде СУНЦ МГУ 2019-20: второй тур. *Н.И. Морозова, В.В. Загорский*
- 32** Задания Проектной химической олимпиады 2020 по неорганической химии (заочный тур). *Н.В. Мещеряков*

Исследовательская деятельность

- 42** Антропогенные экосистемы мест общего пользования многоквартирных домов. *И.Д. Чекашов*

Полевая практика

- 53** Практика учащихся биокласса СУНЦ МГУ в Узбекистане 21.02.2020 – 29.02.2020. Часть 2. Природа гор Узбекистана. *И.В. Корчагин, М.А. Кульбачная, М.Д. Белоус и др.*

Эксперимент

- 60** Кристаллы и кристаллизация. *Н.И. Морозова*

Сквозь время

- 68** Все, что нас не убивает, делает нас сильнее? Радий – от панацеи до убийцы. *А.С. Сигеев*

Редколлегия

Главный редактор М.Г. Сергеева
Научные редакторы Н.И. Морозова, Л.Н. Оболенская
Ответственный секретарь А.В. Буланов
Шеф-редактор Г.А. Четин

Техническая редакция

Редактор А.С. Сигеев
Вёрстка А.С. Сигеев
Редактор-корректор Н.И. Морозова
Художник И.И. Семенюк

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-43475 от 14 января 2011 года.

Адрес: 109544, г. Москва, ул. Рабочая, 84, редакция журнала «Потенциал. Химия. Биология. Медицина».
Тел. (495) 768-25-48, (495) 951-41-67
E-mail: potential@potential.org.ru
Сайт: www.edu-potential.ru

Подписано в печать 22.03.2021

Усл. печ. л. 5

Формат 70х100 1/16

Заказ № 105

Электронная версия.

ООО «Азбука-2000»

109544, г. Москва, ул. Рабочая, 84

Журнал издаётся на средства выпускников МГУ им. М.В. Ломоносова.

ISSN 2221-2353

Колонка редактора



Морозова Наталья Игоревна

Научный редактор журнала

Под знаком эксперимента

Химия, биология, медицина – области весьма практические. Именно при их изучении (наряду с физикой, традиционно рассматриваемой в другой серии журнала) чрезвычайно востребован эксперимент. Кроме лабораторных работ, выполняемых в базовых школах, это и профильные практикумы, и различные проекты и исследования. Не случайно мы уделяем этой деятельности столько внимания.

Рубрика нашего журнала «Эксперимент» никогда не пустует. В этом году мы начинаем публикацию серии статей, посвященных кристаллам и их получению. Некоторые из описанных опытов – выращивание кристаллов NaCl или лимонной кислоты – можно провести и дома, что было очень кстати в период дистанционного обучения.

Ежегодно мы публикуем отчеты школьников о биологической практике в рубрике «Полевая практика». Исследование флоры и фауны происходит в экспедициях в интересные места и гармонично сочетается с изучением истории и культуры.

В рубрике «Исследовательская деятельность» мы печатаем как методиче-

ские статьи, так и примеры исследовательских работ школьников. Приглашаем к сотрудничеству юных авторов. Если вы проводите исследования и проекты в рамках курсовых работ, подготовки к конференциям или просто в кружках, в качестве хобби, наверняка вам есть о чем рассказать нашим читателям! А самые интересные статьи, не ограничивающиеся процессом исследования как таковым, а затрагивающие неизвестные широкой публике или наиболее актуальные темы, порой попадают в главные рубрики – «Химия», «Биология» и «Медицина». В этом номере так и случилось.

Но, помимо традиций, мы открыты новому. Впервые мы публикуем материалы Проектной химической олимпиады – молодого мероприятия, задания которого основаны на реальных экспериментах, а практический тур предполагает самостоятельное планирование химического синтеза с его последующим проведением. И это, конечно, не последняя статья о данной олимпиаде.

Оставайтесь с нами и экспериментируйте – как в науке, так и в жизни!



ХИМИЯ

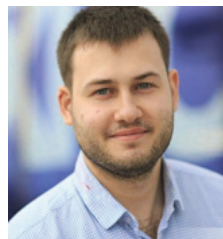


Титова Надежда Михайловна

Ученица 10 класса ОАНО Школа «Летово» г. Москва

Котин Павел Александрович

Заведующий лабораторией ОАНО Школа «Летово», разработчик
профиля «Наносистемы и наноинженерия» олимпиады КД НТИ



Определение размера наночастиц оксида цинка с использованием спектроскопии

Как изучают наночастицы? Можно делать ставку на сложные приборы, а можно проявить изобретательность. В статье рассказывается об изящном методе, использованном для определения размеров частиц.

Полупроводники уже давно востребованы во многих сферах промышленности. Сейчас же особо перспективно производство наночастиц на основе полупроводников, которые можно использовать в передовых методиках изготовления сенсорных материалов для газовых сенсоров, электрон-дырочных слоёв в солнечных ячейках и т. п. Использование наночастиц позволяет регулировать энергетические свойства получаемого материала, а при приготовлении из них тонких плёнок позволяет регулировать спекаемость.

Данная работа является частичкой большого проекта по созданию солнечных ячеек. В качестве материала для одного из необходимых слоёв мы решили использовать оксид цинка, ведь этот полупроводник отличается малой токсичностью. Чтобы контролировать свойства наночастиц в процессе синтеза напрямую, необходимо дорогостоящее оборудование: электронный микроскоп, рентгеновский дифрактометр; нужно применять методы элементного анализа с низким пределом обнаружения,



методы исследования состава и структуры поверхности, а также энергетических характеристик полупроводников. Конечно, в рамках школьного проекта мы вряд ли можем прибегать к этим достижениям науки на постоянной основе, поэтому для определения характеристик частиц ZnO мы решили использовать косвенные методы анализа, опираясь на данные современных публикаций. Например, для определения

энергетических свойств наночастиц мы можем использовать результаты спектроскопии поглощения совместно с формулами расчёта энергии фотона, о которых будет сказано позже. На основании данных спектроскопии мы сможем определить ширину запрещённой зоны, а затем для определения размеров полученных наночастиц использовать эмпирические формулы, выведенные в других исследованиях.

Энергетические свойства наночастиц

Для начала разберём, что подразумевается под энергетическими свойствами наночастиц и запрещённой зоной. Кто её

запретил? Почему и как мы можем узнать её значение из спектров пропускания образцов?

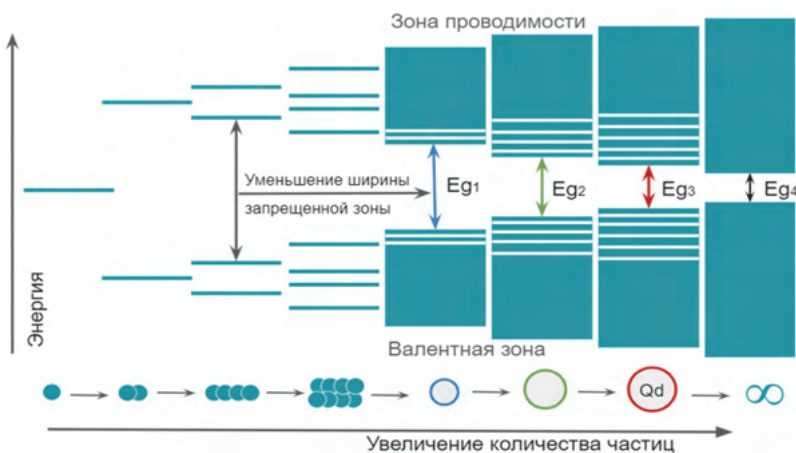


Рис. 1. Изменение ширины запрещённой зоны (E_g) в зависимости от количества частиц в агрегате. Квантовые точки здесь обозначены как Qd (от английского quantum dots)

С увеличением количества частиц в материале становится больше электронных уровней. Постепенно расстояние между ними становится настолько незначительным, что они как бы теряют свою дискретность и сливаются в так называемые «зоны»: валентную зону и зону проводимости (рис. 1). В массивном материале расстояние между зонами, величина которого является шириной запрещённой зоны, постоянное. Это – запрещённые для электрона значения энергии. А в квантовых точках, в которых наблюдаются квантово-размерные свойства, уровни на краях зон дискретны, ширина запрещённой зоны меняется в зависи-

мости от количества уровней, а мы можем это зафиксировать. Под квантовыми точками мы подразумеваем нанокристаллы полупроводников, размеры которых не превосходят удвоенного боровского радиуса экситона (физический параметр). При таком малом размере (единицы нанометров) носители заряда (электроны и/или дырки) имеют длину волны больше размера нанокристалла, в связи с чем «ощущают» размерные ограничения и меняют свои энергетические характеристики.

Как выяснить ширину запрещённой зоны? Не будем же мерить её линейкой, учитывая, что она измеряется в

электронвольтах. Но мы можем использовать спектроскопию пропускания. Наночастицы поглощают те длины волн, энергии которых хватает электрону для перехода на более высокие энергетические уровни. Соответственно, длины волн с меньшей энергией не могут потратиться на совершение работы по переходу электрона, и материал пропускает излучение с этими характеристиками.

Синтез наночастиц

Теперь перейдём к тому, как мы получали наночастицы. Полную схему

проведённых операций вы можете увидеть на рис. 2.

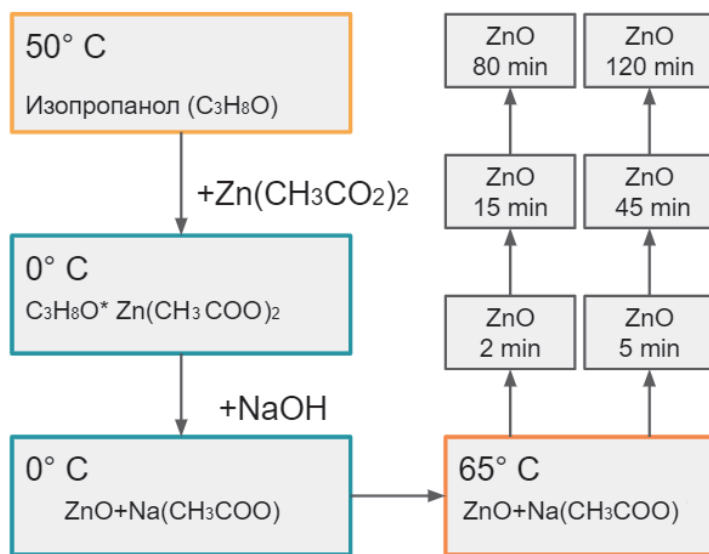


Рис. 2. Схема проведённого синтеза

Дигидрат ацетата цинка растворяли в изопропанолу при 50 °С и охлаждали до 0 °С. При постоянном помешивании добавляли NaOH, и после этого смесь погружали в подогретую до 65 °С водяную баню на 120 минут. В процессе нагревания на водяной бане осуществлялся отбор проб на 2, 5, 15, 45, 80 и 120 минутах роста наночастиц.

Конечно, привычно всем нам реакция между ацетатом цинка и щёлочью протекает с образованием гидроксида цинка. Но избежать его образования позволили несколько сдерживающих факторов. Во-первых, реакция протекала не в

водной, а в спиртовой среде. Во-вторых, синтез протекал при низкой температуре, то есть вероятность образования гидроксида была понижена, как и скорость реакции. В результате мы получали гидратированные наночастицы оксида в виде золя (золь – коллоидная система, состоящая из двух несмешивающихся фаз, в данном случае твёрдые наночастицы взвешены в жидком изопропанолу). Так как работа направлена на разработку методики получения тонких плёнок оксида цинка с использованием наночастиц ZnO разного размера в качестве прекурсора, мы рассчитывали на то,



что гидратация частиц никоим образом не может исказить результаты, ведь

образующаяся вода уходит из золя при дальнейших манипуляциях.

Спектроскопическое исследование образцов

После отбора проб была проведена спектроскопия каждого образца. Спектры пропускания представлены на рис. 3. Как

мы видим, с увеличением времени синтеза минимум пропускания сдвигается в более длинноволновую область спектра.

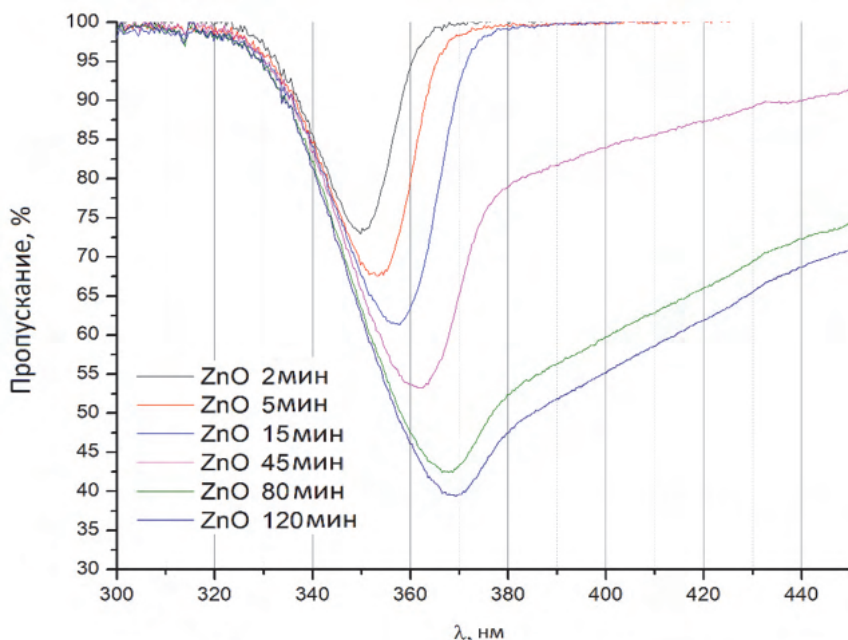


Рис. 3. Спектры пропускания образцов ZnO

Теперь перейдём к обработке полученных результатов. Вспомним про ширину запрещённой зоны. Связь её величины и длины волны пропускания выражается формулой:

$$\frac{h \times c}{\lambda} = E,$$

где h – постоянная Планка, c – скорость света, λ – длина волны пропускания (в минимуме пика), E – ширина запрещённой зоны. Для наночастиц наличие отчетливого пика на спектрах свидетельствует о вырождении сплошных электронных зон, наблюдающихся для

массивного материала, в дискретные состояния. И именно по длине волны с использованием упомянутой формулы (которая отражает энергию фотона, поглощаемого при преодолении электронном запрещённой зоны) мы провели расчет ширины запрещённой зоны для каждого образца оксида цинка.

По полученным значениям минимумов пропускания мы также провели расчёт размера частиц с помощью эмпирической формулы¹, показывающей связь длины волны пропускания и размера наночастиц:

$$r \text{ (nm)} = \frac{-0.3049 + \sqrt{-26.23012 + 10240.72/\lambda_p \text{ (nm)}}}{-6.3829 + 2483.2/\lambda_p \text{ (nm)}},$$

¹ Talam, Satyanarayana, Srinivasa Rao Karumuri, Nagarjuna Gunnam. Synthesis, Characterization, and Spectroscopic Properties of ZnO Nanoparticles. // ISRN Nanotechnology, 2012: 1 – 6.

Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты расчётов

Время, мин	Длина волны, нм	Ширина запрещённой зоны, эВ	Размер, нм
2	349,77	3,5447	2,0
5	353,41	3,5082	2,1
15	357,05	3,4725	2,2
45	361,77	3,4272	2,4
80	367,94	3,3697	2,6
120	369,03	3,3597	2,7

В итоге измерение спектров поглощения в процессе роста наночастиц оксида цинка позволило определить как их размер, так и ширину их запрещённой зоны. Мы выявили, что ширина последней уменьшается согласно экспоненциальному закону в процессе роста наночастиц (рис. 4). Размер наночастиц же, наоборот, увеличивается со временем синтеза (рис. 5). Это позво-

лит в дальнейшем построить функциональную зависимость данных величин от времени синтеза. А сейчас мы продемонстрировали методику регуляции размеров наночастиц и их энергетических характеристик, важных для управления свойствами получаемых из них тонких плёнок, на создание которых направлена наша работа в долгосрочной перспективе.

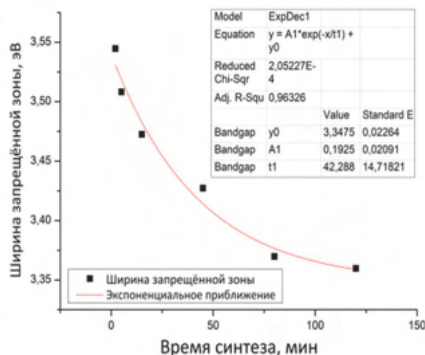


Рис. 4. Изменение ширины запрещённой зоны в зависимости от времени синтеза и её экспоненциальное аппроксимирование. На рисунке представлена зависимость, описывающая полученную функцию

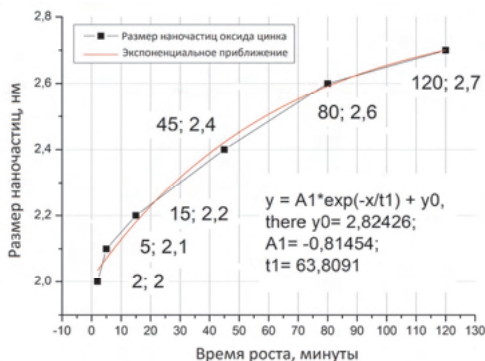
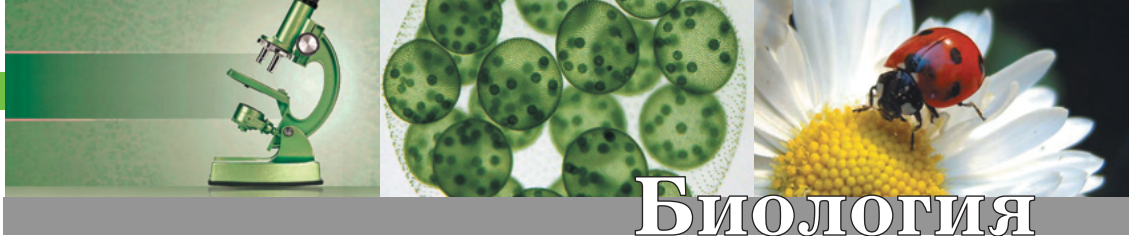
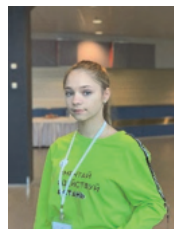


Рис. 5. Зависимость размера наночастиц от времени роста и её экспоненциальное аппроксимирование. На рисунке также представлена зависимость, описывающая полученную функцию



Олейникова Полина Евгеньевна

Жигайло Юлия Алексеевна



Статьева Татьяна Витальевна

Харичева Александра Николаевна



Ученицы 10 класса АНОО «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы. Активные участники олимпиадного движения ВсОШ, лауреаты III степени в Международных научных конференциях школьников «XX Колмогоровские чтения» и «XXX Сахаровские чтения».
Научный руководитель: Сальникова Елена Игоревна, учитель биологии в АНОО «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы, кандидат биологических наук

Морская мистерия

В научном мире явлению биолюминесценции таких организмов, как *Pyrocystis fusiformis*, долгое время не уделяли должного внимания. Команда учащихся Физтех-лицея приоткрыла завесу молчания и погрузилась в таинственный подводный мир. В данной статье мы расскажем о биолюминесценции в целом, её механизме, а главное – об одном из самых безопасных и эффективных способов её активации у *Pyrocystis fusiformis* для демонстрации в условиях одного из крупнейших океанариумов Европы – «Москвариуме».

Многие русские писатели восхищались таинственным сиянием морской глади. Например, И.А. Бунин писал: «Прибрежья, где бродили тавро-скифы, уже не те, – лишь море в летний штиль всё так же сыплет ласково на рифы лазурно-фосфорическую пыль...». А

К.Г. Паустовский говорил о сиянии моря следующим образом: «... Море превратилось в незнакомое звездное небо, брошенное к нашим ногам. Мириады звезд, сотни Млечных Путей плавали под водой. Они то погружались, потухая, на самое дно, то разгорались, всплывая на

поверхность воды. Глаз различал два света: неподвижный, медленно качавшийся в воде, и другой свет – весь в движении рассекающий воду быстрыми фиолетовыми вспышками...».

Это загадочное и невероятно притягательное мерцание на протяжении многих веков сводило с ума не только деятелей искусства, но и ученых. Так, некоторые думали, что морское мерцание вызвано трением атмосферы о поверхность воды; также существовало предположение, что свечение имеет электрический характер. Ответ на эту трудную загадку был дан в XVIII веке: была открыта **биолюминесценция** – сияние живых организмов, которое легко увидеть в темноте. Данное явление чаще всего обусловлено специфичными ферментативными реакциями. Подобным организмом и является *Pyrocystis fusiformis*.

Pyrocystis fusiformis (рис. 1) – динофитовые водоросли, способные демонстрировать биолюминесценцию, происходящую в результате реакции люциферин-люциферазы в тысячах органелл сферической формы, называемых сцинтиллонами. Это производит световые вспышки ярко-синего цвета.

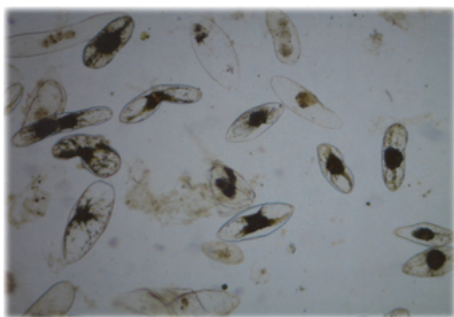


Рис. 1. *Pyrocystis fusiformis* в объективе оптического микроскопа с цифровой USB-камерой, увеличение $\times 40$, в проходящем свете

Сцинтиллоны – отдельные цитоплазматические тела (около 0,5 мкм в диаметре), распространённые в основном в корковой области клетки. Они содержат динофлагеллат-люциферазу, ос-

новной фермент, участвующий в биолюминесценции динофитовых водорослей, и люциферин, производное хлорофилла; замещённое тетрапиррольное кольцо, которое действует как субстрат для световой реакции. Свечение происходит в виде короткой (0,1 с) синей вспышки (максимум при длине волны 476 нм) при стимуляции, обычно из-за механического напряжения. Поэтому при механическом воздействии – например, на лодке, плавании или волнах – вы можете видеть синий сверкающий свет, исходящий с поверхности моря.

Биолюминесценция *Pyrocystis fusiformis* происходит только ночью, так как контролируется циркадными часами, представленными циклическими колебаниями интенсивности различных биологических процессов, связанных со сменой времени суток. Это обусловлено более чем десятикратным увеличением количества люциферазы и LBP (люциферин-связывающего белка, от англ. *Luciferin-binding protein*) в ходе ночной фазы. То есть, количество сцинтиллонов ночью значительно больше, чем днем, и начинает уменьшаться во время максимальной биолюминесценции ближе к концу ночи.

Реакция люциферин-люциферазы (рис. 2А), ответственная за биолюминесценцию, чувствительна к pH. И люцифераза полной длины, и каждый из её отдельных доменов наиболее активны при pH 6,3, а при pH 8,0 их активность очень мала. С другой стороны, LBP связывает люциферин при pH 8,0, но не при pH 6,3. Другими словами, когда pH падает, люцифераза меняет свою форму, что позволяет люциферину (а конкретнее – тетрапирролу) связываться. Люциферин активируется и испускает фотон сине-зелёного света. На рисунке 2Б, В представлен домен 3 (Д3) люциферазы. **Домен** – элемент третичной структуры полипептида, способный развиваться, функционировать и существовать независимо от остальной части белковой цепи. Он состоит из двух основных структурных элементов: β -стволового кармана,

N-концевого гистидина регулируют активность посредством рН, находятся на границе спиралей в пучке.

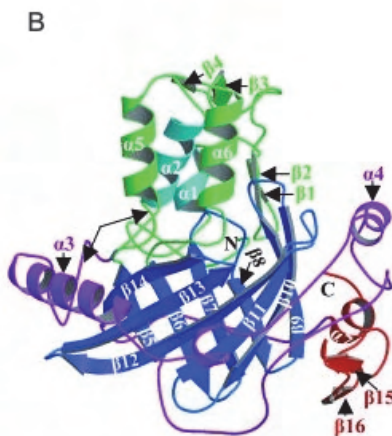
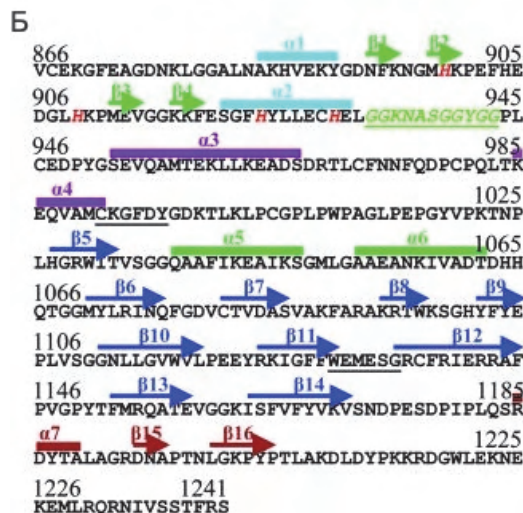
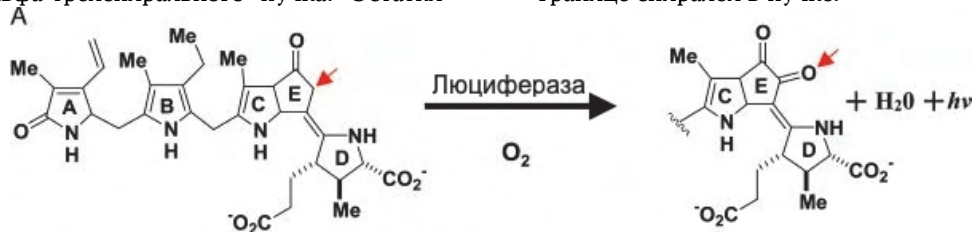


Рис. 2. (А) Реакции биолюминесценции динофлагеллят-люциферина. Стрелка показывает ферментативное окисление. (Б) Домен 3 (Д3) люциферазы (у данного полипептида всего три домена). (В) Ленточная диаграмма кристаллической структуры Д3

раздражителя неуместно по ряду причин: дороговизна, иррациональная трата биоматериала во время поиска подходящего вещества, высокая вероятность опасности для организмов. Далее, манипулируя разными частями культуры, мы решили прибегнуть к механическим стимулам. Из-за простоты реализации и специфики аквапространства Москвариума наш выбор пал на изменение скорости потока воды в поршневом механизме, а также на использование инфра- и ультразвука, вибрации.

Эксперимент №1. Вначале мы изменяли скорость потока воды. При использовании сконструированного нами насоса (рис. 3) для перекачивания

Pyrocystis fusiformis было установлено, что свечение возникает только в зоне действия поршня и не распространяется на всю толщу воды. Более того, в

условиях замкнутой системы с ограниченным объемом кислорода культура *Pyrocystis fusiformis* не смогла более оставаться жизнеспособной.



Рис. 3. Поршневый механизм

Эксперимент №2. Далее в качестве механического стимула мы выбрали частотный генератор (ультразвуковой аппарат) (рис. 4). Культура водорослей была подвергнута воздействию инфра- и ультразвука, но предполагаемый результат достигнут не был – *P. fusiformis* не проявили биолюминесценцию. Для большей достоверности мы повторили данный эксперимент ещё 5 раз, но никакой биолюминесцентной активности всё же не заметили. Более того, спустя две недели после проведения данного

эксперимента было обнаружено, что именно эта часть культуры полностью вымерла. Стоит отметить, что все внешние факторы после проведения эксперимента остались неизменными, то есть такими же, как и до самого эксперимента, а значит, они не могли повлиять на жизнеспособность водорослей. Таким образом, можно сделать вывод, что воздействие инфра- и ультразвука летально для *P. fusiformis*, а также не имеет никакого эффекта на проявление свечения.

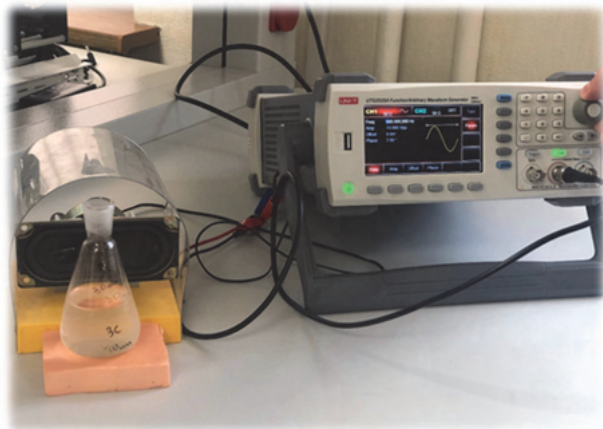


Рис. 4. Аппарат для создания инфра- и ультразвуковых волн

Эксперимент №3. В качестве последнего источника механического раздражения мы выбрали вибрацию. Для выяснения того, способствует ли вибрация проявлению биolumинесценции, был проведен следующий эксперимент: мы взяли делительную воронку и поместили туда 25 мл культуры, а также медный провод, который служил проводником вибрации. После этого мы подключили портативный динамик, который подавал импульсы определенных частот.

На рис. 5 представлен график, демонстрирующий взаимосвязь между определённой частотой вибрации и способностью к проявлению биolumинесценции. Данные получены со спектро-

фотометра BioRad и обработаны в программе ImageJ.

Самым эффективным воздействием оказалась вибрация при частоте 75 Гц. При данной частоте *Pyrocystis fusiformis* демонстрировали биolumинесценцию рассеянного типа со слабым голубоватым нехарактерным оттенком. Данный феномен мы назвали «эффектом звёздного неба» из-за его равномерного и завораживающего мерцания. Если же подвергнуть водоросли воздействию, состоящему сразу из нескольких частот (от 72 до 80 Гц), то возникает совершенно другой характер биolumинесценции – цельный почти синего цвета, уже без мерцания. Другие частоты (от 200 Гц до 50 Гц) оказались неэффективными.

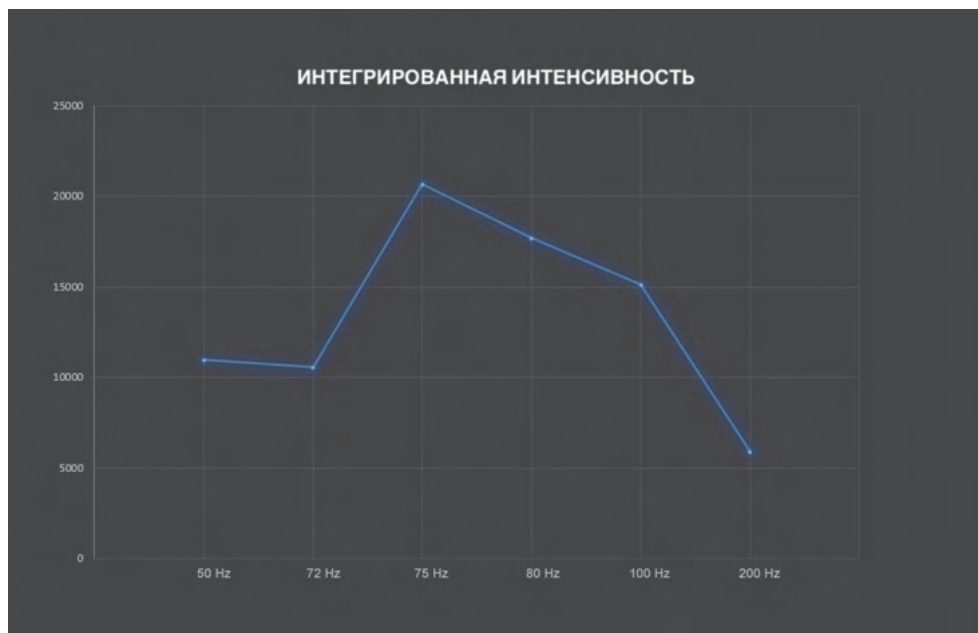


Рис. 5. Зависимость яркости биolumинесценции *Pyrocystis fusiformis* от частоты

Также в ходе наших экспериментов и работы с популяцией мы пришли к выводу, что первая вспышка биolumинесценции в ответ на механический стимул была очень яркой и имела маленькое время нарастания. Чтобы достичь интенсивности первой вспышки, требуется 30 – 60 минут в клетках, еще

способных проявлять тусклое свечение, и более 6 часов в тех, которые стимулировали до полного истощения. Форма последующих вспышек в ответ на дальнейшее раздражение в корне отличалась от первой вспышки. Они были более тусклыми и более продолжительными, чем первая вспышка, с несколько боль-

шим временем нарастания и монотонным затуханием.

Таким образом, рассматривая три различных механических раздражителя, мы пришли к выводу, что самый эффективный способ для активации биолюминесценции *Pyrocystis fusiformis* – это вибрация. Оптимальные интенсивность и характер биолюминесценции достигаются при частоте 75 Гц, когда водоросли демонстрируют яркие диффузные вспышки голубоватого цвета – «эффект звёздного неба». Время условной «перезарядки» водорослей составляет 30 – 60 минут, если до этого они были подвергнуты слабой стимуляции механическим раздражителем, в противном же случае – примерно 6 часов.

Основываясь на полученных экспериментальных данных, мы спроектировали 3D-модель «подвесной потолок» (рис. 6) как один из возможных способов демонстрации водорослей в условиях Москвариума. Данный механизм выго-

ден с точки зрения его очистки. Работая с *P. fusiformis* на протяжении почти полугода, мы заметили, что на стенках сосудов образуется налет в конце каждой недели. Это находится в прямой корреляции с жизненным циклом водорослей – 5 – 7 дней. Таким образом, изобретённая система, представленная конусовидным потолком и состоящая из фильтра, разного рода функциональных пластин и труб, сводит к минимуму образование биомассы на поверхности подвесного потолка. Реальная необходимость в очистке поверхности наступает в соответствии с официальным днём чистки «Москвариума» – последнего понедельника каждого месяца. Вибрационная пластина из сплавов меди или иного материала, способного наиболее полно передавать механические колебания, – аналог медного провода (см. эксперимент №3). Живая культура находится в толще воды, мертвая – на поверхности конусообразного потолка (рис. 6).

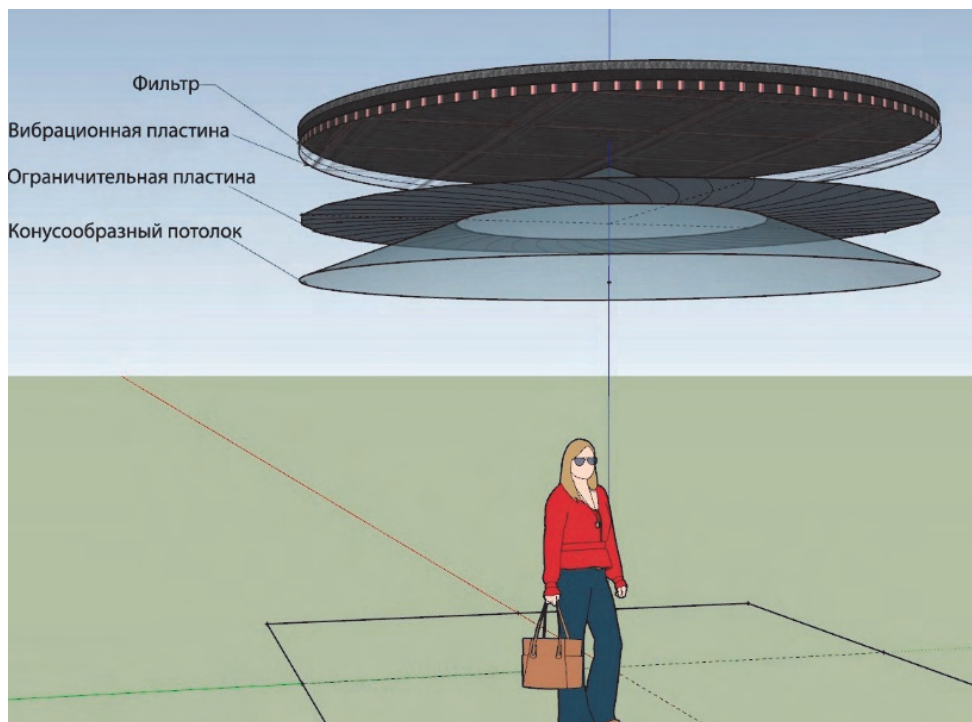


Рис. 6. 3D-модель механизма для Москвариума



Медицина



Семиврагова Илона Сергеевна

Ученица 8 класса МБОУ Гимназия №1 г.о. Самара

Новикова Екатерина Анатольевна

Доцент кафедры химии Самарского университета, кандидат химических наук



Исследование лечебных грязей и способов их регенерации

Лечебные грязи применяют при многих хронических заболеваниях. Некоторые санатории знамениты именно своими грязями. Регенерация грязей после использования или неправильного хранения повышает эффективность применения этого ценного ресурса. Что же содержится в целебных грязях и как их регенерировать?

Прошлым летом наша семья отдыхала в Крыму. Жители города-героя Керчь порекомендовали нам посетить Чокракское озеро, находящееся на берегу Азовского моря на востоке Крыма и являющееся частью гидрологического заказника регионального значения «Озеро Чокрак».

Мы узнали, что грязь этого озера полезна для лечения разнообразных заболеваний, вместе с родителями попробовали ее действие на себе и вскоре ощутили лечебный эффект от применения грязи. Далее мы посетили Тобечикское озеро на

юге Керченского полуострова, которое так же, как и Чокракское озеро, отделено от Чёрного моря перешейком. Затем мы побывали на Булганакском поле грязевых вулканов. Тогда и возникла идея сравнить химический состав грязей с посещенных нами природных объектов. Для этого с каждого природного объекта мы взяли с собой пробы образцов лечебной грязи.

Лечебные грязи (пелоиды, от греч. πῆλος – «ил, грязь») – природные коллоидные органические и минеральные образования, которые оказывают лечебное влияние на организм человека благодаря



своей пластичности, высокой теплоемкости и медленной теплоотдаче, содержанию биологически активных веществ (солей, газов, витаминов, ферментов, гормонов и других) и живых микроорганизмов.

Грязелечение (пелоидотерапия) – метод лечения, в основе которого лежит использование различного природного ресурса естественного происхождения, а именно целебных грязей. Грязелечение было известно еще в древности – его использовали в Древнем Египте. Геродот описывал применение горячих грязевых обертываний и их целебное действие. Современное грязелечение набирает все большую популярность, привлекая людей своей экологичностью и натуральным происхождением.

Виды лечебных грязей и их применение

Применяемые в России лечебные грязи подразделяются на четыре типа: торфяные, сапропелевые, сульфидно-иловые и сопочные [1, 2].

Торфяные грязи образуются при разложении растений в заболоченных местностях. Они отличаются высоким содержанием органических веществ (гуминовых кислот, липидов, битумов). В данных грязях в небольшом количестве содержатся различные минеральные вещества (анионы хлорид, сульфат, гидрокарбонат, карбонат, катионы аммония, калия, натрия, магния, а также меди, марганца, бария и др.)

Сапропелевые грязи – это иловые отложения, содержащие более 10 % разложившихся органических веществ растительного и животного происхождения, которые образуются в пресных водоемах (озерах и прудах). Сапропели отличаются высоким содержанием воды: 90 – 95 %. По своим биологическим и лечебным свойствам к сапропелям приближаются термофильные водоросли морей. Примерами месторождений сапропелей являются озеро Молтаево (Сибирь), Большой Тараскуль Тюменской области.

Сульфидно-иловые грязи – это иловые отложения материковых соляных озер и морских заливов, содер-

Лечебные грязи – сложный органоминеральный продукт, его свойства определяются всей совокупностью состава. Лечебные грязи легко травмируются, портятся и разрушаются, теряя свои целебные свойства, если их добывать или хранить без учета требований специального режима. Поэтому эффективная активация и регенерация лечебной грязи является необходимым этапом ее успешного применения. Методы активации и регенерации позволяют экономить природные ресурсы лечебной грязи за счет повышения оборачиваемости грязи в лечебном процессе примерно в 3 раза, что приводит к более эффективному природопользованию.

жащие менее 10 % органических веществ и обычно обогащенные водорастворимыми солями и сульфидами. Этот тип грязей широко используется на южных курортах страны – в Крыму, на Черноморском побережье Краснодарского края, на отдельных курортах средней полосы России, в Сибири и на Дальнем Востоке.

Сопочные грязи – глинистые образования, выбрасываемые по тектоническим трещинам газами и напорными водами, содержащие обычно менее 5 % органических веществ, различное количество водорастворимых солей и иногда сульфиды. Сопочные грязи добываются из грязевых вулканов, расположенных на местах тектонических разломов, которые проходят через Кавказ, Тамань и Крым. Наибольшую известность получили лечебные грязи Кавказских Минеральных вод и Тамани.

Использование лечебных грязей довольно обширно [2, 3]. Грязелечение проводится в стадии затухающего обострения или ремиссии различных хронических заболеваний: болезней костно-мышечной системы, нервной системы, мочеполовых органов, органов пищеварения, ЛОР-органов; кожных заболеваний.

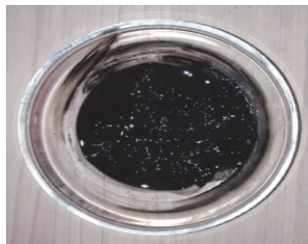
Применение грязей в виде аппликаций способствует ускорению кровотока, а также снабжению кислородом тканей. Кроме того, эти грязи оказывают противомикробное, противовоспалительное, обезболивающее действия, насыщают кровь полезными микроэлементами, такими как кальций, магний, железо, калий и др., обладают способностью поглощать патогенную микрофлору, оказывают бактерицидное действие и заживляющий эффект на раны, а также рассасывают спайки и рубцы.

Структура лечебных грязей состоит из двух фаз – жидкой и твердой. Жидкую фазу составляют вода и растворенные в ней соли, твердую – коллоидная основа, кристаллы солей, силикатные частицы разного размера, обломки ракушек, неразложившиеся остатки растений и т.д.

Образцы лечебных грязей, взятые для исследования

Для проведения исследования в августе 2019 г. в Республике Крым были отобраны образцы лечебных грязей, внешний вид которых представлен на рис. 1.

Образец № 1 представляет собой вязкую массу черного цвета, он был взят на озере Чокракское и является представителем сульфидно-илового типа лечебных грязей.



Образец № 1



Образец № 2



Образец № 3

Рис. 1. Внешний вид исследуемых образцов

Определение неорганических соединений

Для обнаружения неорганических соединений пробы исследуемых образцов массой примерно 2 г смешивали с дистиллированной водой (проба 1) и разбавленным раствором азотной кислоты

Транспортировка грязи от грязевого месторождения, подогрев, перемешивание, разбавление водой, контакт с больными, принимающими процедуры, приводят к заметным изменениям физико-химических свойств, ухудшению санитарного состояния лечебных грязей. Лечебная грязь становится менее вязкой и пластичной, уменьшается ее сопротивление сдвигу.

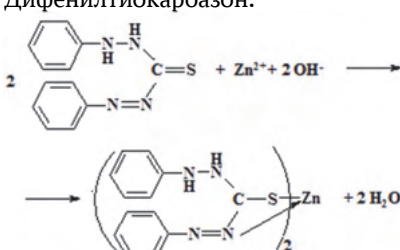
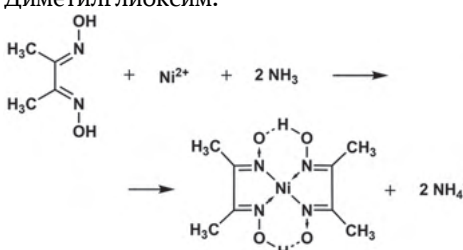
Регенерация лечебной грязи обеспечивает восстановление ее физико-химических, микробиологических и санитарно-бактериологических показателей после лечебного применения. При традиционном способе восстановления лечебных свойств грязи требуется хранить ее при соответствующих микроклиматических условиях 3 – 4 месяца в регенерационных бассейнах [1, 4].

Образец № 2 выглядит как вязкая масса серого цвета, данный образец был отобран на Сопке Тищенко, расположенной на Булганакском поле грязевых вулканов, и является представителем сопочного типа лечебных грязей.

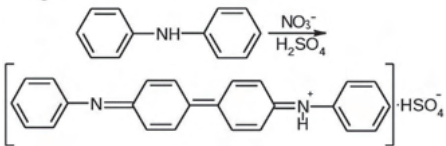
Образец № 3 – вязкая масса черного цвета, отобран на озере Тобечикское и является представителем сульфидно-илового типа лечебных грязей.

(проба 2), выдерживали в течение 10 минут, периодически перемешивая, затем фильтровали и фильтрат использовали для обнаружения ионов с помощью соответствующих реактивов (табл. 1).

Таблица 1. Реактивы для определения ионов

Определяемый ион	Реагент и уравнение реакции	Признак наличия иона
NH_4^+	Раствор $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ в KOH . $\text{NH}_4^+ + 2[\text{HgI}_4]^{2-} + 4\text{OH}^- \rightarrow [\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{O}]\text{I} \downarrow + 7\text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$.	красно-бурый осадок (рис. 2А)
K^+	$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$. $2\text{K}^+ + \text{Na}^+ + [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} \rightarrow \text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] \downarrow$.	желтый осадок (рис. 2Б)
Ag^+	K_2CrO_4 . $2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow$.	кирпично-красный осадок (рис. 2В)
Ba^{2+}	K_2CrO_4 . $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaCrO}_4 \downarrow$.	желтый осадок (рис. 2Г)
Cr^{3+}	H_2O_2 . $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 10\text{OH}^- \rightarrow \text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$.	желтый раствор (рис. 2Д)
Zn^{2+}	Дифенилтиокарбазон. 	малиново-красный раствор (рис. 2Е)
Mn^{2+}	PbO_2 . $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{PbO}_2 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{MnO}_4^- + 5\text{Pb}^{2+} + 7\text{H}_2\text{O}$.	розовый раствор (рис. 2Ж)
Fe^{3+}	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. $\text{K}^+ + \text{Fe}^{3+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$.	темно-синий осадок (рис. 2З)
	NH_4SCN . $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{SCN})_3]$	красный раствор (рис. 2И)
Fe^{2+}	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. $\text{K}^+ + \text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$.	темно-синий осадок (рис. 2К)
Cu^{2+}	NH_4OH (избыток). $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$.	васильковый раствор (рис. 2Л)
Ni^{2+}	Диметилглиоксим. 	красный осадок (рис. 2М)
SO_4^{2-}	BaCl_2 . $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$.	белый осадок (рис. 2Н)
SO_3^{2-}	I_2 . $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+$.	обесцвечивание иода (рис. 2О)



CO_3^{2-}	AgNO_3 . $2\text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3\downarrow$.	белый осадок (рис. 2П)
	HCl . $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$; $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$.	выделение газа (рис. 2Р)
Cl^-	AgNO_3 . $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$.	белый осадок (рис. 2С)
Br^-	AgNO_3 . $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr}\downarrow$.	желтовато-серый осадок (рис. 2Т)
I^-	AgNO_3 . $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI}\downarrow$.	желтый осадок (рис. 2У)
NO_3^-	Дифениламин. 	синее окрашивание (рис. 2Ф)
S^{2-}	HCl . $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S}\uparrow$.	характерный запах «тухлых яиц»

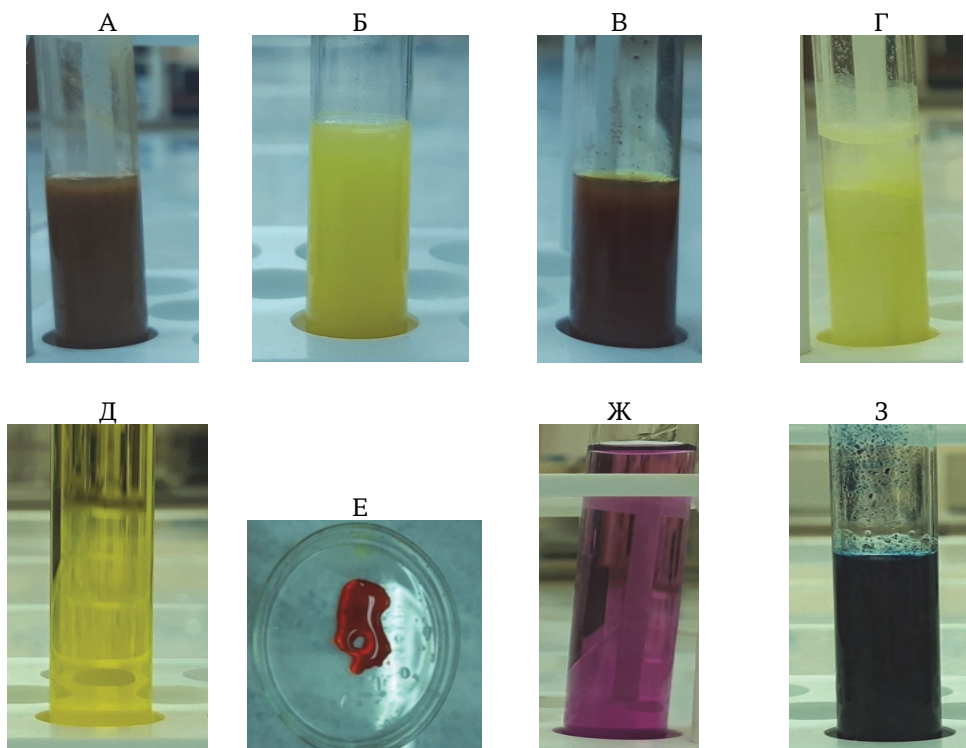


Рис. 2. Признаки аналитических реакций: А – осадок $[\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{O}]\text{I}$; Б – осадок $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$; В – осадок Ag_2CrO_4 ; Г – осадок BaCrO_4 ; Д – раствор хромата; Е – раствор комплекса цинка с дифенилтиокарбазоном; Ж – раствор перманганата; З – осадок $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;

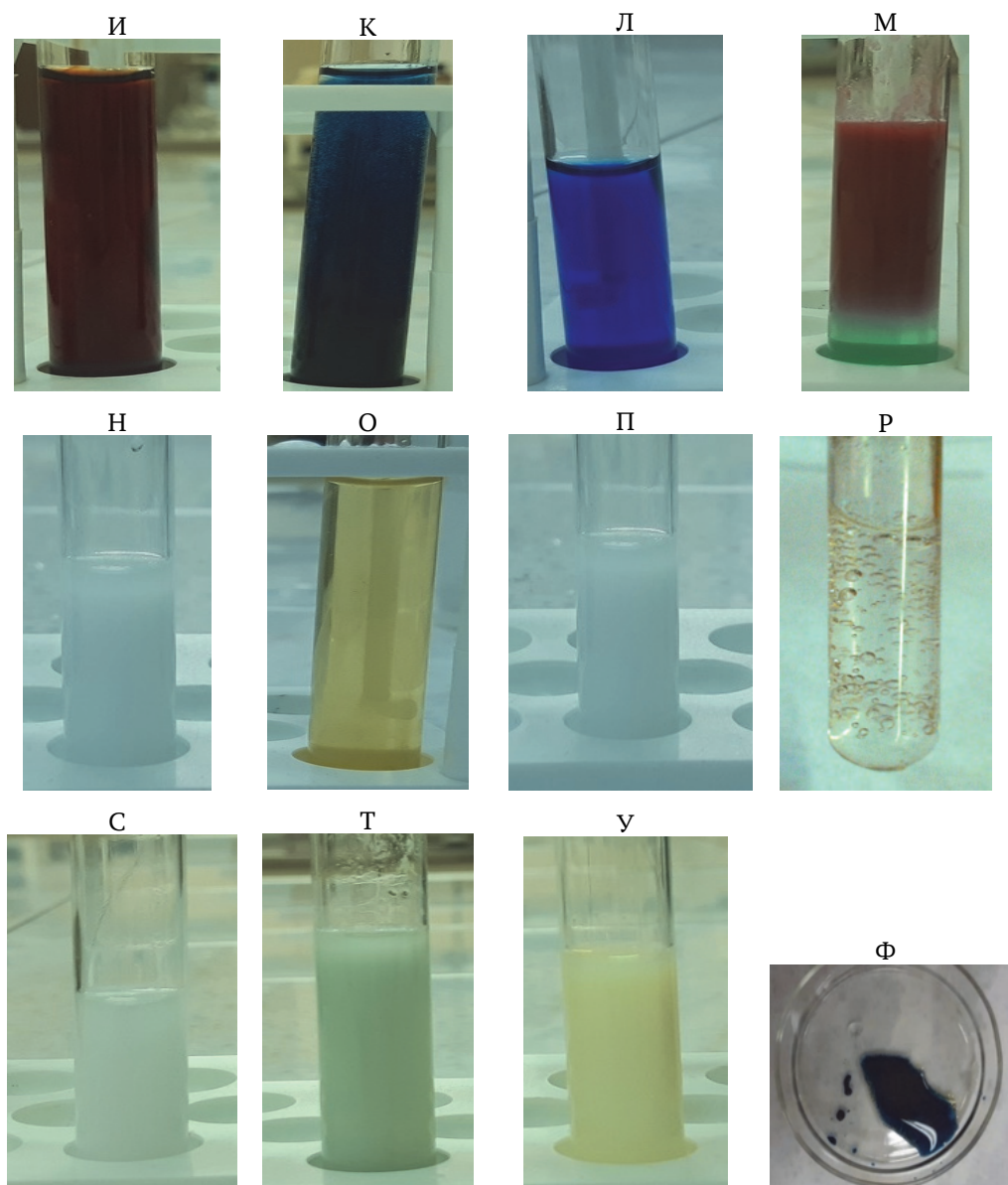


Рис. 2. Признаки аналитических реакций: И – раствор $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$; К – осадок $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; Л – раствор аммиаката меди (II); М – осадок диметилглиоксимата никеля; Н – осадок BaSO_4 ; О – обесцвечивание иода; П – осадок Ag_2CO_3 ; Р – выделение углекислого газа; С – осадок AgCl ; Т – осадок AgBr ; У – осадок AgI ; Ф – синее окрашивание нитрата с дифениламином

При определении неорганических ионов обнаружено, что при добавлении реактивов к водным растворам (проба 1) визуальный эффект не наблюдался или наблюдался очень слабо. А при добавлении реактива к кислотным растворам

(проба 2) визуальные эффекты проявлялись гораздо ярче. Это связано с тем, что многие ионы в лечебных грязях находятся в составе нерастворимых в воде солей, поэтому в водных растворах их содержание мало и они не определялись. При



добавлении азотной кислоты происходит разрушение этих солей и выделение свободных ионов. В частности, при добавлении азотной кислоты ко всем образцам наблюдалось выделение газа и появление запаха, характерного для сероводорода.

Нитрат-ионы обнаруживались как в водных, так и в кислотных растворах, что говорит о том, что их наличие не является

следствием добавления азотной кислоты.

Ионы аммония были обнаружены только в кислотных растворах. Это может свидетельствовать о том, что они получились в результате восстановления азотной кислоты при ее взаимодействии с компонентами лечебной грязи.

Результаты исследования пробы 2 представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты определения неорганических ионов

Определяемый ион	Наличие ионов в растворах		
	из образца № 1 (озеро Чокракское)	из образца № 2 (сопка Тищенко)	из образца № 3 (озеро Тобечикское)
NH_4^+	+	+	+
K^+	—	—	—
Ag^+	—	—	—
Ba^{2+}	+	+	+
Cr^{3+}	—	—	—
Zn^{2+}	—	—	—
Mn^{2+}	—	—	—
Fe^{3+}	+	+	+
Fe^{2+}	+	—	+
Cu^{2+}	+	—	+
Ni^{2+}	—	—	—
SO_4^{2-}	+	+	+
SO_3^{2-}	—	—	—
CO_3^{2-}	+	+	+
Cl^-	+	+	+
Br^-	наличие возможно, т. к. цвет осадка трудноразличим из-за примесей в растворе		
I^-			
NO_3^-	+	+	+
S^{2-}	+	+	+

Определение органических соединений



Рис. 3. Хроматограф Agilent 7890GC

Для обнаружения органических соединений пробы исследуемых образцов

массой примерно 2 г смешивали со смесью органических растворителей (хлороформ и этанол в объемном соотношении 1 : 3), выдерживали в течение 10 минут, периодически перемешивая, затем фильтровали и фильтрат использовали для обнаружения органических соединений с помощью прибора – газового хроматографа с масс-селективным детектором с ионизацией электронным ударом (рис. 3).

Хроматографические методы исследования основаны на разделении смеси веществ с последующим определением отдельных компонентов с помощью детектора. Демонстрацией

разделения и определения компонентов является хроматограмма – зависимость сигнала детектора (на представленных ниже рисунках обозначено «Интенсивность» на оси y) от времени анализа («Время» на оси x). Каждому

компоненту смеси соответствует пик на хроматограмме, причем площадь пика прямо пропорционально зависит от его содержания в пробе.

Хроматограммы лечебных грязей представлены на рис. 4.

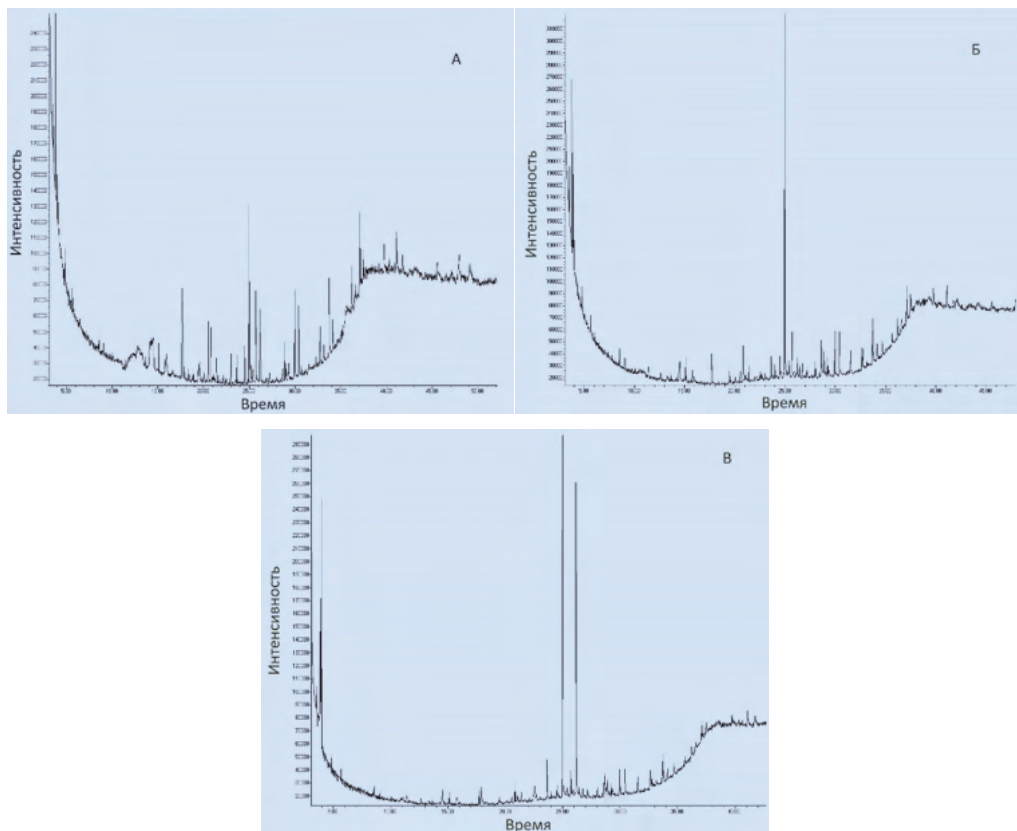


Рис. 4. Хроматограммы образцов: А – № 1, Б – № 2, В – № 3

В образце № 1 обнаружено 48 компонентов, суммарная площадь всех хроматографических пиков составила примерно 12350 условных единиц. В образце № 2 обнаружен 41 компонент, суммарная площадь хроматографических пиков

примерно 8950 условных единиц. В образце № 3 40 компонентов, суммарная площадь пиков примерно 7410 условных единиц. Таким образом, видно, что наибольшее количество органических соединений присутствует в образце № 1.

Оценка эффективности регенерации лечебных грязей

Регенерация лечебных грязей заключается в восстановлении их свойств за счет интенсификации процессов жизнедеятельности микроорганизмов, которые присутствуют в лечебной грязи.

Для активации регенерации было использовано 2 подхода. 1-й подход заключался в нагревании образца при темпе-

ратуре 30 °С в течение 90 минут, при этом образец находится в пробирке, которая опущена в водяную баню (рис. 5). 2-й подход отличался тем, что одновременно через образец со скоростью 0,4 л/мин барботировали воздух (рис. 6). Для реализации 2-го способа регенерации была собрана система, состоящая из



аспиратора для прокачивания воздуха, поглотителя Рихтера, в который помещался образец и через который прокачивался воздух, и водяной бани, в которую помещался поглотитель с образцом.



Рис 5. Термостатируемые образцы в водяной бане



Рис. 6. Барботирование воздуха через термостатируемые образцы в водяной бане

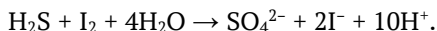
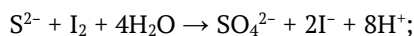
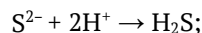
В соответствии с методическими указаниями [5], основными нормативными показателями качества лечебных грязей являются: а) микробиологические и санитарно-бактериологические показатели; б) физико-химические показатели (влажность, pH, значение окислительно-восстановительного потенциала, содержание сероводорода, наличие усвояемых органических веществ), определяющие интенсивность и достаточность регенеративных процессов. Для экспрессной оценки эффективности регенерации лечебных грязей мы исследовали показатели pH пелоида и содержание сероводорода в лечебной грязи.

Для определения pH брали навеску образца массой примерно 1 г, добавляли 20 мл дистиллированной воды, тщательно перемешивали и отфильтровывали. Предварительное определение pH проводили с использованием индикаторной бумаги, а точное – с помощью прибора (рис. 7). Датчик pH подключается к компьютерному блоку, обработка данных и вывод их на экран осуществляет компьютерная программа «L-микро».



Рис. 7. Датчик pH HC01C

Определение содержания сероводорода и сульфид-ионов проводили иодометрическим методом. Отбирали 1 – 2 г образца в химический стакан, добавляли 25 мл 0,1 н водного раствора иода и 5 мл концентрированной HCl (рис. 8). При этом сероводород и сульфиды окисляются избытком иода согласно следующим уравнениям.



Количество сероводорода можно найти по формуле:

$$v(H_2S) = v(I_2)_{\text{реак}} = v(I_2)_{\text{изб}} - v(I_2)_{\text{ост.}}$$

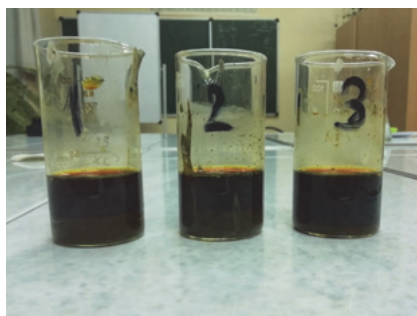


Рис. 8. Образцы, подготовленные для определения сероводорода



Рис. 9. Определение иода, оставшегося после реакции с сероводородом

Для определения иода, который не прореагировал и остался в растворе, использовали метод титрования. Из химического стакана отбирали 1 мл полученного раствора и переносили его в коническую колбу, добавляли небольшое количество воды и крахмала. При этом появлялась синяя окраска, характерная для соединения иода и крахмала. Затем в коническую колбу из бюретки добавляли 0,01 н раствор тиосульфата натрия до исчезновения синей окраски раствора, которое свидетельствует о полной реакции иода с тиосульфатом натрия (рис. 9).

Количество иода рассчитали по формуле:

$$v(I_2)_{\text{ост}} = 0,01 \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot 10^{-3} \cdot F \cdot 25,$$

где 0,01 – нормальная концентрация раствора тиосульфата натрия, моль/л; $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – объем тиосульфата натрия, пошедшего на титрование, мл; F – поправочный коэффициент, обусловленный нестабильностью концентрации реактивов, 25 – коэффициент, учитывающий разницу между объемом пробы для взаимодействия с иодом (25 мл) и пробой для титрования (1 мл).

Для определения поправочного коэффициента F отбирали 1 мл 0,1 н раствора иода в коническую колбу и титровали 0,01 н раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала до обесцвечивания раствора. Поправочный коэффициент равен

$$F = \frac{V(I_2)}{V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)},$$

где $V(I_2)$ – объем раствора иода, мл; $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – объем раствора тиосульфата натрия, мл.

Содержание сероводорода C (мг/г) рассчитали по формуле:

$$C(H_2S) = \frac{v(H_2S) \cdot M(H_2S) \cdot 10^3}{m \text{ образца}}$$

Согласно литературным данным [1,5], для оценки эффективности регенерации можно использовать различные характеристики, в данной работе для этой цели использовались значения pH растворов и содержание сероводорода. Результаты определения характеристик, показывающих эффективность регенерации, представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Результаты определения pH

№ образца	Приблизительное значение pH	Точное значение, pH		
		до регенерации	после регенерации нагреванием	после регенерации нагреванием с барботированием воздуха
1	7-8	7,52	7,51	7,48
2	8-9	8,32	8,34	8,30
3	7-8	7,89	7,82	7,83

Из данных, представленных в табл. 3, видно, что у лечебной грязи

вулканического происхождения значение pH выше, чем у лечебных грязей



озерного происхождения, что связано с различным химическим составом этих образцов. После регенерации лечебной грязи значение рН изменяется незначительно, причем как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Такое изменение рН может объясняться

погрешностью измерения. Возможно, время проведения регенерации было недостаточно для значимых изменений рН. Таким образом, при данных условиях эксперимента значение рН не может служить показателем эффективности регенерации.

Таблица 4. Результаты определения содержания сероводорода

№ образца	Содержание сероводорода, мг/г		
	до регенерации	после регенерации	после регенерации нагреванием с барботированием воздуха
1	14,7	14,8	15,9
2	19,1	19,2	19,5
3	9,0	9,3	10,2

Из данных, представленных в табл. 4, видно, что при использовании только теплового воздействия в качестве способа регенерации содержание сероводорода практически не изменилось. Однако при добавлении в систему кислорода (т. е. при барботировании образцов воздухом) наблю-

дается увеличение концентрации сероводорода в образцах № 1 и № 3 на 8,2 и 13,3 % соответственно (рис. 10). Эти образцы представляют собой сульфидно-иловые лечебные грязи и, согласно литературным данным, содержание в них органических соединений больше, чем в сопочных.

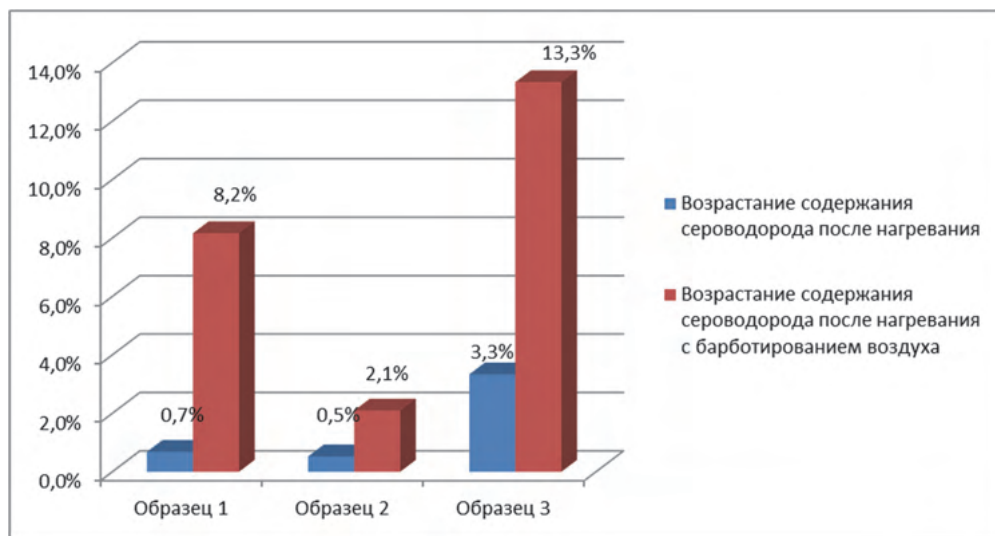


Рис. 10. Сравнение эффективности применения двух способов регенерации

В литературе отмечается, что при проведении регенерации наблюдается изменение как рН, так и содержания сероводорода [1]. Однако изменение рН в первые сутки регенерации незначительно, что и проявилось в нашем эксперименте. Для экспрессной оценки

эффективности регенерации лечебных грязей лучше использовать определение сероводорода иодометрическим способом, а не определение рН.

Итак, барботирование воздухом повышает эффективность регенерации лечебной грязи даже с учетом небольшого

времени проведения процесса, при этом лечебная сульфидно-иловая грязь, т. е. озерного происхождения, регенерируется лучше, чем сопочная, т. е. вулканического происхождения. Активация регенерации лечебных грязей путем нагревания с барботированием воздуха приводит к более быстрому очищению пелоида от условно-патогенной микрофлоры и получению

высокоактивного лечебного средства. Это решает проблему сокращения сроков регенерационного процесса, а также позволяет значительно уменьшить объемы изъятия грязи из месторождений, увеличить кратность использования грязи на лечебные процедуры, тем самым способствуя более экономному и эффективному расходованию природных ресурсов.

Литература

1. Мурадов С.В., Хоменко А.И. Восстановление физико-химических микробиологических кондиций лечебной грязи озера Утиное. – П.-Камчатский: КамГУ им. Витуса Беринга, 2014, 148 с.
2. Большая Медицинская Энциклопедия. / Ред. Петровский Б.В., издание третье. – <https://бмэ.опр/>.
3. Федотченко А.А. Грязелечение (пелоидотерапия). // Сибирский медицинский журнал, 2010, № 6, с. 273 – 276.
4. Методические указания. Критерии оценки качества лечебных грязей при их разведке, использовании и охране. № 10-11/40 от 11 марта 1987 г.
5. Ступникова Н.А. Преобразование лечебной грязи в процессах ее регенерации и активации. // Региональные проблемы, 2007, с. 155 – 158.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

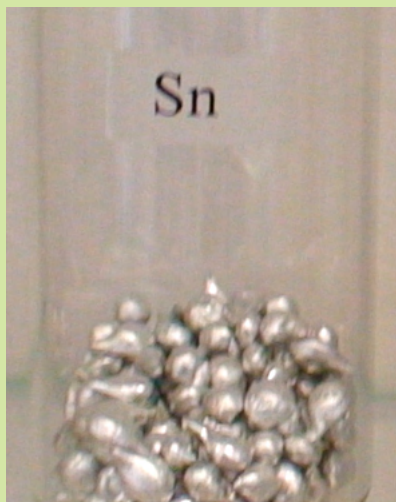
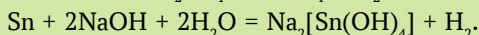
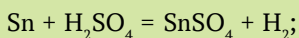
Калейдоскоп

Олово

Мой любимый элемент IV группы — это, пожалуй, олово. А обоснование выбора разобьем на две части.

Часть первая. «Физико-химическая»

1. Хотя это и не является особенностью, характерной только для олова, но все же оно «непостоянно и ветрено» – может реагировать и с кислотами, и со щелочами:



2. Более уникальная особенность – непостоянство в физических свойствах при понижении температуры, переход в другую аллотропную модификацию – из белого (проводник с металлическим блеском) в серое (труса, полупроводник). Пользуясь этим, можно сделать много гадостей.

Часть вторая. Личные воспоминания

1. Стоит только вспомнить «Оловянного солдата» Андерсена. Так что это один из немногих элементов, знакомых с раннего детства. А какой храбрец из него был сделан!

2. Навевает воспоминания о лете, когда мы с отцом паяли детали жидким оловом и молились, чтобы оно не капнуло на руку. :)

Алексей К.



Олимпиады



Морозова Наталья Игоревна

Закончила химический факультет МГУ, кандидат химических наук, доцент СУНЦ МГУ. Основное занятие – преподавание химии 11-классникам, методическая работа, научная работа в области радиохимии и органического катализа, организация дистанционного обучения и очных мероприятий для школьников.

Загорский Вячеслав Викторович

Кандидат химических наук, доктор педагогических наук, профессор СУНЦ МГУ имени М.В. Ломоносова



Химия на Интернет-олимпиаде СУНЦ МГУ 2019-20: второй тур

Традиционный разбор заданий Интернет-олимпиады СУНЦ МГУ мы никогда не начинаем с первого тура. Почему? Просто он является тренировочной взаимодвижущей системой. Задания первого тура каждого года – это прошлогодние задания второго тура.

К заданиям же второго тура надо относиться внимательно, ведь именно на его основании участники проходят (или нет) на третий, заключительный тур.

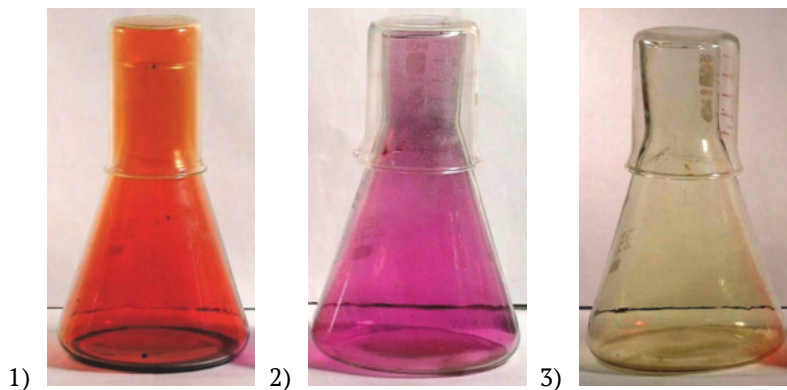
Подробнее об Интернет-олимпиаде СУНЦ МГУ см. <https://internat.msu.ru/distantsionnoe-obuchenie/internet-olympiad/>

Задания для учащихся 7 – 8 классов

Задача 1.

На фотографиях изображены галогены в газообразном состоянии. Расположите номера фотографий в порядке

увеличения молярной массы молекулы галогена (без пробелов и знаков препинания).

**Решение:**

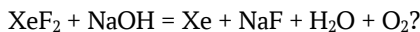
Галогены имеют разное агрегатное состояние, но все они летучи. Под номером 1 фото паров брома, 2 – па-

ры иода (самый тяжелый из перечисленных галогенов), 3 – хлор (самый легкий).

Ответ: 312.

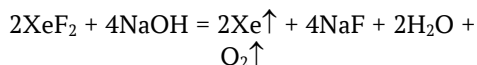
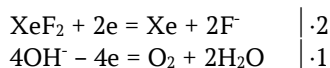
Задача 2.

Какой коэффициент должен стоять перед восстановителем в уравнении реакции

**Решение:**

В этой реакции явно меняют степень окисления два элемента: ксенон и кислород. Ксенон ее понижает с +2 до 0, а кислород повышает с -2 до 0. Значит, кислород в NaOH – восстановитель. Уравняем реакцию (это можно делать

любым способом, не обязательно методом электронно-ионного баланса, приведенным здесь):



Ответ: 4.

Задача 3.

Посмотрите видеоролик по адресу <https://www.youtube.com/embed/yHVVD3yltoA>.

Этот опыт основан на очень высокой растворимости аммиака в воде. Даже капля воды растворяет весь аммиак, содержащийся в колбе! Давайте рассчитаем, сколько литров аммиака растворится в 1 л воды при 30°C, если известно, что растворимость аммиака составляет 41 г/100 г воды. Ответ округлите до целых.

Решение:

Количество аммиака на 1000 г (1 л) воды

$$v(\text{NH}_3) = 10 \cdot m(\text{NH}_3) / M(\text{NH}_3) = 10 \cdot 41 / 17 = 24,1 \text{ моль.}$$

Объем такого количества газа при 30°C составит

$$V = vRT/P = (24,1 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль} \cdot 303 \text{ К}) / 101,3 \cdot 10^3 \text{ Па} = 0,599 \text{ м}^3 \text{ или } 599 \text{ л.}$$

Можно посчитать по-другому. При н. у. объем будет составлять

$$24,1 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л} = 539,8 \text{ л,}$$

а при 30°C

$$539,8 \cdot 303 / 273 = 599 \text{ л.}$$

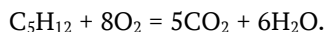
Ответ: 599.

**Задача 4.**

Огнедышащий дракон Дрогог из сериала «Игра престолов» заправляется пентаном C_5H_{12} . Сколько кубометров воздуха расходуется при н. у. при одном «боевом выдохе» Дрогога, если он выдыхает 72 кг пентана? Состав воздуха Вестероса можно считать равным земному. Ответ округлите до сотен.

Решение:

Составим уравнение реакции:



72 кг пентана – это 1 кмоль. Требуемый объем кислорода, согласно уравнению реакции, равен $22,4 \cdot 8 = 179,2 \text{ м}^3$. Содержание кислорода в воздухе 21 %, это около 1/5. Для приблизительного расчета объема воздуха объем кислорода можно умножить на 5:

$$V = 5 \cdot 179,2 = 896 \text{ м}^3.$$

При более точном расчете:

$$V = 179,2 / 0,21 = 853 \text{ м}^3.$$

При округлении до сотен в обоих случаях получается 900 м^3 .

Ответ: 900.

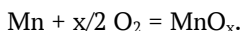
Задача 5.

Из 5,5 г марганца получено 8,7 г оксида. Установите формулу оксида марганца. Запишите его формулу.

Индексы записывайте строчными цифрами (например: Fe_2O_3). Не забудьте использовать латинские буквы!

Решение:

Составим уравнение реакции:



Найдем количество марганца:

$$v(Mn) = m(Mn)/M(Mn) = 5,5/55 = 0,1 \text{ моль}.$$

Согласно уравнению реакции, количество оксида марганца такое же. Найдем молярную массу оксида:

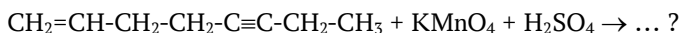
$$M = m/v = 8,7/0,1 = 87 \text{ г/моль}.$$

На кислород в формульной единице приходится $87 - 55 = 32 \text{ г/моль}$, т. е. в формульной единице содержатся 2 атома O. Это оксид марганца (IV) MnO_2 .

Ответ: MnO_2 .

Задания для учащихся 9 – 10 классов**Задача 1.**

Какой коэффициент должен стоять перед окислителем в уравнении реакции

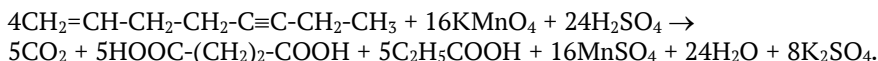
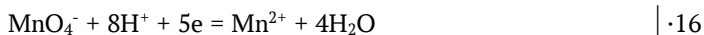
**Решение:**

В кислой среде сильные окислители, такие как перманганат, дихромат и т.п., разрывают кратные связи полностью, и происходит окисление атомов углерода в месте разрыва по всем свободных валентностям и всем атомам водорода. Таким образом, органическими продуктами бу-

дут CO_2 , $HOOC-(CH_2)_2-COOH$ и C_2H_5COOH .

Перманганат-ион в кислой среде восстанавливается до катиона Mn^{2+} .

Уравняем реакцию (это можно делать любым способом, не обязательно методом электронно-ионного баланса, приведенным здесь):



Ответ: 16.

Задача 2.

Посмотрите видеоролик по адресу <https://www.youtube.com/embed/yHVVD3yltoA>.

Рассчитайте молярную концентрацию раствора аммиака, образовавшегося в колбе, если вода полностью заполнила колбу. Опыт проводили при 25°C. Ответ дайте с точностью до тысячных (десятичный знак – запятая).

Решение:

Количество газообразного аммиака в 1 л при 25°C

$$v = PV/RT = (101,3 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3) / (8,31 \text{ Дж}/(\text{К} \cdot \text{моль}) \cdot 298 \text{ К}) = 0,041 \text{ моль}.$$

Можно рассчитать это количество по-другому. При 273 К в 1 л содержится 1/22,4 моль аммиака. Следовательно, при 298 К

$$v = 273 / (298 \cdot 22,4) = 0,041 \text{ моль}.$$

Молярная концентрация 0,041 моль/л.

Если не учитывать, что условия не являются нормальными, и использовать молярный объем газа 22,4 л/моль, то получается ответ 0,045 моль/л. Это неверный ответ.

Ответ: 0,041.

Задача 3.

Посмотрите видеоролик по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=IOJR1Gxk1A&feature=youtu.be>.

Выберите верные утверждения:

1) В этом ролике добавляют ксилол к раствору иода в воде.

2) В этом ролике добавляют иод к раствору ксилола в воде.

3) В этом ролике добавляют воду к раствору иода в ксилоле.

4) Ксилол тяжелее воды, его слой находится снизу.

5) Ксилол легче воды, его слой находится сверху.

6) Ксилол полностью смешался с водой, никаких отдельных слоев жидкости не образуется.

7) Растворимость иода в ксилоле выше, чем в воде.

8) Растворимость иода в ксилоле ниже, чем в воде.

9) Растворимость иода в ксилоле примерно такая же, как в воде.

Запишите номера верных утверждений в порядке возрастания, без пробелов и знаков препинания.

Решение:

Вначале в стакане раствор оранжево-коричневых тонов – это раствор иода в воде (раствор иода в ксилоле имеет другой цвет – красный). В этот раствор наливают бесцветную жидкость из банки с надписью «ксилон». Слои не смешиваются, бесцветный слой ксилола остается сверху (т.е. ксилон легче воды). После перемешивания верхний слой приобретает интенсивный красный цвет, а окраска нижнего (водного) слоя ослабевает, потому что иод переходит из воды в ксилон (в тот растворитель, где его растворимость выше).

Ответ: 157.



Задача 4.

При добавлении гидрокарбоната натрия к раствору некоторой соли выпал осадок. Его отфильтровали и сфотографировали:



Чтобы узнать состав этого осадка, его прокалили и получили вот такой результат:



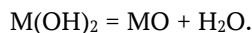
Потеря массы при прокаливании составила 37 %. Запишите формулу вещества, выпавшего в осадок. Индексы записывайте строчными цифрами (например: Fe_2O_3). Не забудьте использовать латинские буквы!

Решение:

Светло-зеленый цвет могут иметь соединения меди, никеля, железа (II) (а также ванадия, празеодима, нептуния, но для начала стоит проверить элемен-

ты, входящие в школьную программу). Добавление гидрокарбоната к растворам их солей теоретически может привести к выпадению карбоната, гидрокарбоната (основной соли) или гидроксида. Гидрокарбонаты растворимы лучше и в осадок не выпадают (кроме того, против образования гидрокарбонатов говорит тот факт, что раствор гидрокарбоната подвергается гидролизу, давая слабощелочную среду, причем гидролиз усиливается в слабокислой среде гидролиза катионов перечисленных металлов).

При прокаливании карбоната, гидрокарбоната или гидроксида они разлагаются до оксида (черное вещество на 2-й фотографии):



В первом случае потеря массы составит:

$$\text{M}(\text{CO}_2)/\text{M}(\text{MCO}_3) = 44/(\text{M}+60),$$

во втором

$$\text{M}(\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O})/\text{M}((\text{MOH})_2\text{CO}_3) = 62/(2\text{M}+94),$$

в третьем

$$\text{M}(\text{H}_2\text{O})/\text{M}(\text{M}(\text{OH})_2) = 18/(\text{M}+34).$$

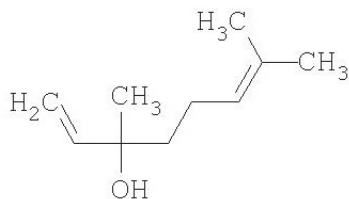
Проверим.

карбонат	$44/(\text{M}+60) = 0,37$	$\text{M} = 59$ Ni или Co, по цвету – Ni
гидрокарбонат	$62/(2\text{M}+94) = 0,37$	$\text{M} = 37$ нет соответствий
гидроксид	$18/(\text{M}+34) = 0,37$	$\text{M} = 15$ нет соответствий

Итак, осадок – карбонат никеля.

Ответ: NiCO_3 .

Задача 5.



Дайте название изображенному веществу по систематической номенклатуре (в углах и перекрестях находятся

атомы углерода с соответствующим числом атомов водорода).

Помните, что при записи названия пробелы между знаками препинания (дефисы, запятые), буквами и цифрами не ставятся. Например: 3,4-диметилпентен-4-он-2.

Ответ: 3,7-диметилоктадиен-1,6-ол-3.

(Это вещество представляет собой линалоол, ответственный за запах ландыша).

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Инструкция для читателя научных статей

В скобках раскрыт тайный смысл традиционных, общеупотребительных выражений, встречающихся в научных статьях.

Введение

«Хорошо известно, что...» (Я не удосужился найти ссылку на работу, с которой об этом было сказано первый раз).

«Имеет огромное теоретическое и практическое значение». (Мне лично это кажется интересным).

«Поскольку не удалось ответить сразу на все эти вопросы...» (Эксперимент провалился, но печатную работу я все же сделаю).

«Был развит новый подход...» (А.А. Иванов использовал этот подход по меньшей мере 30 лет тому назад).

«Сначала изложим теорию...» (Все выкладки, которые я успел сделать вчера вечером).

«Очевидно...» (Я этого не проверял, но...)

«Эта работа была выполнена четыре года тому назад...» (Нового материала для доклада у меня не было, а поехать на конференцию очень хотелось).

Описание экспериментальной методики

«При создании этой установки мы рассчитывали получить следующие характеристики...» (Такие характеристики получились случайно, когда нам удалось наконец заставить установку начать работать).

«Поставленной цели мы добились...» (С серийными образцами вышли кое-какие неприятности, но экспериментальный прототип работает прекрасно).

«Был выбран сплав висмута со свинцом, поскольку именно для него ожидаемый эффект должен был проявиться наиболее отчетливо». (Другого сплава у нас вообще не было).

«... прямым методом...» (С помощью грубой силы).

«Для детального исследования мы выбрали три образца». (Результаты, полученные на остальных двадцати образцах, не лезли ни в какие ворота).

«... был случайно слегка поврежден во время работы...» (Уронили на пол).

«... обращались с исключительной осторожностью...» (Не уронили на пол).

«Автоматическое устройство...» (Имеет выключатель).

«... схема на транзисторах...» (Есть полупроводниковый диод).

«... полупортативный...» (Снабжен ручкой).

«... портативный...» (Снабжен двумя ручками).

**Мещеряков Николай Вадимович**

Студент 4 курса химического факультета МГУ. Старший лаборант СУНЦ МГУ, преподаватель химического практикума в школе 1589. Председатель методической комиссии в Проектной химической олимпиаде, куратор 9 класса олимпиады «Высшая проба» по химии

Задания Проектной химической олимпиады 2020 по неорганической химии (заочный тур)

Проектной химической олимпиаде всего три года. Это относительно новое мероприятие ставит цель привлечь внимание школьников к современному химическому эксперименту, дает возможность познакомиться с тонкостями теории и практики работы в области препаративной и аналитической химии. Олимпиада проводится в два этапа: отборочный и заключительный, каждый из которых состоит из двух туров. Здесь мы предлагаем вашему вниманию задачи заочного тура отборочного этапа прошедшего года.

Задача 1 (8 – 9 кл.)

Жил-был мальчик по имени Коля. За неуместное поведение на уроке химии Коля в качестве наказания схлопотал внеочередную индивидуальную самостоятельную работу. Самостоятельная работа была по теме «Тенорит и свойства металла, входящего в состав этого минерала». Николай получил лист с огромным количеством заданий и начал вдумчиво читать про себя условие.

Минерал тенорит представляет собой чёрный оксид некоего металла X ($\omega_X = 80\%$). Существует несколько основных способов выделения X из данного минерала. Можно восстановить металл при помощи водорода: в результате получается простое вещество, образованное X , и вода (реакция 1). Остальные

два способа нацелены на выделение металла из соли X_1 , которая получается при реакции обмена минерала с серной кислотой (реакция 2). При реакции замещения между X_1 и железом образуется металл X в чистом виде и соль железа (реакция 3). Пропуская ток через водный раствор соли X_1 , мы получаем простые вещества, из которых состоит тенорит, и кислоту, соли которой называют сульфатами (реакция 4).

Металл X может образовывать соединения со степенью окисления меньшей, чем в тенорите. В результате реакции соединения между теноритом и простым веществом X при $1000 - 1200^\circ\text{C}$ образуется коричнево-красный оксид с меньшей степенью окисления X_2 ($\omega_X =$

88,89%) (реакция 5). 1 моль X_2 способен вступать в реакцию соединения с 1 молем K_2O с образованием 2 моль X_3 (реакция 6). X_2 в реакции соединения с водой и кислородом образует X_4 – голубой гидроксид металла X с такой же степенью окисления, как и в тенорите (реакция 7). При охлаждении раствора, образующегося после реакции X_4 с серной кислотой (реакция 8), кристаллизуется X_5 – кристаллогидрат X_1 (соль, в состав которой входит вода, общая формула: $X_1 \cdot yH_2O$).



Тенорит

(<https://webmineral.ru/upload/dc41ae31a9b7b5f92d2074175aa9b8e1.jpg>)

Из X синтетически возможно получить ещё один минерал X_6 , который дал название одной достаточно известной русской сказке под авторством Павла Бажова. 1 моль X_6 образуется при реакции соединения 2 молей X , 1 моля воды, 1 моля углекислого газа и 1 моля кислорода (реакция 9).

Во всех неизвестных веществах с X в названии присутствует элемент X .

Коля сходу узнал элемент X и ответил на все вопросы. Давайте теперь и мы попробуем это сделать.

Задача 2 (8 – 11 кл.). Масло масляное

Химик Андрей Ефремов нашел на полке старого склада лаборатории пыльную банку из толстого стекла, закрытую пробкой со шлифом. На

Задания:

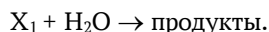
1. Какую формулу имеет тенорит? Подтвердите её расчётом.

2. Напишите формулы X и X_1 . Назовите хотя бы две сферы индустрии, где используется X . В какой цвет окрасится пламя, если в него внести стеклянную палочку, предварительно смоченную раствором X_1 ?

3. Напишите реакции 1 – 3.

4. Пойдёт ли реакция 3, если вместо железа взять Zn , Ag ? Почему?

5. Реакция электролиза (реакция 4) без коэффициентов имеет вид



Запишите реакцию 4. Какой главный недостаток получения металла X этим методом?

6. Напишите хотя бы четыре степени окисления, которые способен проявлять X .

7. Определите формулу оксида X_2 . Подтвердите его формулу расчётом.

8. Запишите реакции 5, 6. Определите формулу X_3 . Как называются такие соединения? В какой среде проходит реакция 6?

9. Определите формулу X_4 . Запишите реакцию 7.

10. Запишите реакцию 8. Определите формулу X_5 , если вода в нем составляет 36 % по массе. Подтвердите её расчётом. Какое тривиальное название имеет данное соединение?

11. Запишите реакцию 9. Как правильно записать формулу X_6 ? К какому классу солей относится данное соединение? Как называется упомянутая сказка?

12. Металл X является компонентом оловянной бронзы. Рассчитайте, какую массу тенорита нужно взять для получения 1 кг оловянной бронзы, если в состав бронзы входит 85 % X и 15 % Sn по массе. Рассмотрите два случая: когда X получается через реакцию 1 и через реакции 2, 4.

наклейке с названием стерлось первое слово, а вторым словом было «масло». В банке была прозрачная вязкая жидкость. Андрей, как опытный химик,



сразу определил, что в банке, а вам будут даны следующие подсказки:

- Вещество 1 в банке реагирует с простым веществом 2 с образованием бесцветного газа 3 с резким запахом. Газ 3 окисляется кислородом с использованием V_2O_5 в качестве катализатора до токсичного газа 4 с удушающим запахом, который реагирует с кислотой 5 с образованием вещества 1. Цикл $2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 1$ является упрощенным описанием одного из самых многотоннажных химических производств.

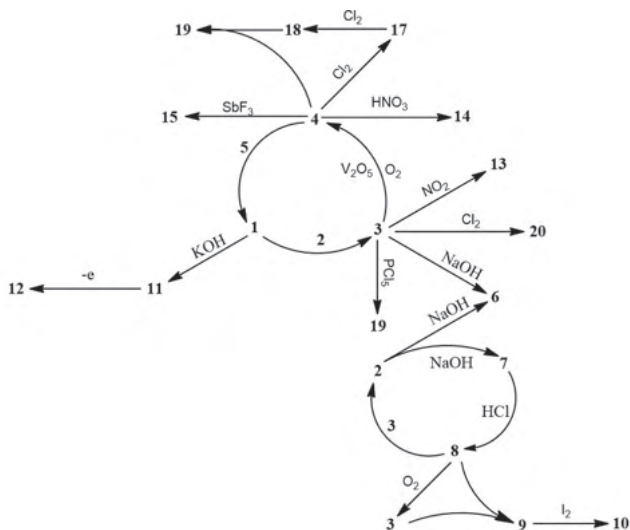
- Как вещество 2, так и газ 3 реагируют с $NaOH$ с образованием соли 6, хотя в случае газа 3 для этого требуется избыток щелочи, а в случае вещества 2 также образуется соль 7. Соль 7 реагирует с концентрированными кислотами с выделением бесцветного газа 8, обладающего неприятным запахом тухлого мяса. Газ 8 окисляется кислородом воздуха до газа 3. Газы 8 и 3 реагируют с образованием вещества 2. При совместном пропускании газов 8 и 3 через раствор $NaOH$ образуется соль 9, которая мягко окисляется иодом до соли 10. Переход 9

$\rightarrow 10$ имеет огромное значение для аналитической химии.

- Жидкость 1 реагирует с KOH с образованием соли 11, электролизом которой получают очень сильный окислитель 12. Реакцией газа 3 с NO_2 и газа 4 с HNO_3 (конц) получают похожие соли 13 и 14 соответственно. Хотя газ 4 и SbF_3 не являются ни кислотами, ни основаниями, в ходе кислотно-основной реакции между ними образуется соединение 15. Газ 3 реагирует с суспензией MnO_2 в воде с образованием 16 – соли неустойчивой кислоты.

- При взаимодействии газа 4 с недостатком хлора образуется вещество 17, а с избытком – 18 (также его можно получить реакцией вещества 17 с хлором). Реакцией между веществами 4 и 18 получают осушитель 19, который также получают реакцией газа 3 с пентахлоридом фосфора. Прямым хлорированием газа 3 в присутствии камфоры как катализатора получают вещество 20, которое используют как хлорирующий агент в органическом синтезе.

- Известно, что все соединения 1 – 20 содержат элемент X.



Определите элемент X и соединения 1 – 20. Какое было первое слово на этикетке банки с жидкостью 1? Объясните значение перехода $9 \rightarrow 10$ для аналитической химии. Объясните кислотно-

основной характер реакции между газом 4 и SbF_3 . Назовите катализатор, который используется в реакциях с веществом 12 как окислителем. Все превращения представлены на схеме.



Задача 3 (8 – 10 кл.)

Элементу X в школьном курсе химии не уделено значительного внимания, хотя спектр применения соединений этого элемента очень широк. Элемент X находит применение в органической, физической, аналитической химии, а также в медицине и многих других разделах химии. Простейшим водородным соединением X является неустойчивое газообразное соединение A, давление 27,6 г которого при 50 °C и объёме 5 л составляет 10,61 атм. Массовая доля X в A составляет 78,28 %.

1. Назовите элемент X и соединение A. Ответ подтвердите расчётом.

2. Приведите три примера использования соединений X в трёх различных областях химии, помимо упомянутых в задаче. Обязательно укажите область химии.

Соединение A очень неустойчиво: оно самовоспламеняется на воздухе (реакция 1) и разлагается водой с образованием кислоты B (реакция 2), которая раньше активно использовалась в качестве антисептического средства. Вторым продуктом реакции 2 является газ C, относительная плотность по воздуху которого равна 0,069. При этом при поглощении 10 г A избытком воды выделяется 4,34 г C. Более устойчивой формой соединения A является его димер A₁, в котором четыре связи из восьми являются электронодефицитными (то есть на связь между двумя атомами приходится менее двух электронов). Димер A₁ может взаимодействовать с NaNH, при этом в реакции с участием 3 г A₁ расходуется 2,46 г

NaNH. Единственным продуктом этой реакции является распространённый в органической химии восстановитель D.

3. Определите вещества A₁, B-D и напишите уравнения реакций 1 и 2. Решение подтвердите расчётом.

4. Изобразите структуру димера A₁ и укажите форму молекулы, если известно, что в нём отсутствуют связи X-X. Укажите электронодефицитные связи в димере A₁. Ответ обоснуйте.

Соединения элемента X способны вступать в множество реакций. Часть из них зашифрована в схеме ниже (число под стрелочкой соответствует номеру реакции). Имеется следующая дополнительная информация:

В кислоте F массовая доля элемента X равна 12,31%.

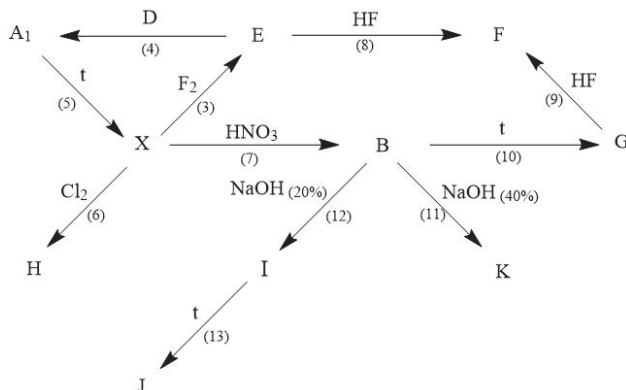
- В реакции 4, помимо вещества A₁, также образуется натриевая соль кислоты F.

- Вещество K состоит из четырех элементов и имеет структуру, схожую с веществом F.

- Вещество I формально является декагидратом (то есть содержит дополнительные 10 молекул воды на 1 формульную единицу) вещества J.

- В веществе J молярная доля X равна 30,77 %, а массовая – 21,47 %. Также известно, что вещество J состоит из трех элементов.

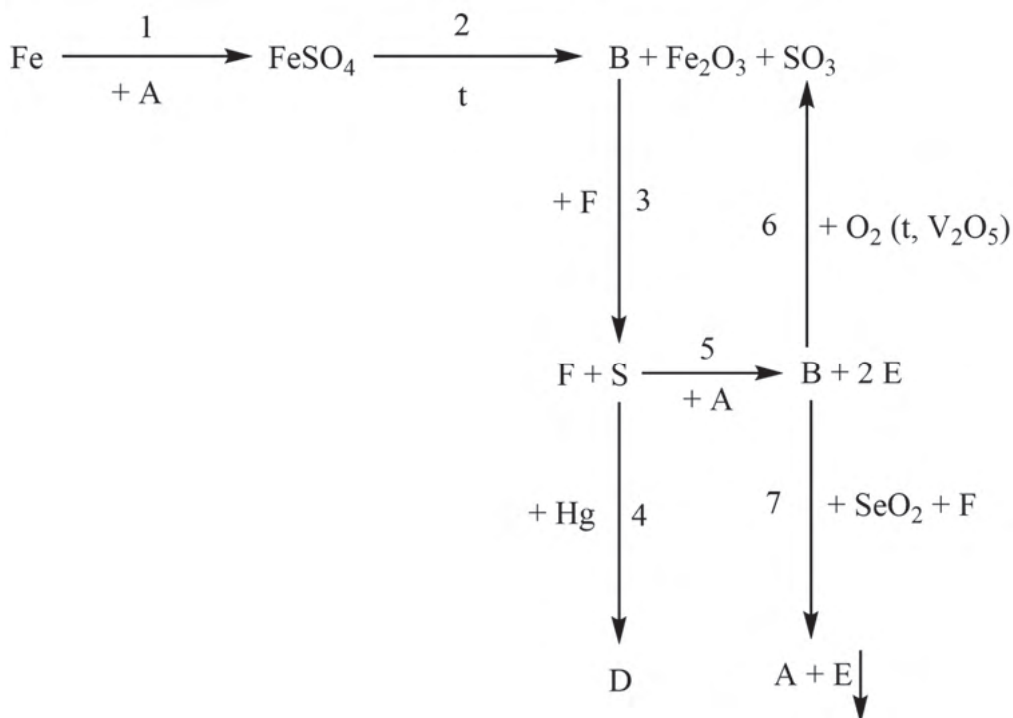
5. Определите вещества E-K и напишите уравнения реакций 3-13. Все решения необходимо подтверждать расчетами.





Задача 4 (8 кл.)

Расшифруйте предложенную схему, определите соединения А – Д. Напишите уравнения реакций 1 – 7.



Решение задачи 1 (автор – Данила Андреевич Деянков)

1. Исходя из цветов двух оксидов и гидроксида, можно сделать вывод, что Х – это медь. Тенорит – CuO . Подтвердим это расчётом:

$$\frac{M_{\text{Cu}}}{M_{\text{Cu}} + M_{\text{O}}} = \frac{64 \text{ г/моль}}{64 \text{ г/моль} + 16 \text{ г/моль}} = 0,8 = 80 \, \%.$$

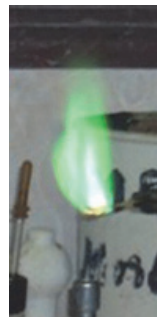
Значит, тенорит — это действительно оксид меди (II).

2. Из п. 1 следует, что Х – медь. При реакции оксида с кислотой образуется соль кислоты – сульфат меди и вода. Значит, X_1 – CuSO_4 .

Медь и медные сплавы используются в электротехнической и электромашиностроительной отрасли, в радиоэлектронике и приборостроении. Медь обладает высокой экологичностью, что допускает её использование в строительстве жилых домов. Медь в сплавах с золотом используется в ювелирном деле.

Поэтому её можно увидеть в составе минеральных удобрений. В медицине медь используют, как антисептическое и вяжущее средство. Она является компонентом глазных капель от конъюнктивита и растворов от ожогов.

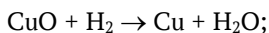
Ионы Cu^{2+} придают пламени зелёный оттенок. Пламя окрасится в зелёный цвет.



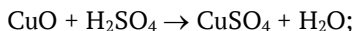
Окраска пламени ионами Cu^{2+}



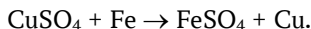
3. Реакция 1:



реакция 2:



реакция 3:

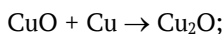


4. Для того, чтобы дать ответ на этот вопрос, придётся обратиться к электрохимическому ряду напряжений металлов.

В подобных реакциях замещения действует следующее правило: металл, стоящий левее водорода, вытесняет из соли металл, стоящий правее водорода. Значит, Zn сможет вытеснить медь из

$$\frac{M_{\text{Cu}}}{2M_{\text{Cu}} + M_{\text{O}}} = \frac{64 \text{ г/моль}}{2 \cdot 64 \text{ г/моль} + 16 \text{ г/моль}} = 0,8889 = 88,89 \, \%.$$

8. Реакция 5:

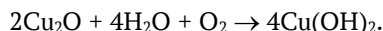


реакция 6:



X_3 – KCuO . Это смешанный оксид, вариант ответа «куприты» тоже принимается. Реакция проходит в твёрдой среде (твердофазная реакция), так как в растворе K_2O перейдёт в KOH , а перевести оксид меди в газообразное состояние — весьма сложная задача.

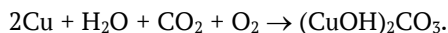
9. Реакция 7:

 X_4 – $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

$$y = \frac{M_{\text{кристаллогидрата}} - M_{\text{CuSO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{250 \text{ г/моль} - 160 \text{ г/моль}}{18 \text{ г/моль}} = 5.$$

Значит, X_5 – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Тривиальное название данного соединения – медный купорос.

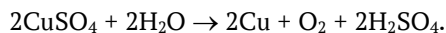
11. Реакция 9:



X_6 – $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$. Подобные соли называются основными. Минерал – малахит. Сказка – «Малахитовая шкатулка».

сульфата, а Ag – нет, потому что активность цинка больше активности меди, а активность серебра – меньше.

5. Реакция 4:

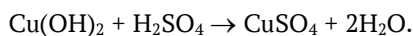


Главный недостаток электролитического метода получения металлов из их солей – огромные затраты энергии на данный процесс.

6. Степени окисления: 0, +1, +2, +3, +4 и другие степени окисления, которые способна проявлять медь в составе интерметаллидов и смешанных солей.

7. Коричнево-красный оксид меди – Cu_2O . X_2 – Cu_2O . Подтвердим это расчётом:

10. Реакция 8:



Из получившегося раствора кристаллизуется кристаллогидрат состава $\text{X}_1 \cdot y\text{H}_2\text{O}$. Фактически нам нужно узнать лишь коэффициент y перед водой.

Для начала узнаем, сколько процентов соли в этом кристаллогидрате по массе:

$$\omega(\text{CuSO}_4) = 100 - 36 = 64 \, \%.$$

Далее найдём общую массу кристаллогидрата, так как массу X_1 мы знаем:

$$M = \frac{M_{\text{CuSO}_4}}{\omega} = \frac{160 \text{ г/моль}}{0,64} = 250 \text{ г/моль}.$$

После этого находим массу воды и сразу же вычисляем коэффициент y :



Малахит



12. Заметим, что во всех нужных нам уравнениях коэффициенты перед соединениями, содержащими медь одинаковые. То есть количество меди не меняется, по молям всё будет считаться, как 1 : 1. Значит, нам нужно рассчитать, сколько нужно взять тенорита для первой

реакции, столько же нужно будет взять и во второй. Рассчитываем, сколько необходимо взять меди для 1 кг бронзы:

$$m_{\text{Cu}} = 1000 \cdot 0.85 = 850 \text{ г.}$$

Количество тенорита будет равно количеству меди, поэтому:

$$m_{\text{CuO}} = \frac{m_{\text{Cu}}}{M_{\text{Cu}} \cdot M_{\text{CuO}}} = \frac{850 \text{ г}}{64 \text{ г/моль} \cdot 80 \text{ г/моль}} = 1062,5 \text{ г.}$$

Решение задачи 2 (автор – Илья Владимирович Городец)

Вещество 3 – бесцветный газ, который реагирует с NaOH с образованием соли, а также окисляется кислородом воздуха до другого бесцветного газа. Тогда 3 и 4 – кислотные оксиды вещества 2. Из элементов, образующих несколько летучих оксидов, наиболее известны азот и сера. Однако NO₂ – не бесцветный газ, а также в тексте задачи есть реакция газа 3 с NO₂, следовательно, X – S, газ 3 – SO₂, а газ 4 – SO₃. Тогда вещество 2 – S. Т. к. вещество 1 также содержит серу, легко догадаться, что это H₂SO₄, которую раньше называли «купоросное масло». Серную кислоту в промышленности получают реакцией SO₃ с пиросерной кислотой 5 – H₂S₂O₇.

Соль 6 – Na₂SO₃, а при диссоциации серы в щелочи также образуется Na₂S – соль 7. Соответственно, газ 8 – H₂S. H₂S можно окислить кислородом до SO₂, а при их сопорционировании образуется сера. Если пропускать смесь H₂S и SO₂ через NaOH, то образуется тиосульфат натрия 9 – Na₂S₂O₃. Иодом он окисляется до тетратионата натрия 10 – Na₂S₄O₆. Эта реакция очень важна в титриметрическом методе – иодиметрии (или иодометрии).

Серная кислота реагирует с KOH с образованием гидросульфата калия 11 – KHSO₄, электролизом которого получают сильный окислитель пероксодисульфат калия 12 – K₂S₂O₈. Как катализатор в сочетании с пероксодисульфатом используют Ag⁺. K₂S₂O₈ окисляет его до Ag²⁺, который и ведет дальнейшую реакцию. Реакция SO₂ с NO₂, использовавшаяся в нитрозном методе получения

серной кислоты, приводит к образованию 13 – [NO]⁺[HSO₄]⁻, по аналогии SO₃ реагирует с HNO₃ с образованием 14 – [NO]⁺[HS₂O₇]⁻. SO₃ реагирует с SbF₃ с образованием аддукта 15 – SbF₃·SO₃, т. е. SO₃ является кислотой Льюиса, т. е. имеет свободную электронную пару, а SbF₃ – основание Льюиса, т. е. имеет вакантную орбиталь. Реакцией между SO₂ и суспензией MnO₂ в воде получают соль дитионовой кислоты 16 – MnS₂O₆.



Пропускание SO₂ в суспензию MnO₂

При хлорировании расплавленной серы образуется дитиохлорид 17 – S₂Cl₂, при избытке хлора в реакции с серой (или дополнительном хлорировании) образуется дихлорид серы 18 – SCl₂. Реакцией SO₂ с PCl₅ или реакцией SO₃ с SCl₂ в присутствии хлора получают тионилхлорид 19 – SOCl₂. Прямым хлорированием SO₂ в присутствии камфоры получают сульфурилхлорид 20 – SO₂Cl₂.



Решение задачи 3 (автор – Дмитрий Максимович Куандыков)

1. Для определения молярной массы A используем уравнение Менделеева-Клапейрона ($PV = nRT$). Подставляя все известные значения, находим, что количество A равно 2 молям. Находим молярную массу $M = 13,8$ г/моль. В условии указано, что A – простейшее водородное соединение X , значит, скорее всего, оно состоит из одного атома X и атомов водорода. Найдем предполагаемую молярную массу X для 1, 2 и 3 атомов водорода в составе, так как большее количество атомов водорода не удовлетворяет никакому существующему веществу (вещество с наименьшей молярной массой и 4 атомами водорода – метан CH_4 с молярной массой 16 г/моль). Если в веществе один атом водорода, то молярная масса X равна 12,8 г/моль (не подходит), при двух атомах – 11,8 г/моль (возможный вариант – метилен CH_2 , но он слишком неустойчив, чтобы его можно было получить в индивидуальном виде), при 3 атомах – 10,8 г/моль (подходит BH_3 , который тоже очень активен, но он может быть получен при нагревании). Значит, A – BH_3 , X – B .

2. Принимаются любые достоверные факты о использовании бора и его соединений в различных областях химии. Если пример касается уже приведенной в условии области, то балл не засчитывается. Без указания области химии пример не засчитывается. Самые распространенные факты:

- Бор (в виде волокон) служит упрочняющим веществом многих композиционных материалов.

- Бор применяется в металлургии в качестве микролегирующего элемента, значительно повышающего прокаливаемость сталей.

- Бор применяется и в медицине при бор-нейтронозахватной терапии (способ избирательного поражения клеток злокачественных опухолей).

- Пероксобораты (содержат ион $[B_2(O_2)(OH)_4]^{2-}$, т. е. $[B_4O_{12}H_8]^{-}$) применяются как окислительные агенты.

- Сплав бора с магнием обладает, на данный момент, рекордно высокой критической температурой перехода в сверхпроводящее состояние среди сверхпроводников первого рода.

- Борная кислота H_3BO_3 широко применяется в атомной энергетике в качестве поглотителя нейтронов в ядерных реакторах на «тепловых» («медленных») нейтронах.

- Нитрид бора, активированный углеродом, является люминофором со свечением от синего до желтого цвета под действием ультрафиолета. Обладает самостоятельной фосфоресценцией в темноте и активируется органическими веществами при нагреве до 1000 °С. Изготовление люминофоров из нитрида бора, состава BN/C , не имеет промышленного значения, но широко практиковалось химиками-любителями в первой половине XX века.

- Боросиликатное стекло – стекло обычного состава, в котором заменяют щелочные компоненты в исходном сырье на оксид бора B_2O_3 .

- Фторид бора BF_3 при нормальных условиях является газообразным веществом, используется как катализатор в оргсинтезе, а также как рабочее тело в газонаполненных детекторах тепловых нейтронов благодаря захвату нейтронов бором-10 с образованием ядер лития-7 и гелия-4, ионизирующих газ.

- Ряд производных бора являются эффективными ракетными топливами (диборан B_2H_6 , пентаборан, тетраборан и др.), а некоторые полимерные соединения бора с водородом и углеродом стойки к химическим воздействиям и высоким температурам

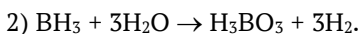
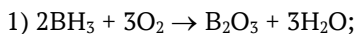
- Нитрид бора подобен (по составу электронов) углероду (боразон – алмазу, «белый графит» – графиту). На его основе образуется обширная группа соединений, в чём-то подобных органическим.

3. Определим вещество C . Его молярная масса равна $M = D_{\text{возд.}} \cdot M_{\text{возд.}} = 2$ г/моль, т. е. вещество C – водород.



Вещество В, ранее широко используемое в медицине – борная кислота.

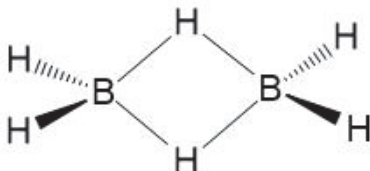
Уравнения реакций:



Вещество А₁ – В₂Н₆.

Для определения вещества D найдем, в каких соотношениях реагировали друг с другом диборан и NaH. $n_{\text{NaH}} = 0,107$ моль, а $n_{\text{В}_2\text{Н}_6} = 0,107$ моль. Они реагировали 1 : 1, значит, продукт реакции – Na[BH₄], известный восстановитель в органической химии.

4. Определим структуру В₂Н₆: для начала выпишем электронную конфигурацию трехвалентного бора – $1s^2 2s^2 2p^1$. Одна *p*-орбиталь осталась вакантной, к ней и прикрепляется связь В-Н другой молекулы борана, образуя при этом трёхцентровой двухэлектронный мостик В-Н-В. Таких связей будет две, так как у двух атомов бора две вакантные *p*-орбитали. Из-за образовавшейся связи гибридизация атомов бора стала sp^3 , а форма молекулы – два тетраэдра с одним общим ребром. Изобразим структуру:



Четыре электронодефицитные связи – все связи в мостиках В – Н – В.

5. Для начала определим вещество F: в реакции 3 образуется вещество BF₃, следовательно, продукт реакции с HF должен содержать атомы бора, фтора и водорода, при этом бор должен находиться в степени окисления +3, так как данная реакция не является ОВР. Предположим, что в продукте содержится один атом бора (в кислых средах бор не образует полиядерные комплексы), тогда его молярная масса равна 87,8 г/моль, что соответствует сумме молярных масс фтороводорода и фторида бора. Этой молярной массе соответствует тетрафторборная кислота H[BF₄],

в которой атом бора находится в тетраэдрическом окружении атомов фтора. Вещество F – H[BF₄].

Теперь определим вещество К: оно получается при добавлении к борной кислоте концентрированного раствора щёлочи, также известно о тетраэдрическом окружении бора. Единственный подходящий вариант – тетрагидроксобо- рат натрия Na[B(OH)₄], которым и является вещество К. Наконец, определим вещества I и J: найдем количество атомов бора в J, при котором общее количество атом в молекуле будет целым числом. На один атом бора приходится $\frac{1}{0.3077} - 1 = 2,25$ атомов других элементов. Целое число получается при четырех атомах бора и девяти атомов остальных элементов. Так как J состоит из трех элементов и получается при добавлении разбавленного раствора щёлочи к борной кислоте с последующим обезвоживанием, то наиболее вероятно, что остальные два элемента – кислород и натрий. Состав такой соли будет Na_xB₄O_y при условии, что

$$x + y = 9.$$

Молярная масса соли равна 201,2 г/моль. Тогда можно составить следующее уравнение:

$$23x + 16y = 158.$$

Решением такой системы будет $x = 2$ и $y = 7$. Вещество J – Na₂B₄O₇, а I – Na₂B₄O₇·10H₂O.



Вещество I

Остальные вещества устанавливаются по уравнениям реакций.



Уравнения реакций:

- 3) $2B + 3F_2 \rightarrow 2BF_3$;
- 4) $4BF_3 + 3Na[BH_4] \rightarrow 3Na[BF_4] + 2B_2H_6$;
- 5) $B_2H_6 \rightarrow 2B + 3H_2$;
- 6) $2B + 3Cl_2 \rightarrow 2BCl_3$;
- 7) $B + 3HNO_3 \rightarrow H_3BO_3 + 3NO_2$;
- 8) $BF_3 + HF \rightarrow H[BF_4]$;
- 9) $B_2O_3 + 8HF \rightarrow 2H[BF_4] + 3H_2O$;
- 10) $2H_3BO_3 \rightarrow B_2O_3 + 3H_2O$;

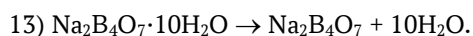
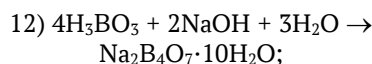


Таблица с формулами веществ:

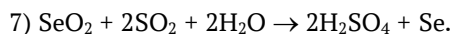
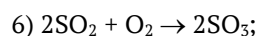
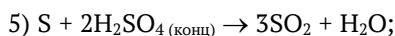
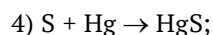
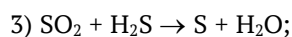
X	B	F	HBF ₄
A	BH ₃	G	B ₂ O ₃
A ₁	B ₂ H ₆	H	BCl ₃
B	H ₃ BO ₃	I	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O
C	H ₂	J	Na ₂ B ₄ O ₇
D	NaBH ₄	K	NaB(OH) ₄
E	BF ₃		

Решение задачи 4 (автор – Артем Юрьевич Татаренко)

A	B	C	D	E	F
H ₂ SO ₄	SO ₂	H ₂ S	HgS	Se	H ₂ O

Уравнения реакций:

- 1) $Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$;
- 2) $2FeSO_4 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$;



Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Инструкция для читателя научных статей

Изложение результатов

«Типичные результаты приведены на...» (Приведены лучшие результаты).

«Хотя при репродуцировании детали были искажены, на исходной микрофотографии ясно видно...» (На исходной микрофотографии видно то же самое).

«Параметры установки были существенно улучшены...» (По сравнению с паршивой прошлогодней моделью).

«Ясно, что потребуется большая дополнительная работа, прежде чем мы поймем...» (Я этого не понимаю).

«Согласие теоретической кривой с экспериментом:

Блестящее... (Разумное...).

Хорошее... (Плохое...).

Удовлетворительное... (Сомнительное...).

Разумное... (Вымышленное...).

Удовлетворительное, если принять во внимание приближения, сделанные при анализе...» (Согласие вообще отсутствует).

«Эти результаты будут опубликованы позднее...» (Либо будут, либо нет).

«Наиболее надежные результаты были получены Ивановым...» (Это мой дипломник).



Исследовательская деятельность



Чекашов Илья Дмитриевич

Учащийся 11А класса БОУ г. Омска «Лицей «БИТ»

Антропогенные экосистемы мест общего пользования многоквартирных домов

В городах мы часто скушаем по «живности», однако живых организмов в антропогенных системах – множество. Вот только многие из них опасны. С кем мы рискуем близко познакомиться, если не будем мыть руки и убираться в подъездах? Где они поджидают нас? Об этом расскажет исследование, проведенное в Омске.

С момента своего зарождения человечество находится в тесном непрерывном контакте с окружающей средой и населяющими её организмами. Среди них стоит особо выделить микроорганизмы, так как именно они оказывают наибольшее влияние на процессы жизнедеятельности человека и развития общества. В процессе технологического развития значительная часть естественных экосистем, являющихся местами наиболее частого нахождения человека, сменилась искусственными системами, появившимися в результате действия людей и контролирующимися ими же. Однако, несмотря на это, люди по-прежнему находятся в постоянном тесном контакте с различными микроорганиз-

мами, среди которых можно выделить как необходимые для выживания человечества, так и представляющие серьезную опасность для здоровья каждого отдельно взятого человека или даже крупных сообществ людей. Безусловно, человечество стремится к минимизации потенциальной угрозы, исходящей от патогенных организмов, предпринимая такие шаги, как введение специальных санитарных норм и строгого контроля за их соблюдением на крупных производственных предприятиях, в здравоохранительных и учебных учреждениях и многих других местах общего пользования. Но существуют и такие их виды, для которых невозможно введение универсальных норм. Одни из наименее

исследованных с точки зрения потенциальной экологической угрозы микроорганизменных групп экосистем – подъезды многоквартирных домов.

Не являясь экосистемами, способными к саморегуляции, ввиду искусственного происхождения и хрупкости, они, тем не менее, становятся средой тесного взаимодействия микроорганизмов и человека, способного приводить к различным последствиям, в

том числе и негативным. Важно осознавать, что в силу неустойчивости рассматриваемых экосистем любое незначительное изменение тех или иных факторов их существования приводит к кардинальным изменениям их организменного состава и структуры. А значит, человек может влиять на формирование подобных экосистем путем изменения модели поведения и повседневных привычек.

Антропогенные экосистемы

Экосистема – основная функциональная единица в экологии. *Экосистема* (от греч. oikos – жилище, местообитание, объединение), *экологическая система* – это совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и образующих систему взаимообусловленных биотических и абиотических явлений и процессов. Термин «экосистема» предложен английским ботаником А.Д. Тенсли (1871 – 1955). А. Тенсли считал, что экосистемы «с точки зрения эколога представляют собой основные природные единицы на поверхности Земли», в которые входит «не только комплекс организмов, но и весь комплекс физических факторов, образующих то, что мы называем средой биома, – факторы местообитания в самом широком смысле». Он подчеркивал, что для экосистем характерен «разного рода обмен веществ не только между организмами, но и между органическим и неорганическим». Юджин Одум полагал, что экосистему представляет любое единство, включающее все организмы на данном участке и взаимодействующее с физической средой таким образом, что поток энергии создаёт чётко определённую трофическую структуру, видовое разнообразие и круговорот веществ (обмен веществами и энергией между биотической и абиотической частями) внутри системы.

В наиболее полном современном понимании *экосистема* – это информационно саморазвивающаяся, термодинамически открытая совокупность биотических экологических компонентов и абиотических источников вещества и энергии, единство и функциональная связь которых в пределах характерного для определенного участка биосферы времени и пространства обеспечивают превышение на этом участке внутренних закономерных перемещений вещества, энергии и информации над внешним обменом (в том числе между соседними аналогичными совокупностями) и на основе этого неопределенно долгую саморегуляцию и развитие целого под управляющим воздействием биотических и биогенных составляющих.

Экосистемы очень разнообразны. Их состав зависит от многих факторов, в первую очередь от климата, геологических условий и влияния человека. Если главную роль играют автотрофные организмы – продуценты (примеры таких экосистем: леса, луга, степи, болота и др.), системы называют *автотрофными*. Если же продуцентов в экосистеме нет или их роль незначительна (например, экосистемы океанических глубин, высокогорных ледников), то такие экосистемы называют *гетеротрофными*. Различают наземные и водные экосистемы. Экосистемы могут быть естественными и социальными (антропогенными – от греч. anthropos – человек и genos – происхождение). Например, сельско-

хозяйственные, городские, промышленные экосистемы.

Антропогенные (социальные) системы по своим свойствам отличаются от естественных систем:

- они созданы человеком в соответствии с определенными потребностями и целями;
- их структура, организация в ходе истории меняется;
- состоят из особой социальной формы материи (а не из организмов, как естественные системы);
- являются закрытыми системами (не принимают посторонние элементы, если для них не предусмотрено определенное место в системе);
- являются частичными системами (не могут существовать как самостоятельные, а живут за счет окружающих их систем);

– являются функциональными системами (созданы для реализации какой-либо функции).

Среди антропогенных экосистем особо выделяют *урбоэкосистемы* (или индустриально-городские экосистемы) – это неустойчивые природно-антропогенные системы, состоящие из архитектурно-строительных объектов и резко нарушенных естественных экосистем. Естественные и городские экосистемы наряду с глубокими экологическими различиями имеют и некоторые общие черты: это, например, наличие границ, самоподдержание за счет обмена веществ и притока энергии, стабилизация за счет круговорота энергии и тенденция перехода от экспансии к интенсивному росту. Основные отличия природных и урбоэкосистем приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение природных и городских экосистем
(цитируется по Клауснитцер Б. Экология городской фауны — М.: Мир, 1990)

Признак	Природная экосистема	Урбоэкосистема
Абиотические компоненты	Неорганические и органические вещества, климат, почва, воды	Антропогенное изменение исходных и появление новых компонентов
Биотические компоненты		
Продуценты	Превращают достаточное количество солнечной энергии в химическую энергию фотосинтезированного вещества	Как правило, небольшой по объему декоративный компонент. Для питания консументов необходимо поступление связанной в веществе энергии из-за пределов системы
Макроконсументы	Соответствуют принципу пирамиды масс	Резко преобладают; доминируют человек, немногие виды домашних и диких животных
Микроконсументы	В состоянии минерализовать все мертвое органическое вещество	Играют небольшую роль ввиду огромной массы отходов, которые должны транспортироваться за пределы системы и там перерабатываться
Поток энергии	Каскадоподобный поток энергии, поступающей преимущественно от Солнца	Солнечной энергии недостаточно, приток энергии извне
Круговорот веществ	Замкнутый, объем внутреннего круговорота больше обмена с окружением системы	Разорванный, объем внутреннего круговорота веществ меньше обмена с окружением. Поступление биомассы для поддержания макроконсументов из-за пределов экосистемы

Признак	Природная экосистема	Урбоэкосистема
Продуктивность	В начале скорость сукцессии ¹ высокая, затем снижается до сравнительно низкого уровня (климакс)	Незначительная, подчинена потребностям человека
Стабильность	Сравнительно высокая, динамическое равновесие	Низкая, система постоянно подвергается различным антропогенным нарушениям
Способность к регуляции	Саморегуляция	Почти отсутствует, человек должен выполнять регуляторную функцию, дополнительно затрачивая вещество и энергию
Пищевые цепи	В виде многозвенных биоценологических коннексов ²	В значительной степени случайные, обычно короткие

Главная отличительная черта антропогенных урбоэкосистем состоит в том, что доминирующий экологический фактор в них представлен сообществом людей и продуктами его производственной и общественной деятельности. Скорости природных процессов много меньше скоростей антропогенных процессов, поэтому антропогенные процессы в данной модели являются активаторами, а природные – ингибиторами общесистемных процессов.

Городская среда включает в себя природные и искусственные компоненты, а также людей, их социальные группы, и подразделяется на физическую (абиотическую), биотическую, искусственную техногенную, искусственную духовно-культурную и социально-психологическую среду. Таким образом, город является комплексной системой, в состав которой входит:

- урбоэкосистема, т. е. видоизмененная под воздействием хозяйственной и иной деятельности человека природная экосистема городской территории;
- социальная подсистема, т. е. функционально дифференцированная совокупность людей, или *социосфера* города;
- хозяйственно-промышленный комплекс, или *техносфера* города.

По оценкам экспертов Всемирной организации здравоохранения, городской житель проводит в помещениях почти 80 % своего времени. По данным ученых, сравнивавших воздух в квартирах с загрязненным городским воздухом, оказалось, что воздух в комнатах в 4 – 6 раз грязнее наружного. Поэтому при рассмотрении антропогенных экосистем важное место занимает непосредственно жилище человека. Оцениваются только те загрязняющие факторы, уровень которых может регулироваться системой вентиляции или выбором строительных материалов и конструкций. Жилая среда включает целый ряд факторов риска: физические, химические, биологические, архитектурные, планировочные и другие.

При оценке экологической безопасности среды обитания человека большое внимание уделяется биологическому загрязнению. Под ним понимают привнесение в экосистемы в результате антропогенного воздействия не характерных для них видов живых организмов (бактерий, вирусов и др.), ухудшающих условия существования естественных биотических сообществ или негативно влияющих на здоровье человека. Находящиеся в воздухе микроскопические живые организмы (например, вирусы, споры гри-

¹ Сукцессия – последовательная закономерная смена одних видов представителей биологического сообщества другими.

² Коннексы – группы организмов, включающие в себя продуцентов, консументов и редуцентов.

бов и клетки бактерий) обнаруживаются во всех помещениях. Эти организмы присутствуют в воздухе как отдельно в виде мелких частиц (споры плесени обычно 2 – 8 мкм, бактерии

обычно 0,5 – 1,5 мкм), так и в виде агрегатов различного размера, а также в форме микробиологических и микологических включений в другие частицы.

Изучение мест общего пользования в многоквартирных домах

Главную опасность сегодня представляют не аварийные выбросы, а повсеместное «ползучее» загрязнение, в условиях которого проживает большая часть (85 %) городского населения России. Это загрязнение связано с повседневной деятельностью людей и является её следствием. Основной вклад в него вносят промышленные предприятия, однако не менее важно влияние частных случаев загрязнения, связанных с действиями отдельных людей и непосредственной средой обитания человека. Ползучее загрязнение способно к самостоятельному распространению, начало которому даёт человеческая деятельность.

Если экология жилища достаточно хорошо изучена, то особенности экологии мест общего пользования в многоквартирных домах изучены крайне слабо. Известно только одно исследование, выполненное специалистами Национальной лаборатории Каунаса по надзору за общественным здоровьем. Микробиологические и паразитологические пробы были взяты с дверей подъездов и квартир многоквартирных домов в Каунасе, ручек, радиаторов, перил, подоконников, лестниц. В некоторых подъездах многоквартирных домов, где не проводилась уборка, микробиологи обнаружили вредных для здоровья человека сульфитредуцирующих кластридий, энтеробактерий, плесневых грибов и даже гельминтов.

Модельные эксперименты по выживанию бактерий в разных природных субстратах в зависимости от популяционной плотности бактерий и колебаний температуры, описанные в диссертации А.А. Куприянова, показали, что при внедрении микроорганизмов в природные субстраты имеет место не ограни-

ченный акт существования конкретного микроорганизма в том конкретном местообитании, а скорее последовательная многоступенчатая интродукция с возможными отдаленными последствиями для экосистемы.

Результаты этих двух исследований показывают, что «ползучее» загрязнение является продуктом ежедневной деятельности каждого человека, когда он совершает простые бытовые действия: спускается по лестнице подъезда, пользуется лифтом, открывает дверь подъезда, выносит мусор в мусоропровод. Таким образом, человек в процессе своего естественного существования создает специфические локальные экосистемы, которые могут нести потенциальную угрозу его существованию.

Именно подобным системам было посвящено наше исследование.

Вначале мы взяли микробиологические смывы с наиболее часто находящихся в непосредственном контакте с человеком предметов из обстановки подъездов многоквартирных домов: ручек входных дверей закрытых тамбуров подъездов, центральных частей перил первых этажей, кнопок вызова лифта на первых этажах, ручек мусоропроводов на первых и последних этажах. Процедура проводилась в соответствии с адаптированными методическими указаниями по санитарно-бактериологическому контролю на предприятиях общественного питания и торговли пищевыми продуктами (МУ 2657-82). Для изучения было выделено 4 подъезда многоквартирных домов со схожими условиями, среди которых три подъезда оснащены функционирующими и использующимися мусоропроводами, тогда как в последнем мусоропровод не

функционировал, в нем отсутствовали вырезанные люки. Санитарная обработка подъездов в этих домах производилась в основном своевременно, в соответствии с нормативами, за исключением прочистки и дезинфекции внутренней поверхности

мусоропроводов. При взятии смывов использовались трафареты со сторонами 3×10, время доставки смывов в лабораторию не превышало двух часов. В общей сложности взято 18 микробиологических смывов (табл. 2).

Таблица 2. Нумерация пробирок при взятии смывов 27.11.2019 г.

Адрес (номер дома/подъезда)	Показатели	Ручка двери подъезда	Перила на 1 этаже	Кнопка вызова лифта на 1 этаже	Ручка мусоропровода на 1 этаже	Ручка мусоропровода на последнем этаже
г. Омск, ул. 33 Северная, д. 122, подъезд 3 (9-этажный жилой дом с действующим мусоропроводом, год постройки 1991)	Номер пробирки	1	2	3	4	5
	Колониеобразующие единицы	4 КОЕ/мл	19 КОЕ/мл	26 КОЕ/мл	116 КОЕ/мл	47 КОЕ/мл
	Колонии	-	-	3	2, 3, 5, 6	4, 5, s
г. Омск, ул. 33 Северная, д. 122, подъезд 5 (9-этажный жилой дом с действующим мусоропроводом, год постройки 1991)	Номер пробирки	6	7	8	9	10
	Колониеобразующие единицы	2 КОЕ/мл	4 КОЕ/мл	7 КОЕ/мл	127 КОЕ/мл	54 КОЕ/мл
	Колонии	-	-	-	6	1, 3, 5
г. Омск, ул. Багратиона, д. 17А, подъезд 1 (9-этажный жилой дом с действующим мусоропроводом, год постройки 1997)	Номер пробирки	11	12	13	14	15
	Колониеобразующие единицы	3	38 КОЕ/мл	248 КОЕ/мл	635 КОЕ/мл	131 КОЕ/мл
	Колонии	-	4	-	1, 3	1, 3
г. Омск, ул. Багратиона, д. 94, подъезд 3 (8-этажный жилой дом, мусоропровода нет, год постройки 1998)	Номер пробирки	16	17	18		
	Колониеобразующие единицы	2 КОЕ/мл	7 КОЕ/мл	43 КОЕ/мл		
	Колонии	-	-	-		

Примечания: Показатель, обозначенный в таблице как «колонии», показывает, колонии каких предполагаемых микроорганизмов обнаружены при рассмотрении посевов смывов из определенных пробирок. Предполагаемые представители колоний: 1, 5, 6 – различные виды бацилл; 2 – бактерии палочковидные без спор; 3 – шаровидные + гроздевидные (тетракокки и монококки); 4 – стафилококки.

Затем производили посев полученных смывов в чашки Петри с мясопептонным агаром – основной питательной средой, служащей для культивирования большинства микроорганизмов (рис. 1). Посев проводился с соблюдением правил асептики. Материал переносили из пробирок, использованных для взятия смывов, захватывая его и равномерно распространяя по всей поверхности питательной среды зигзагообразными движениями. После завершения посева мясопептонный агар помещали в термостат на 48 часов для дальнейшего культивирования микроорганизмов.

После этого производили подсчет колониеобразующих единиц (стандартного показателя, который указывает число бактерий, образующих колонии в 1 мл среды, иными словами, характеризует количество обособленно сформировавшихся колоний) в чашках Петри и сравнение полученных числовых значе-

ний. Из 18 чашек Петри достаточное для исследований количество колоний образовалось в 16 (89 %). Далее выявляли отношение микроорганизмов к окраске по Граму, что было необходимо для выбора используемых при окрашивании методов и красителей (грамположительные бактерии при использовании окраски микроорганизмов по методу Грама оказываются прочно окрашенными, тогда как грамотрицательные обесцвечиваются). Для этого проводили взаимодействие культуры микроорганизма с 3 % раствором КОН (грамотрицательные организмы при взаимодействии с раствором щелочи выделяют вязкую субстанцию, тогда как грамположительные не проявляют своего наличия). Выделено шесть видов обособленно сформировавшихся колоний. Все микроорганизмы, представленные в колониях, являются грамположительными.

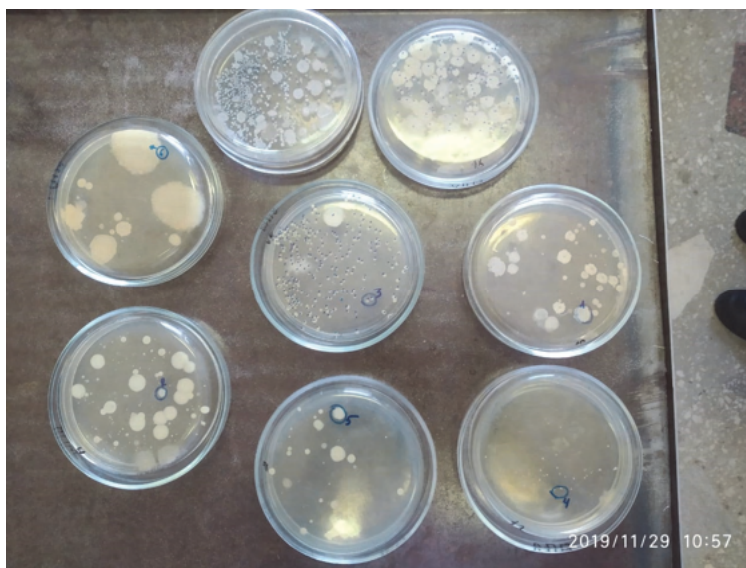


Рис. 1. Колонии микроорганизмов на мясо-пептонном агаре

Кроме того, выявляли одну из групп санитарно-показательных микроорганизмов – колиморфных бактерий. Материал из чашек Петри с мясопептонным агаром переносили в среду Кесслера с помощью специально заготовленных ватных палочек, смоченных в стерильном физрастворе. Перенос осуществлялся путем зигзагообразного ведения ватной палочки по поверхности мясопептонного агара, содержащего колонии микроорганизмов, и дальнейшего её опускания в пробирку с подготовленной средой Кесслера.

Данная среда используется используется для выявления в образце колиморфных бактерий (бактерий группы кишечной палочки). Это достигается с помощью присутствия в питательной среде желчи, подавляющей сопутствующие непатогенные микроорганизмы, и кристаллического фиолетового – органического соединения, угнетающего грамм-поло-

жительные бактерии. Наличие лактозы в качестве единственно доступного источника углерода приводит к подавлению бактерий, не способных её ферментировать. Применение стеклянного «поплавка» позволяет наглядно выявить присутствие колиформ по выделению газа, при этом «поплавок» всплывает на поверхность. В случае развития колиморфных бактерий в среде проявляется её помутнение и/или всплытие поплавка.

Для получения результатов микроорганизмы, пересеянные в среду Кесслера, были помещены в термостат на 48 часов. Зафиксировано помутнение и затемнение среды Кесслера в 15 % пробирок (№№ 4, 6, 9 и 14.2), а также всплытие стеклянного поплавка в пробирке № 4 (рис. 2). Эти данные свидетельствуют о возможном наличии колиморфных микроорганизмов. Рис. 3 демонстрирует цвет и прозрачность среды Кесслера до её помутнения.

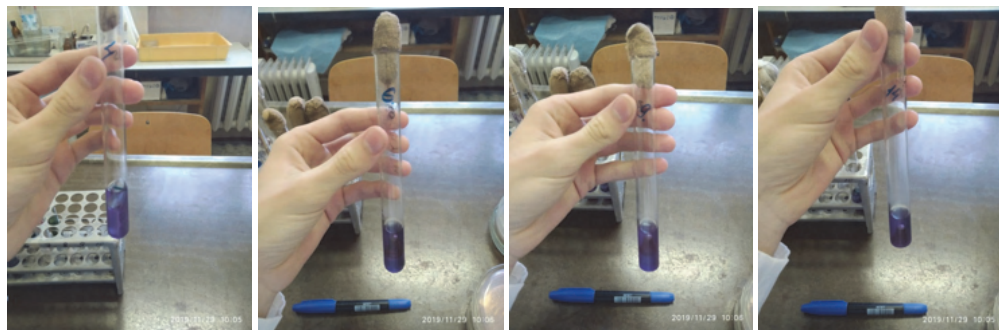


Рис. 2. Показательные изменения в пробирках со средой Кесслера (слева направо – пробирки №№ 4, 6, 9 и 14.2)



Рис. 3. Вид среды до пересеивания микроорганизмов

Для дальнейшей идентификации микроорганизмов производили, пересев из подозрительных пробирок со средой Кесслера (показавших помутнение среды и/или газообразование) на дифференциально-диагностические среды Олькеницкого и цитрат Симмонса с соблюдением правил асептики. Среда Олькеницкого включает в свой состав лактозу, сахарозу, глюкозу, мочевины, являющиеся ключевыми источниками питания микроорганизмов в среде, и ряд «индикаторных» составляющих, главной из которых является «феноловый красный», реагирующий на изменения pH среды в результате жизнедеятельности посеянных организмов (pH < 6,8 – желтый цвет, pH > 8,4 – красный цвет). Она позволяет выявить пять биохимических показателей: это способность микроорганизмов к ферментации глюкозы, при протекании которой «столбик» среды окрашивается в желтый цвет; ферментации сахарозы и (или) лактозы, по мере которой «косяк» окрашивается в желтый цвет (рис. 4); к образованию микроорганизмами сероводорода, в результате которого происходит почернение среды; к ферментации мочевины (среда приобретает малиновую окраску); к образованию газа, проявляющегося внешне в виде пузырьков и (или) разрывов в толще агара.

Цитрат Симмонса служит для идентификации микроорганизмов по способности к утилизации цитрата как единственно доступного источника углерода; при наличии микроорганизмов, потребляющих цитрат, происходит подщелачивание среды, в результате чего индикатор бромтимоловый синий становится темно-синим, и среда изменяет свой цвет, из зеленого (рис. 5) частично становясь голубой или темно-синей. В одной из пробирок (№ 9) на основании наблюдения визуальных эффектов, проявляющихся в изменении цвета среды Олькеницкого и цитрата Симмонса, обнаружены бактерии из рода цитробактер. Все остальные образцы не содержат энтеробактерий, исходя из их

биохимических свойств, связанных с возможностью ферментации различных составляющих дифференциально-диагностических сред и выделением/невыделением определенных продуктов жизнедеятельности (в частности сероводорода), упомянутых ранее.

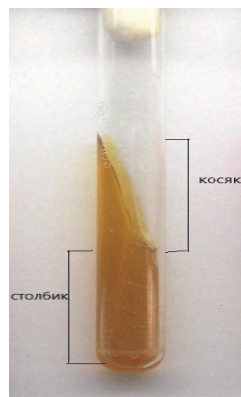


Рис. 4. Вид Среды Олькеницкого до пересевания микроорганизмов



Рис. 5. Вид цитрата Симмонса до пересевания микроорганизмов

Вследствие наличия в чашке Петри под номером 14 двух колоний (рис. 6) было произведено их разграничение и дополнительный пересев в среду Кесслера, среду Олькеницкого, в цитрат Симмонса

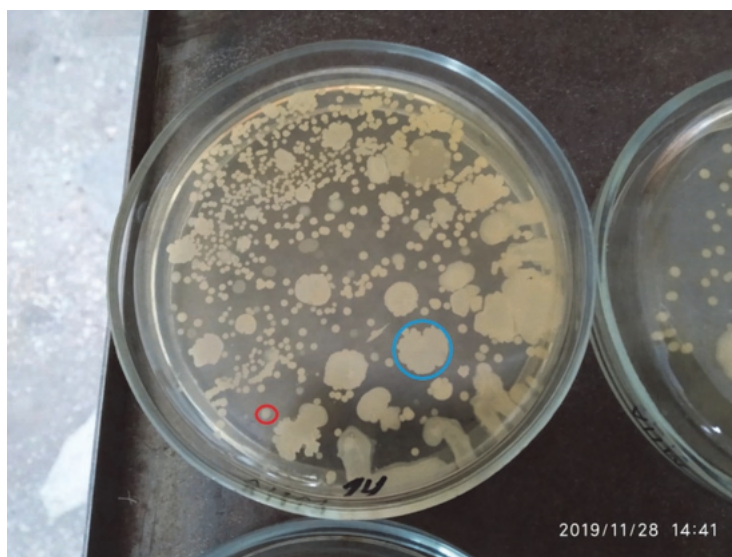


Рис. 6. Чашка Петри № 14, кругами помечены два отличающихся друг от друга типа колоний

Далее провели микроскопическое исследование микроорганизмов с помощью светового микроскопа «Levenhuk 720В», сопровождающееся их съемкой с целью получения материалов для итоговой классификации (рис. 7 – 10). Для приготовления мазка-препарата исследуемую культуру микроорганизма растирали в капле стерильного физиологического раствора

на обезжиренном предметном стекле. Мазок высушивали при комнатной температуре и фиксировали термическим методом (в пламени спиртовки). Окрашивание мазка проводили простым способом, используя краситель генцианвиолет, применение данного способа стало возможно благодаря тому, что рассматриваемые микроорганизмы являются грамположительными

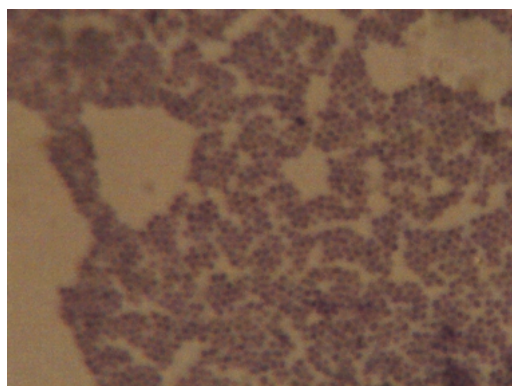


Рис. 7. Микроорганизмы – представители колонии № 3

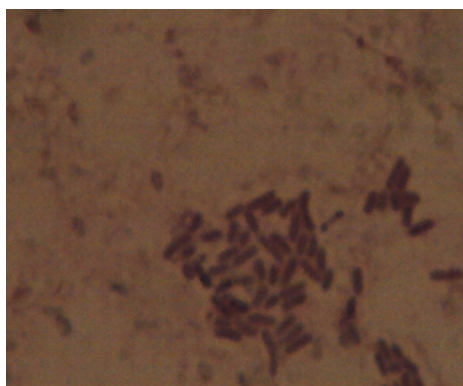


Рис. 8. Микроорганизмы – представители колонии № 1

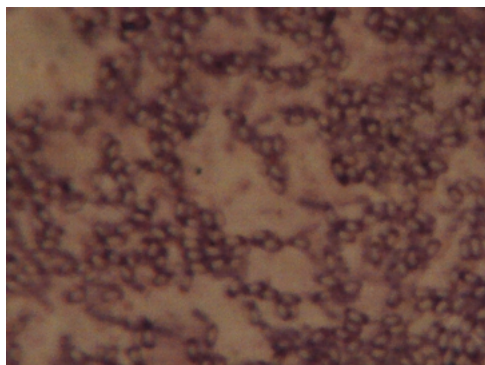


Рис. 9. Микроорганизмы – представители колонии № 5

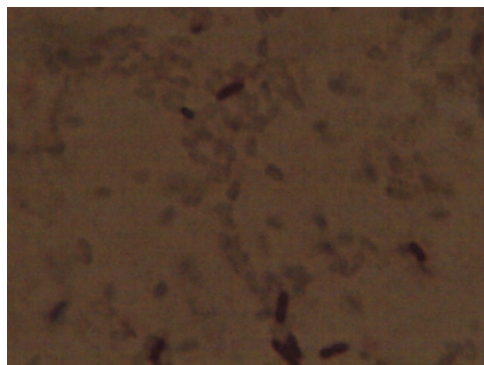


Рис. 10. Микроорганизмы – представители колонии № 6

Установлено наличие микроорганизмов, возможно, патогенных, представленных палочковидными, споровыми, кокками и палочковидными спорообразующими в 4 колониях из 6, что составляет 66,7 %

Наибольшее число колониеобразующих единиц на мл наблюдается на ручках мусоропроводов на первом этаже, далее происходит уменьшение числа КОЕ/мл в следующем порядке: ручки мусоропроводов последних этажей, кнопки вызова лифтов на первых этажах, поверхностях перил на первых этажах, ручках дверей подъездов (см. табл. 2). Наибольшую экологическую угрозу представляют колонии патогенных микроорганизмов, представленных палочковидными, споровыми, кокками и палочковидными спорообразующими, находящиеся на ручках мусоропроводов.

Итак, по завершении нашего исследования антропогенных систем подъездов многоквартирных домов выделено шесть видов обособленно сформировавшихся колоний грамположительных микроорганизмов. Установлено наличие условно патогенных микроорганизмов, представленных палочковидными, споровыми, кокками и палочковидными спорообразующими, которые представляют экологическую опасность. Присутствие в экосистеме бактерий из рода цитробактер и колиформных микроорганизмов усиливает факторы риска. Экологическая опасность антропогенных систем подъездов многоквартирных домов в значительной степени обусловлена поведением людей и недостаточным уровнем гигиенических процедур.

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Калейдоскоп

Титан

Ты хочешь себе друга с эпичным именем из греческой мифологии?

Ты хочешь стать настоящим киборгом с металлическими костями (которые к тому же не выплунутся организмом из-за несовместимости), или вашей бабуле нужны самые крепкие зубы, чтобы грызть с подружками тыквенные семечки?

Ты хочешь на спор засунуть руку в царскую водку, но все еще не против держать в ней ручку?

Ты хочешь, чтобы твой новый брат встречался чаще, чем медь?

Ты хочешь построить свой собственный космический корабль, чтобы хвастаться перед девушками и друзьями?

Ты хочешь, чтобы твой брат был самым стойким парнем на любой стреле и не растекался от температуры в 1600 °C (а не как ты, от одной четверки по химии)?

Ты хочешь, чтобы хоть кто-то в твоей жизни горел ярким пламенем (помимо экрана телефона)?

Тогда твой выбор – ТИТАН!

Только сегодня, закажи его по телефону 8(800)***-**-*** и получи оксидную пленку в подарок.

Максим М.



Полевая практика



Корчагин Иван Владимирович
Кульбачная Мария Александровна
Белоус Максим Дмитриевич
Рожнова Дарья Александровна
Малышев Андрей Дмитриевич
Рыко Тимофей Сергеевич
Учащиеся 11 биологического класса
СУНЦ МГУ
Денискин Дмитрий Алексеевич
Выпускник 11 биологического класса
СУНЦ МГУ, студент РТУ МИРЭА,
ИТХТ им. Ломоносова

Винников Ренат Сергеевич

Выпускник 11 биологического класса СУНЦ МГУ, студент факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ

Галоян Эдуард Арташесович

Ассистент кафедры биологии СУНЦ МГУ, научный сотрудник Зоологического музея МГУ

Чергинцев Денис Александрович

Ассистент кафедры биологии СУНЦ МГУ, студент биологического факультета МГУ, ведущий специалист Научно-исследовательского института физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского

Дервянко Василий Валерьевич

Лаборант кафедры биологии СУНЦ МГУ

Практика учащихся биокласса СУНЦ МГУ в Узбекистане 21.02.2020 – 29.02.2020. Часть 2. Природа гор Узбекистана

Публикуем продолжение рассказа учащихся биологического класса о своей летней практике.

Флора

Растительный мир гор мы наблюдали в едва просыпающемся состоянии: лишь немногие растения начинают цвести в конце февраля. В садах кишлака мы обнаружили безвременник Кессельринга (*Colchicum kesselringii*) – ядовитое (из-за

содержания алкалоидов колхицина и колхамина) растение с красивыми белыми цветками. Примечательно, что, как правило, в нашей полосе безвременники цветут осенью. Там же росли яруточка пронзеннолистная (*Microthlaspi perfolia-*

tum) и молочай-солнцегляд (*Euphorbia helioscopia*). Среди деревьев в саду встречались грецкие орехи (*Juglans regia*), абрикосы (*Prunus Armeniaca*), яблони (*Malus*), шелковица белая (*Morus alba*), сушеными соплодиями которой нас угощали хозяева гостиницы, и цветущий миндаль бухарский (*Amygdalus bucharica*),

эндемик центральной Азии, помимо которого в горах встречается еще и колючейший миндаль (*A. spinosissima*). Во время нашего пребывания он еще только готовился к цветению. Там же пристроился самый, наверное, «узбекский» представитель флоры – шиповник самаркандский (*Rosa maracandica*).



Morus alba (фото Д. Чергинцева)



Amygdalus bucharica (фото Д. Чергинцева)

У подножия хребта росла полынь согдийская (*Artemisia sogdiana*). Между камнями, в трещинах притаились ложнодвуцветковые тюльпаны (*Tulipa bifloriformis*), коровяки (*Verbascum sp.*),

эремусы (*Eremurus sp.*), эрантис длинноножковый (*Eranthis longistipitata*), мерендера крупная (*Merendera robusta*), довольно похожая на уже упоминавшийся безвременник, что и неуди-

вительно, ведь они оба относятся к роду безвременников. Эчеверии или, как их называют в народе, каменные розы и ложноочитки длиннозубчатые (*Pseudosedum longidentatum*), относящиеся к семейству Толстянковых (*Crassulaceae*),

растут там же. Растение под названием котовник Ольги (*Nepeta olgae*) обладает примечательным свойством, давшим название роду. Его эфирные масла содержат вещества, имеющие опьяняющее действие на кошачьих.



Verbascum sp. (фото Д. Чергинцева)

В особенно сухих участках гор, на почти голых скалах, часто попадались прошлогодние засохшие побеги кузиний (*Cousinia sp.*), а также подушковидные растения – астрагалы (*Astragalus sp.*) и акантолимоны (*Acantholimon sp.*). В саях растет трава, которой питаются пасущиеся здесь овцы, козы, коровы и ослы.

Было интересно отметить, что многие из растений, которые были найдены нами, украшают коллекционные почтовые марки Узбекистана, например, безвременник Кессельринга, роза самаркандская, несколько видов кузиний и эремусов, тюльпан ложнодвуцветковый, миндаль, можжевельник и другие.



Astragalus sp. (фото Д. Чергинцева)

Фауна. Позвоночные животные

В фауне Узбекистана особое место занимают птицы. Их здесь насчитывается 579 видов. В первый же день нашего пребывания в Катасое мы встретили обыкновенных скворцов майн (*Acridotheres tristis*), знакомых нам по Самарканду. Позже, выйдя в горы, мы наблюдали полёт крупной хищной птицы – беркута (*Aquila chrysaetos*). На земле же мы встретили представителя одного из двух видов узбекистанских амфибий – жабу зелёную (*Bufotes pewzowi*).

На следующий день мы отправились дальше в горы. Из представителей авиафауны мы наблюдали кеклика (*Alectoris chukkar*) (такая же птица жила в клетке у хозяев нашего домика – как оказалось, птица крайне свободолюбивая), сороку, синицу большую (*Parus*

major), сойку саксаульную (*Podoces panderi*) и пару орлов бородачей (*Gypaetus barbatus*) – ещё один вид крупных хищных птиц, питающийся падалью. В этот же день мы забрались в пещеру, на входе в которую заметили геккона туркестанского тонкопалого (*Tenuidactylus fedtschenkoi*). Внутри пещеры было обнаружено огромное количество разнообразных останков млекопитающих. Самыми интересными находками стали челюсть барана, череп дикобраза, зубы коровы, челюсть шакала, копыто козла, челюсть волка. На входе в другую пещеру мы заметили мышь, рассмотреть которую детально не удалось, а в самой пещере нашлась летучая мышь – малый подковонос (*Rhinolophus hipposideros*).



Бородач с добычей (*Gypaetus barbatus*) (фото Э. Галояна)



Малый подковонос (*Rhinolophus hipposideros*) (фото Э. Галояна)



Туркестанский тонкопалый геккон (*Tenuidactylus fedtschenkoi*) (фото Э. Галояна)



Череп дикобраза в пещере (фото Э. Галояна)

Утренние экскурсии в садах кишлака позволили познакомиться с некоторыми новыми для нас птицами. Проснувшиеся в 7:30 наблюдали зябликов (*Fringilla coelebs*), группу особей дрозда-дерябы (*Turdus viscivorus*), дроздов чёрных (*Turdus merula*), славку (*Sylvia sp.*), майн обыкновенных, сорок, удода (*Upupa epops*), горлиц кольчатых (*Streptopelia decaocto*), синиц больших, воробья пустынного (*Passer simplex*). Позже мы направились к фотоловушке, на которую удалось заснять азиатского дикобраза

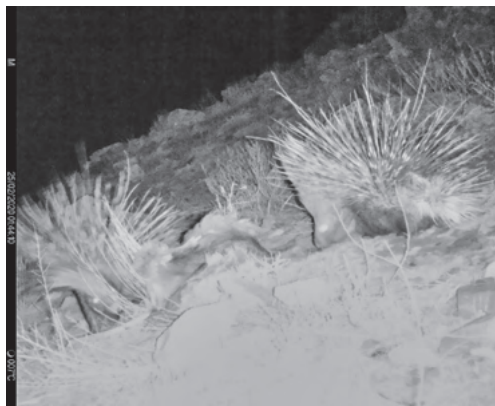


Фото азиатского дикобраза (*Hystrix cristata*), снятое на фотоловушку

В последний день нашего пребывания в кишлаке выпал снег. Было принято решение разделить на две группы. Одна из них поехала в село Андоген, где находился заповедник с баранами Северцова (*Ovis severtzovi*) – эндемиками Узбекистана, виду, близкому к уязвимому положению.

Фауна. Беспозвоночные животные

Конец февраля – это время, когда животные еще только выходят из состояния спячки после зимнего периода, а некоторые (особенно это касается самого многочисленного типа

(*Hystrix cristata*). Позже, уже в полном составе, мы отправились к жёлтой горе Квизард по саю, а затем прошли мимо родника и направились к карьере, где местные жители добывают золото. По пути из птиц нам встретились зяблики, кеклик, сойка саксаульная, поползень скальный большой (*Sitta tephronota*). Кроме того, мы обнаружили козу с новорожденным детёнышем, который, возможно, привлёк хищных птиц, паривших над ними: сипов белоголовых (*Gyps fulvus*) и бородачей.



Ovis severtzovi (фото М. Кульбачной)

В заповеднике нас встретили совсем молодые барашки. Другая часть группы пошла в горы за фотоловушками, и, хотя «фотоохота» не удалась, по пути были замечены новые виды птиц – горихвостка обыкновенная (*Phoenicurus phoenicurus*) и голубь скальный (*Columba rupestris*).

беспозвоночных – членистоногих) находятся в начале своего онтогенеза, так что большинство представителей еще пребывают в личиночной стадии в почве и в других недоступных местах,



в связи с чем их трудно обнаружить. Однако мы все же смогли наблюдать некоторое количество видов беспозвоночных животных.

Беспозвоночные – это довольно большая группа живых существ, они включают в себя множество типов, классов и отрядов, так что рассказ о них будет систематизирован согласно филогенетической принадлежности.

Тип плоские черви (Platyhelminthes).

Во время одной из вылазок в горы для снятия фотоловушек на млекопитающих мы обнаружили мертвого кеклика, который, вероятно, погиб от удара о скалу, о чем свидетельствовали повреждения. При снятии шкуры с птицы мы увидели паразитов – это были плоские черви из класса сосальщиков (Trematoda). Размер их был невелик: порядка 2 – 3 мм, однако их было достаточно много на печени птицы и сопутствующих органах и тканях.

Тип членистоногие (Arthropoda).

Класс паукообразные (Arachnida):

в горах нам то и дело попадались одиночные особи из семейства пауков-волков (Lycosidae), однако все встреченные нами экземпляры были небольшими нимфами, а не взрослыми особями.

Кроме собственно пауков, в окрестностях Катасоя на перьях мертвого кеклика был обнаружен один экземпляр иксодового клеща (отряд Ixodidae). В этот же отряд входят виды-переносчики клещевого энцефалита.

Класс насекомые (Insecta): насекомые – самый многочисленный класс животных, включает в себя более 30 отрядов, представители которых могут очень сильно отличаться друг от друга. В Узбекистане нами были обнаружены представители пяти из них.

Отряд жесткокрылые, или жуки (Coleoptera): первым и, пожалуй, одним из самых многочисленных гостей была божья коровка семиточечная (*Coccinella septempunctata*), семейство Coccinellidae. Божьи коровки в огромном количестве начали сопровождать нас еще в самом начале поездки, а позже мы встретили их

и на озере Айдаркуль, о котором читатель сможет узнать далее.

Семейство жужелиц (Carabidae) в наших сборах в данный период представлено плохо. Было обнаружено всего два экземпляра в окрестностях поселка, в основном – представители рода *Amara*.

Также недалеко от поселка были отмечены несколько мест локализации листоедов (семейство Chrysomelidae). Они встречались в большом количестве на горных кустарничках и травах.

Два жука, обнаруженные нами в пещере, представляли особый интерес. Предположительно, они относятся к семейству ложнослоников (Anthribidae) и обитают исключительно в пещерных экосистемах. Кроме того, среди находок оказалось несколько экземпляров жуков-стафилинов (семейство Staphylinidae). Их можно безошибочно отличить по укороченным надкрыльям и удлинённому брюшку, тергиты (т. е. верхние полукольца, сегменты) которого хорошо видны.

Также нам попались два экземпляра представителей семейства пластинчатых жуков (Scarabaeidae) из рода калоедов (*Onthophagus*): самец и самка. Как следует из названия, они питаются навозом, где развиваются личинки, и куда взрослые особи откладывают яйца. Имаго (т. е. взрослые особи) покидают кучку навоза и активно летают с целью спаривания и поиска новой кормушки для откладывания яиц.

Отряд перепончатокрылые (Hymenoptera) – это один из крупнейших отрядов насекомых. Именно к перепончатокрылым относятся почти все группы социальных насекомых – муравьи, пчелы, общественные осы, шмели и т. д.

В горах Нурагинского хребта был обнаружен высушенный экзоскелет пчелы-плотника (*Xylocopa valga*), редкого вида перепончатокрылых. Это довольно большое насекомое, длина тела пчелы составляет примерно 3,5 сантиметра. Тело пчелы черного цвета опушено черными волосками, крылья темные с сине-фиолетовым отливом. Гнездятся пчелы-плотники в древесине, что

отражает их название. Эти насекомые начинают гнездиться весной, когда молодые самки оплодотворяются самцами и отправляются на поиски мест для строительства гнезда. Выбирают они мягкие породы древесины, в приоритете оказываются слегка подгнившие участки или брошенные дупла и тоннели других насекомых. Самка выгрызает в древесине углубление диаметром примерно в один сантиметр, а затем начинает прокладку длинных тоннелей вдоль древесных волокон, которые порой могут достигать около полуметра в длину. Затем самка собирает пыльцу и складывает ее последовательно по тоннелю, откладывая на каждый комок пыльцы по яйцу и закупоривая отсеки таким образом, что в каждом отсеке находится по одному яйцу и запас корма для личинки, которая вылупится из яйца и проведет в таком отсеке зиму, ожидая весны для метаморфического превращения во взрослую пчелу и начала своей одиночной жизни.

Муравьи (семейство Formicidae) – общественные насекомые, распространены почти по всей планете (за исклю-

чением Антарктиды и некоторых островов), а их биомасса, по некоторым оценкам, составляет от 15 до 25 процентов биомассы всех наземных животных. В Узбекистане мы обнаружили, по предварительным данным, около 10 видов муравьев. Отметим самых интересных их представителей.

В первую очередь хочется сказать о Туркестанском древоточце (*Camponotus turkestanus*). Хотя все муравьи этого рода зовутся древоточцами, данный вид – исключение. Эти муравьи гнездятся в почве, их муравейники не имеют массивных построек, а сами муравьи ведут почвенный образ жизни и довольно редко выходят на поверхность. Нам попались крылатые особи (репродуктивные самки и самцы) в гнездах – это означает, что муравьи уже готовятся к брачному лёту, когда множество самок и самцов покидают свои гнезда для спаривания и поиска места для основания нового гнезда. В горах Нуратинского хребта мы также отметили активный лёт репродуктивных особей другого вида муравьев – муравьев-жнецов (*Messor sp.*).



Семья муравьев *Camponotus turkestanus* (фото В. Деревянко)

В следующей части мы расскажем о посещении озера Айдаркуль.



Эксперимент



Морозова Наталья Игоревна

Закончила химический факультет МГУ, кандидат химических наук, доцент СУНЦ МГУ. Основное занятие – преподавание химии 11-классникам, методическая работа, научная работа в области радиохимии и органического катализа, организация дистанционного обучения и очных мероприятий для школьников.

Кристаллы и кристаллизация

Выращивание кристаллов – научная забава, многие годы не утрачивающая популярность. Это неудивительно: кристаллы красивые, и затея беспримысленная – так или иначе, во многих случаях кристаллы появляются, даже если допустить на каком-то этапе ошибку. Есть множество прекрасных руководств, как печатных, так и электронных ресурсов, посвященных тому, как вырастить кристаллы. Но на чём основаны способы их получения? И что вообще такое – кристаллы?

Что такое кристалл?

В представлении обычного человека кристалл – это что-то большое, блестящее, с правильными гранями. И немножко волшебное. Не случайно художники, изображающие волшебников, часто одним из их аксессуаров выбирают «магический кристалл», который выглядит примерно так, как мы описали. Действительно, кристаллы часто поражают воображение. Самые большие кристаллы были найдены в пещере Найка, которая находится в Мексике. Некоторые из них в длину достигают 13 метров, а в ширину 1 метра. Это кристаллы селенита (разновидность гипса).



Иллюстрация к книге Ассоль «Куда и гномская корона»

(http://samlib.ru/img/a/anabel_dionikl/yfuytuk-1/f001.jpg)



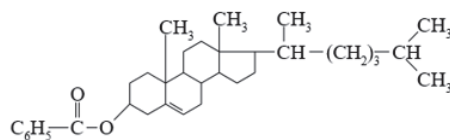
Пещера Найка (<http://www.planet-earth.ru/wp-content/uploads/2011/10/Naica1.jpg>)

Слово «кристалл» происходит из греческого языка, где оно означало просто «лёд». Определения кристаллов в различных источниках разнятся и часто громоздки, словно их авторы не могут решить, какие черты кристаллов являются основополагающими, а какие вторичны. Во многих случаях кристаллы определяют как твёрдые тела, в которых атомы расположены закономерным образом, образуя трёхмерно-периодическую пространственную укладку – кристаллическую решётку. В других – как твёрдые тела, которые имеют естественную внешнюю форму правильных симметричных многогранников, основанную на их внутренней структуре. Иногда объединяют эти определения, а порой ещё упоминают, что кристаллы анизотропны (т. е. обладают неодинаковыми свойствами в разных направлениях).

Что же главное в понятии «кристалл»?

Начнём с того, что кристаллы не обязательно твёрдые, они бывают и жидкими. Мало кто в наше время не сталкивался с жидкокристаллическими экранами. **Жидкие кристаллы** обладают одновременно свойствами как жидкостей (текучесть), так и кристаллов (анизотропия). По виду это – жидкости, похожие на желе. Они состоят из вытянутых или дискообразных молекул, которые благодаря своей форме и межмолекулярным

взаимодействиям определённым образом ориентированы во всем объёме. Жидкокристаллическое состояние у таких веществ – промежуточное между твёрдым и обычным жидким. Его открыл в 1888 г. австрийский ботаник Ф. Рейнитцер. Он обратил внимание, что у кристаллов холестерилбензоата и холестерилацетата по две температуры плавления: одна отделяет твёрдый кристалл от жидкокристаллического состояния, вторая отвечает разрушению жидкого кристалла и его переходу в обычную малоупорядоченную жидкость.



Холестерилбензоат

Холестерилбензоат – представитель типа жидких кристаллов, который так и называют – холестерический. В холестерических кристаллах молекулы непрерывно скользят в направлении своих длинных осей, вращаясь вокруг них, но при этом сохраняют ориентацию: в одном слое их длинные оси направлены в одну сторону, а в соседних слоях – повернуты по отношению к первым под определённым углом. Получается, что слои образуют спирали, шаг которых может легко меняться под воздействием внешних факторов – например, температуры. Изменение шага спирали приводит к изменению цвета, поэтому холестерические кристаллы можно использовать как очень чувствительные термометры. Это лишь один пример, а за подробным рассказом о жидких кристаллах мы отсылаем к замечательной статье нашего автора М.М. Левицкого¹.

Выходит, кристаллы не всегда твёрдые. А с другой стороны, не всё твёрдое – кристаллы! Например, стекло – вовсе не кристалл, а **аморфное вещество**.

¹ Левицкий М.М. Таинственное «между»... // Потенциал. Химия. Биология. Медицина. 2015, № 7, с. 11 – 25.

Аморфные вещества не обладают периодичностью в структуре, не расщепляются с самопроизвольным образованием кристаллических граней, изотропны (не обнаруживают различных свойств в разных направлениях). Они не имеют определённой температуры плавления, а размягчаются постепенно. Именно поэтому аморфные вещества иногда можно рассматривать, как очень вязкие жидкости. В пользу такой точки зрения есть аргументы: так, если посмотреть внимательно на давно стоящее вертикально оконное стекло, можно заметить, что снизу его толщина больше, а сверху меньше – стекло очень медленно течет

вниз под действием силы тяжести. Но всё-таки, если бросить стекло на пол, оно не разольётся, а разобьётся, и потому мы считаем его твёрдым.

К аморфным веществам, кроме стёкол, принадлежат смолы, клеи и т.д.

Насколько важна внешняя форма? Увы, кристаллы не обязательно выглядят как симметричные многогранники. Кварц может быть представлен большим кристаллом, а может – крошечными невзрачными песчинками со стёршимися гранями. Размер твёрдого вещества ничего не говорит о его кристалличности. Большой и красиво обточенный кусок стекла аморфен, а мелкая крупинка соли – кристалл.



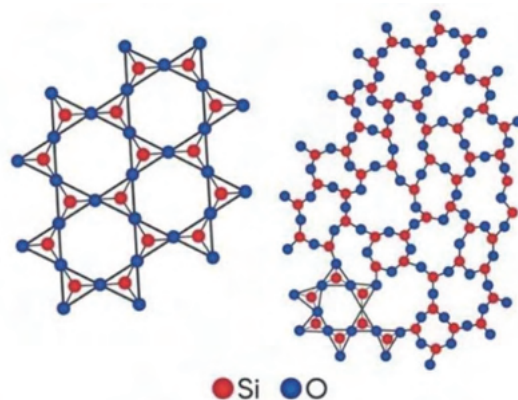
Прозрачный огранённый кварц и обычный пляжный песок – одно и то же вещество SiO_2

Отдельный однородный кристалл, имеющий непрерывную кристаллическую решётку и проявляющий анизотропию свойств, называется **монокристаллом**. В отличие от него, **поликристалл** – агрегат мелких кристаллов (из-за неправильной формы этой «мелочи» для неё используют отдельный термин – кристаллиты или кристаллические зёрна). Поликристаллами являются многие окружающие нас материалы – минералы, металлы, керамика... И опять размер не имеет значения. Монокристалл может быть маленьким, а поликристалл – большим.

Главное в кристалле – не агрегатное состояние, не размер и даже не форма, а упорядоченность. Кристаллы могут быть разные – твёрдые и жидкие, из атомов и ионов, но в их структуре обязательно прослеживается дальний порядок.

Дальний порядок – это такая упорядоченность во взаимном расположении атомов, ионов или молекул в веществе, которая (в отличие от ближнего порядка) повторяется на неограниченно больших расстояниях. Основные признаки дальнего порядка – симметрия и закономерность в расположении частиц, повторяющаяся на любом расстоянии от данного атома.

Ближний порядок – это упорядоченность во взаимном расположении атомов или молекул в веществе, которая (в отличие от дальнего порядка) повторяется лишь на расстояниях, соизмеримых с расстояниями между атомами. То есть ближний порядок – закономерность в расположении ближайших соседей. Ближним порядком обладают аморфные тела и жидкости.



Слева – схематично изображенная структура кристаллического кварца. Строгий порядок в расположении атомов повторяется во все стороны теоретически бесконечно (а практически – до границы кристалла). Справа – структура кварцевого стекла. Видны элементы ближнего порядка (в частности, атомы кремния обязательно соединены через атомы кислорода), но нет повторения закономерного расположения частиц на больших расстояниях

Особенности структуры кристалла хорошо передает понятие **кристаллической решётки**. Это геометрический образ сетки, узлы которой соотнесены с центрами атомов или молекул, входящих в кристалл, а «прутья» соединяют

их. Строго говоря, данная сетка существует лишь в воображении учёных, но между атомами и молекулами действуют реальные силы, связывающие их в кристалл, и потому образ оказался очень нагляден.

Откуда берутся кристаллы?

Структура кристалла «собирается» из неупорядоченного вещества благодаря тому, что кристалл является наиболее энергетически выгодной формой существования вещества. Этот процесс «самосборки» называется **кристаллизацией**.

Образование инея из влажного воздуха зимой или формирование снежинок – кристаллизация из газовой фазы. Еще один пример: для получения иода в

промышленности сырьё, содержащее иодиды, нагревают с окислителями, при этом образуются пары иода, которые конденсируются при охлаждении в тёмно-серые кристаллы. В лаборатории тоже любят проводить опыты по возгонке и конденсации иода, ведь фиолетовые пары иода красивы сами по себе, а кристаллы, вырастающие на холодной поверхности, ещё красивее.

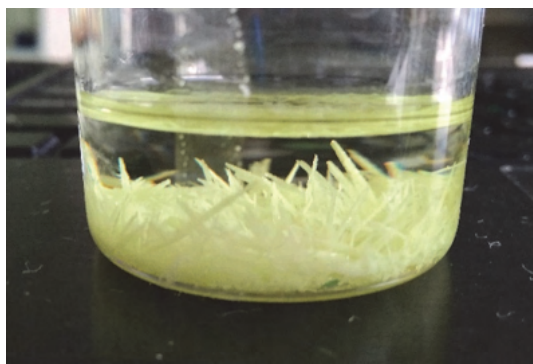


Пары иода в нагреваемом снизу стакане (слева) и кристаллы иода, сконденсировавшиеся на холодных стенках стакана (справа)



Монокристалл кремния в аппарате для выращивания
(<http://www.energyland.info/img/xin/3.jpg>)

Жидкая фаза может быть расплавом или раствором. Медленно вытягивая кристалл вверх от ограниченной поверхности большого объема расплава, растят



Иглы моноклинной серы, формирующиеся из расплава (слева) и из раствора (справа)

монокристаллы кремния. Начало кристаллизации инициируют введением в расплав затравочного кристалла. Кстати, получающаяся болванка монокристалла на кристалл в бытовом восприятии вообще не похожа: это огромный цилиндр с «пимпочкой» сверху, за которую его тянут. Почему цилиндр? Потому что свободная поверхность расплава круглая. Этот метод кристаллизации носит имя польского химика Яна Чохральского².

Из раствора углерода в расплавленных карбонатах щелочных металлов в специальных аппаратах БАРС³, при высоких температурах и давлениях, выращивают прозрачные кристаллы алмаза сантиметровых размеров.

Можно самим получить кристаллы из расплава. Сера плавится довольно легко, достаточно обычной газовой горелки или электроплитки. При аккуратном охлаждении расплава образуются игольчатые кристаллы моноклинной серы (её температура кристаллизации 119 °С). Моноклинная сера получается и из её горячего раствора в ксилоле (подходит также сероуглерод, но вряд ли вам захочется работать с настолько ядовитым и легко воспламеняющимся растворителем, как CS₂, даже если разрешат).

² Подробнее о методе Чохральского и производстве кремния можно прочитать в статье Морозова Н.И. Кремниевый мир. Элемент электроники. // Потенциал. Химия. Биология. Медицина. 2019, № 3 (73), с. 3 – 7.

³ Расшифровывается как Беспрессовая аппаратура высокого давления «Разрезная сфера».

Сталактиты и сталагмиты кристаллизуются из природных вод, богатых карбонатом кальция. А в трещинах горных пород из



растворов и расплавов (в условиях, которые вряд ли реально воспроизвести в лаборатории) растут прожилки и друзы минералов.



Друза кварца (слева) и прожилки малахита в пустой породе (справа)

А возможно ли получить кристаллы из твёрдой фазы? Случай, конечно, более экзотический, но ничего невероятного тут нет. Возьмём ту же самую моноклинную серу и охладим её ниже 95 °С. При этих условиях становится устойчивой совсем другая аллотропная модификация серы – привычная нам ромбическая. Кристаллы моноклинной серы разрушаются и перестраиваются в кристаллы ромбической серы. Конечно, это происходит не сразу: молекулы в кристаллической решётке гораздо менее подвижны, чем в жидкости и тем более в газе, и не торопятся покидать свои места. Но рано или поздно перекристаллизация произойдёт.

Сейчас речь шла о перекристаллизации – переходе одной кристаллической решетки в другую. Но мы помним, что твёрдое вещество бывает и не кристаллическим. Получение кристаллов из аморфного вещества – уже не перекристаллизация, а кристаллизация в чистом виде. Например, если оконное стекло – аморфный сплав силикатов – долго держать сильно нагретым (т.е. в состоянии, при котором его атомы достаточно подвижны), в нём начнут расти кристаллы силикатов натрия и кальция. К сожалению, при этом стекло теряет прозрачность.

Как происходит кристаллизация? Благодаря тепловому движению на определённом участке неупорядоченной фазы (раствора, расплава и т.п.) атомы, молекулы или ионы вещества могут оказаться одновременно на таких малых расстояниях друг от друга, что в силу взаимного притяжения сразу возникает группа правильно (с дальним порядком, характерным для той или иной кристаллической решётки) расположенных частиц. Если эта группа достаточно большая, то вероятность обратного разъединения её составных частей тепловым движением мала (при условии, что оно не слишком интенсивно, разумеется!). Иными словами, образуется зародыш, или **центр кристаллизации**. Поверхность этого зародыша – энергетически выгодное место для присоединения других частиц из неупорядоченной фазы. Совершая тепловое движение, частицы из неупорядоченной фазы ищут, где им будет «удобнее», и достраивают кристаллическую решётку.

Центр кристаллизации может быть внесён искусственно. Мелкий кристаллик, вносимый в неупорядоченную фазу, чтобы инициировать кристаллизацию, называют **затравкой** или затравочным кристаллом.

Рекомендуем проделать

1. Кристаллизация из газовой фазы.

А) Возьмите небольшой кусочек сухого горючего (уротропина). Но не поджигайте его, а поместите в пробирку или высокий стакан. Сверху прикройте пробирку ваткой (а стакан – часовым стеклом или доньшком круглодонной колбы. В колбу можно налить холодную воду, однако будьте аккуратны: дно снаружи должно быть совершенно сухим).

Осторожно нагрейте пробирку или стакан с сухим горючим снизу, стараясь не обогреть стенки сосуда. Вскоре на них (а также на часовом стекле или дне колбы, если вы их используете) появятся белые кристаллы.

Б) Повторите предыдущий опыт, взяв вместо уротропина несколько кристалликов иода. Работайте в вытяжном шкафу или на свежем воздухе!

В) Предыдущие опыты основаны на физических превращениях – возгонке вещества и его конденсации. А теперь получим кристаллы в результате химической реакции. Аммиак NH_3 при обычных условиях – газ, хлороводород HCl – тоже. Если поставить рядом их концентрированные растворы, молекулы газов, выходящие из растворов, будут встречаться в воздухе и реагировать:



Образуется хлорид аммония – твёрдое вещество. Вы сразу заметите его появление в виде белого дыма. Стоит закрыть растворы прозрачным колпаком или широким стаканом, чтобы дым не улетал, а постепенно оседал.



Образование NH_4Cl

Скорее всего, кристаллики получатся очень мелкие, как порошок. Но если взять менее летучую кислоту, чем HCl (например, HNO_3 или H_2SO_4), реакция замедлится. Так что придется подождать, но, возможно, у вас успеют вырасти кристаллики, различимые невооруженным глазом.

2. Кристаллизация из расплава.

А) Аккуратно расплавьте серу в фарфоровой чашечке или жестянке, стараясь обогреть сосуд равномерно и не допускать перегрева. В идеале вы должны получить подвижный жёлтый расплав. В реальности он будет, скорее всего, оранжевым, как на фото. Это нормально, главное – не продолжать нагревание до коричневого и чёрного цветов, а также случайно не поджечь серу: мы ведь хотим получить её кристаллы, а не окислить её до оксида SO_2 .



Расплав серы

При спокойном остывании серы на воздухе вы увидите, как в какой-то момент поверхность расплава покроется тонкой плёнкой кристаллов, и далее довольно быстро образуются желтые полупрозрачные иглы моноклинной серы.

Б) Поместите небольшой кусочек свинца, олова или цинка в тигель и нагрейте. Когда металл расплавится, вылейте расплав на асбест. (Действуем аккуратно, тигель следует держать тигельными щипцами).

Точно так же кристаллизация начинается с ограниченного участка поверхности

капли (на котором возникают характерные изломы, напоминающие кристаллические



Застывающая капля цинка. Видно распространение процесса кристаллизации из точки, лежащей примерно на половине радиуса вверх и чуть левее от центра капли

Часто происходит поверхностное окисление металла во время кристаллизации его расплава на воздухе.



Капля застывающего свинца (слева) и кусочки затвердевшего свинца (справа)

Однако свинец в этом отношении не идёт ни в какое сравнение с висмутом – металлом, который по красоте может конкурировать даже с золотом. Правда,

грани) и потом распространяется по всей поверхности и в объём.



Висмут. Хорошо видны как кристаллические грани, так и чарующая окраска «радужного окисления»

Особенно ярко это видно в случае свинца, приобретающего синие и фиолетовые оттенки.



только при условии, что кристаллизация протекает на воздухе.

В следующем номере мы подробно поговорим о кристаллизации из растворов.



Сквозь время



Сигеев Александр Сергеевич

*Кандидат химических наук,
старший научный сотрудник химического факультета
Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова, старший научный сотрудник
Института элементоорганических соединений
Российской академии наук (ИНЭОС РАН).*

Все, что нас не убивает, делает нас сильнее? Радий – от панацеи до убийцы

Отношение к химическим веществам часто изменяется со временем, когда мы узнаем о них все больше и больше. То, что считалось полезным и использовалось как панацея, переходит в разряд объектов в лучшем случае безвредных, а в худшем случае опасных. Обычно для такого изменения отношения нужны сотни лет, но герой этой статьи прошел путь от открытия и бездумного употребления до признания смертельно опасным всего за несколько десятков лет.

Но помни, что слеп человек,
никто своей доли не знает.
Бывает, что добрый совет
на гибель тебя обрекает.

Тол Мириам «Такет Нантакет»

В статьях, опубликованных в №№ 2 и 3 за 2019 год¹, речь шла о свинце – металле, который сопровождал человека на протяжении всей его истории. Герой этой статьи существенно моложе. Он и открыт был чуть больше ста лет назад, и в целом элемент молодой. Поскольку период полураспада самого долгоживущего

го изотопа радия ^{226}Ra составляет 1600 лет, то возраст всего радия, существующего на данный момент на Земле, не превышает нескольких десятков тысяч лет. Для элемента это не возраст, особенно по сравнению со свинцом, который дожил до нас от времени образования Земли и проживет до конца нашей

¹ а) Сигеев А.С. Все, что нас не убивает, делает нас сильнее? Свинец – незаметный яд и убийца разума. – Потенциал. Химия. Биология. Медицина, 2019, № 2, с. 66 – 80; б) Сигеев А.С. Все, что нас не убивает, делает нас сильнее? Клэр Паттерсон – человек, победивший свинец. – Потенциал. Химия. Биология. Медицина, 2019, № 3, с. 71 – 80.

Вселенной. Впрочем, у этих элементов есть много общего, куда больше, чем кажется на первый взгляд. Когда мы говорили¹⁶ о свинце и анализе времени существования Земли, то упоминали, что только один изотоп свинца существовал на Земле с начала времен, остальные – их называют радиогенными – образовались в ходе распада изотопов урана и тория. У радия все изотопы радиогенны и являются проме-

жуточными продуктами перехода от урана с торием к свинцу (рис. 1). И если для ^{235}U на радию дело долго не задерживается – образующийся в этой цепочке распада ^{223}Ra имеет период полураспада лишь в 11 с небольшим дней, то из ^{238}U образуется самый долгоживущий ^{226}Ra . Его можно при желании сконцентрировать и добыть, что и сделала в конце XIX века Мария Кюри вместе со своим мужем Пьером.

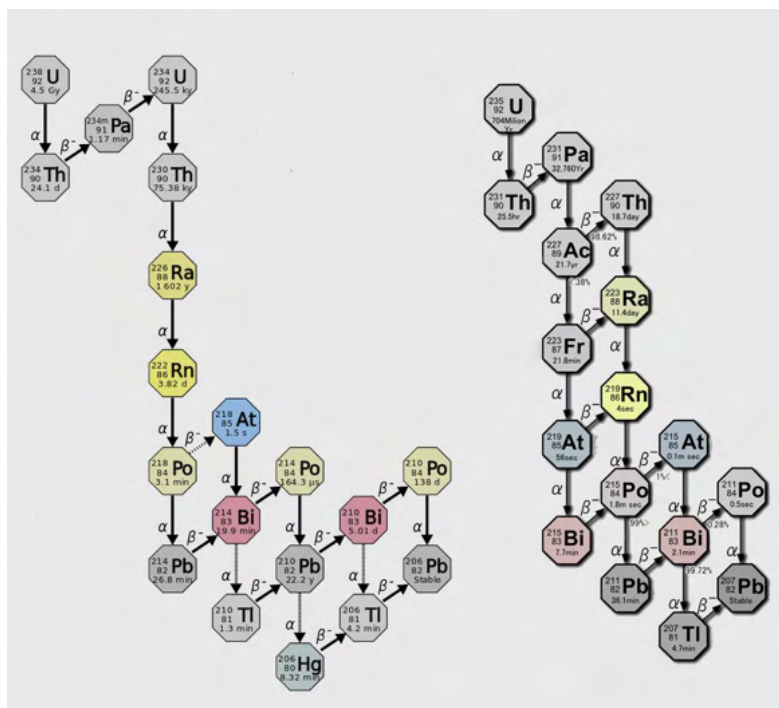


Рис. 1. Цепочки распада изотопов урана

Конец XIX – начало XX века были временем очередного бума поиска новых элементов. Ученые резвились с новой игрушкой – радиоактивностью, открывая сонмы новых элементов, готовясь вписать свое имя в анналы истории химии, а свежесоткрытый элемент – в новомодную периодическую систему. Последняя была сильно против, намекая первооткрывателям, что свободные места у нее, конечно, есть, но не сотня же, да и свежие «элементы» были до неприличия похожи, отличаясь только атомной массой. Конец этой вакханалии положил амери-

канский химик Фрэнк Содди в 1910 году, назвав все одинаковые «элементы» с разной массой изотопами и сложив их в соответствующие ячейки. В результате радикального сокращения новых элементов осталось всего пять – радий, радон, актиний, полоний и протактиний. Определенной иронией выглядел тот факт, что многие изотопы одного элемента получали самостоятельные имена, а изотопы разных элементов имели, наоборот, имена, отличающиеся лишь одной буквой. Так, ^{223}Ra носил имя «торий X», ^{228}Ra – «мезоторий I», а под названиями



«радий А – F» скрывались различные изотопы полония, висмута, свинца и таллия. В этой ситуации начинаешь с искренней теплотой думать о номенклатуре IUPAC – она, безусловно, сложна и занудна, но таких дурацких коллизий не допускает.

История открытия большинства элементов начинается с обнаружения какой-то аномалии в поведении известных объектов. В конце XIX века к методам поиска новых элементов прибавились исследование радиоактивных свойств образцов. В большинстве случаев это приводило лишь к обнаружению новых изотопов уже известных элементов, но Марии Кюри повезло. Вместе с Пьером они обнаружили, что при переработке минерала уранинита (рис. 2) возникает парадоксальная ситуация. Удельная радиоактивность² отходов после выделения урана не только не понижалась, как логично было бы ожидать, она становилась выше, чем у чистого урана. Мария Кюри предположила, что в отходах концентрируется неизвестный элемент с более высокой, чем у урана, активностью.



Рис. 2. Уранинит (UO_2), Топшем, округ Сагодохок, штат Мэн, США (<http://ruff.info/Uraninite>)

Действительно, такой элемент там был. Если точнее, то в уранините присутствовали все те четыре элемента из списка оставленных Содди, которые могли существовать в твердом состоянии – радий, актиний, полоний и протактиний. Радон, будучи инертным газом, в твердых остатках

не задерживался. Кюри обнаружили два из них: полоний и радий.

Приступая к поиску новых элементов супруги Кюри, как позже выяснилось, очень сильно недооценили масштаб работы. Радий примерно в 10^6 раз более радиоактивен, чем уран, так что даже примитивный малочувствительный радиометр позволял определить ничтожные количества радия. Сейчас мы знаем примерное содержание радия в иохимстальской урановой смолке – около 100 мг на тонну руды. И даже современными методами удастся выделить не больше 60 – 70 % от этого количества.



Рис. 3. Открытие радия. Газета Le Petit Parisien, выпуск 10 января 1904 года (<https://www.sciencehistory.org/distillation/s/marie-curie-marie-meloney-and-the-significance-of-a-gram-of-radium>)

Супругам Кюри пришлось переработать несколько тонн отходов от производства урана, чтобы сконцентрировать значимые количества радиоактивной фракции. В итоге оказалось, что при осаждении сульфата бария из радиоактивно-

² Удельное значение – значение величины, в данном случае радиоактивности, отнесенного к какому-то определенному количеству вещества – массе, объему, количеству (моль).

го раствора радиоактивность переходит в осадок. Это позволило сделать ряд выводов. Во-первых, радиоактивность связана с элементом, похожим по химическим свойствам на барий – у него тоже есть нерастворимый сульфат. Во-вторых, на то время не было известно радиоактивных щелочноземельных элементов, значит, это и есть искомый новый элемент. Он был назван радием (рис. 3) из-за своей высокой радиоактивности. Получение 1 грамма соли радия заняло 12 лет. Металлический радий (рис. 4) был выделен в 1910 году.



Рис. 4. Металлический радий
(<https://en.wikipedia.org/wiki/Radium>)

Асафетида! Ну, конечно! Излюбленный ингредиент доверенных шарлатанских снадобий, да и теперь попадает на полках, в аптеках и в чуланах тех, кто предпочитает лечить своих животных по собственному усмотрению.

Сам я в жизни ее не прописывал, но считалось, что она помогает лошадям от колик и собакам при расстройстве пищеварения. По моему твердому мнению, популярность асафетиды покоилась исключительно на убеждении, что столь вонючее средство не может не обладать магическими свойствами.

Джеймс Хэрриот. «И все они – создания природы»

– В 1957 году, – начала свой рассказ Селия, – фармацевтическая промышленность по-прежнему находилась на крайне низком уровне, почти в таком же состоянии, как в дни своего зарождения. А все началось, причем действительно не так давно, с продажи змеиного яда на сельских ярмарках, с чудодейственных снадобий плодородия и таблеток «против всех болезней» – от мигрени и до рака.

Артур Хейли. «Сильнодействующее лекарство»

Сейчас, спустя 100 лет после открытия радиоактивности, мы относимся к ней как к крайне опасному явлению. Действительно, знания об атомных событиях от Хиросимы с Нагасаки до Чернобыля с Фукусимой логично приводят к мысли, что от высоких доз радиации лучше держаться подальше. Но может ли радиоактивность быть безопасной или даже полезной в малых дозах? С подобным вопросом сталкивался Клэр Паттерсон, когда речь шла о свинце¹⁶. Ему удалось доказать, что свинец организмом человека не накапливается, а значит, биологически важным микроэлементом он не является. С радиоактивностью сложнее – она связана с целым набором элементов.

Сейчас ученые склоняются к тому, что пользы для здоровья от радиоактивного излучения нет и оно вредно в любых

дозах. Но это чисто академическое рассуждение, поскольку создать радиационно чистое окружение по аналогии со свинцом практически нереально. Во-первых, нас окружает радиоактивный фон от горных пород и космического излучения. Но от него можно избавиться с помощью многослойного экранирования – физики, исследующие нейтрино, имеют богатый опыт создания таких лабораторий. Во-вторых, и это гораздо более серьезное препятствие, человеческий организм радиоактивен сам по себе. Многие биогенные элементы имеют нестабильные изотопы: углерод, содержащий радиоактивный ^{14}C , калий – радиоактивный ^{40}K . Суммарная активность человеческого тела примерно эквивалентна активности 1 г ^{238}U . Избавиться от «внутренней» радиоактивности задача – практически



невозможная. Все живые существа имеют сходные уровни радиоактивности, а значит пища, которую организм, выбранный для эксперимента в радиационно чистом окружении, должен потреблять, может быть только синтетической. Полноценная синтетическая пища и сама по себе недешевое удовольствие, а очистка ее от радиоактивных изотопов приведет и вовсе к астрономической стоимости. И это мы еще не рассматривали воздух и воду, которые тоже содержат радиоактивные изотопы ^{14}C и ^3H . Воду и воздух очистить проще, но и нужны они в существенно больших количествах. Так что надеяться на проведение этого эксперимента в чистом виде не стоит.

Хотя проводились исследования по выращиванию ряда животных при пониженном радиационном фоне, в которых не было выявлено отклонений в состоянии здоровья по сравнению с теми, кто рос при обычном уровне фона. Так что жизненной необходимости в радиации для нас нет. Отсутствие положительного эффекта снижения фона тоже вполне объяснимо. Живые клетки существуют в условиях радиации миллиарды лет и создали механизмы для «ремонта» радиоактивных повреждений. Впрочем, эти механизмы эффективно справляются лишь с тем количеством проблем, которые создает обычный радиоактивный фон. Этот уровень радиации можно считать если не безвредным, то хотя бы относительно безопасным.

Сейчас радиоактивные источники широко применяются в промышленности и медицине, однако биологическое действие радиации столь серьезно, что практически невозможно представить себе ее бытовое использование. Но так было далеко не всегда.

В начале XX века вопросы безопасности лекарственных препаратов вообще не сильно волновали ни врачей, ни даже больных. Радиоактивность тогда была новомодной игрушкой, волшебной пилюлей от всех болезней. Отчасти это мнение было верным – больного действительно в конце концов переставали беспокоить все его болезни. Надо сказать, что арсенал

врача того времени выглядел весьма своеобразно. Различные лекарства из трупов типа порошка из сушеного пальца висельника, по счастью, уже остались в прошлом, но остальное с точки зрения современной медицины выглядело в лучшем случае очень сомнительно. Лекарства делились на две большие категории. В первую очередь это были всякие бесполезные, но экзотические снадобья типа змеиного масла, асафетиды и тому подобного, которые действовали исключительно психологически, за счет эффекта плацебо. Выглядели они зачастую весьма неприятно, чаще всего вкус и запах были под стать виду, и если человек не выздоравливал от ужаса перед мыслью, что ему сейчас придется **это** пить – то он и впрямь серьезно болен, и пора переходить ко второй группе препаратов. Они на самом деле работали, но зачастую были страшнее болезни, потому что туда входили лекарства на основе мышьяка, ртути, свинца, сурьмы. Настойки опия и конопли применялись как снотворное для младенцев и средство для облегчения прорезывания зубов.

Сейчас это выглядит жутковато, но надо иметь в виду, что медицина начала XX века была крайне далека от современной. Анестезия и дезинфекция вошли в медицинскую практику примерно в 1850-х годах, большинство современных классов лекарственных средств было открыто лишь в середине XX века, так что у врачей того времени нормальных лекарств было максимум несколько десятков на все случаи жизни. В то время даже идеи обязательного тестирования лекарств на их физиологическую активность не было. Хотя общие принципы фармакологии и были заложены в начале прошлого века, окончательно они были сформулированы лишь 50 – 60 лет спустя. В результате на одного врача приходился десяток ямарочных шарлатанов, продававших снадобья от всех болезней. Так что радиоактивные таблетки вполне вписались в концепцию медицины того времени.

Итак, радиоактивность и близкие к ней проникающие излучения – магия XX века. Первое чудо случилось

благодаря рентгеновскому излучению. Хотя оно напрямую не связано с процессами радиоактивного распада и имеет иной источник генерации, по своей природе оно близко гамма-излучению и имеет сходное с радиоактивностью по эффектам влияние на организм человека. С помощью рентгеновского излучения Вильгельм Конрад Рентген смог увидеть кости в живом человеке. Медики оценили это первыми. Посмотреть, что там

не в порядке внутри больного, не вскрывая его – очень ценная возможность. Особенно она пригодилась в свеженававшей Первой мировой войне. Мария Кюри оборудовала передвижными рентгеновскими установками несколько машин, и сама выезжала с ними на фронт. Рентгеновские установки позволяли увидеть пулю или осколок в теле человека. Эти машины быстро получили прозвище – кюрички (рис. 5).



Рис. 5. Развернутая рентгеновская установка на базе машины – кюричка
(<https://www.frmtr.com/tarih/6128007-daha-once-hic-gormediginiz-36-fotograf-ile-1-dunya-savasinin-teknolojisi.html>)

О вредном влиянии рентгеновского излучения тогда не задумывались, и после войны рентгеновские аппараты стали использовать в бытовых целях. Представьте – вы покупаете обувь ребенку (ну, или себе) и хотите посмотреть – по размеру ли она, не жмет ли где-то? Вы ставите ногу в специальный аппарат –

педоскоп (рис. 6), где под рентгеновскими лучами вы видите все кости и пустые пространства внутри ботинка. И можете понять, подходит обувь или нет. Такие штуки были популярны в 50-х годах, когда было установлено около 10 000 таких устройств. Запретили их в Европе лишь в конце 60-х.



Рис. 6. Педоскоп и сертификат, выдаваемый после примерки
(<https://uk.wikipedia.org/wiki/Педоскоп>)

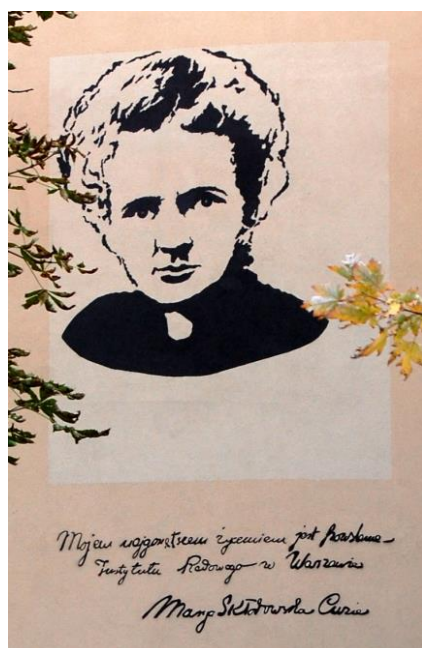


Рис. 7. Мурал на стене Центра Онкологии – института им. Марии Склодовской-Кюри в Варшаве
(https://pl.wikipedia.org/wiki/Centrum_Onkologii_-_Instytut_im._Marii_Skłodowskiej-Curie)

Но вернемся к радию. О специфических побочных эффектах радиоактивного излучения тогда не слишком задумывались; даже сама Мария Кюри некоторое время носила на цепочке ампулу с солью радия. С ампулы с хлоридом радия

и началась история адекватного использования этого элемента в медицине. Французский физик Антуан Анри Беккерель обнаружил, что эта ампула вызывает раздражение на коже и рассказал об этом Пьеру Кюри, который проверил этот эффект на себе, примотав бинтом ампулу к руке на десять часов. Ожог потом пришлось лечить несколько месяцев, но это подало Кюри идею лечения радиом онкологических заболеваний. Для этого Мария Кюри основала в Варшаве Институт Радия, в котором разрабатывались методы радиологического лечения разных заболеваний. Сейчас он носит имя Марии Кюри (рис. 7)

Но со стороны коммерческой фармакологии все было не столь радужно. Возник странный ассоциативный ряд: радий – луч – светится – светиться от здоровья (рис. 8). И радий стали употреблять – наружно и внутренне.



Рис. 8. Вариации на тему рекламы собачьего корма
(<https://cont.ws/@grand/820942>)

Главным спасением в этой ситуации было то, что радий невероятно дорог. Это элемент не то, чтобы сильно редкий, его в земной коре довольно много, всего примерно в 1000 раз меньше золота, но крайне рассеянный. Своих минералов у него нет в силу очень короткого по геологическим меркам времени жизни, а содержание в том, что можно считать его источниками, составляет упомянутые выше сотни миллиграммов на тонну. В результате за все время после его открытия было добыто всего около 1,5 кг радия в пересчете на металл. Это объясняется еще и тем, что радий не имеет практических применений и используется в основном в научных исследованиях.

В результате поисков источников радиации в окружающей среде выяснилось, что значительная часть природных минеральных вод обладает незначительной радиоактивностью. Отвечали за нее вещества, названные эманациями, в итоге собранные Содди под единым именем «радон». Но радон, как нормальный инертный газ, в воде не задерживался и быстро улетучивался. Поэтому следующей идеей было создать в воде постоянный источник радона. На эту роль прекрасно подходил радий, дающий при распаде радон (см. рис. 1), но радий был исключительно дорогим – даже после усовершенствования методов выделения в 1913 году 1 грамм радия стоил примерно в 10 000 раз дороже золота.

Впрочем, истинных борцов за здоровый образ жизни это не останавливало. Одним из, как сейчас бы сказали, евангелистов радиевой воды стал американский гольфист Эберн Макберни Байерс (рис. 9). В один прекрасный (ну, или не очень) момент своей жизни он упал с полки в поезде и повредил колено. Для ускорения заживления врач предписал пить ему радиевую воду (рис. 10). Один из наиболее известных в то время в США препаратов, каждый флакон которого содержал 2 мкг радия, назывался «Радитор». Название препарат получил из-за того, что в его состав радий входил в виде двух изотопов –

того, который, собственно, и носил имя радия (^{226}Ra), и мезотория (^{228}Ra).



Рис. 9. Эбен Макберни Байерс
(<https://images2.popmeh.ru/upload/default/65e/65e2a0e2ff02c93578b7fc03a42988c3.jpg>)



Рис. 10. Препараты радиевой воды для питья

Байерс подошел к лечению очень ответственно и стал пить до 8 бутылочек «Радитора» в день. Поскольку Байерс был не только гольфистом, но и сыном сталелитейного магната, то ему хватило средств на лечение примерно на два года, за которые по примерным оценкам он получил от двух до четырех летальных доз радия. Исключительно крепкого здоровья был мужчина. Радий человеческим организмом воспринимается как кальций и замещает его в костях, что крайне неблагоприятно влияет как на процесс



кроветворения, поскольку излучение радия убивает костный мозг, так и на сами кости. В результате кости просто разваливаются. Байерс потерял все зубы, часть челюсти и черепа рассыпались в труху, и в конечном итоге он, как вы догадываетесь, умер. В принципе, к тому времени общественность уже начала понимать, что с радием что-то не так, и в статье в «The Wall Street Journal», посвященной смерти Байерса, писали: «Вода с радием отлично работала, пока у него не отвалилась челюсть». Несколько цинично, но, в общем, возразить нечего.

Впрочем, изобретатель сего чудесного препарата доктор Уильям

Бейли зря времени не терял. «Радитор» был слишком дорог для обычного употребления, и поэтому он стал придумывать более дешевые способы обогащения воды радием, чтобы причинить благо не только состоятельным пациентам. Злые языки, правда, говорили, что он лишь зарабатывал деньги, но мы же им не поверим? Так что следующим шагом стали генераторы радиевой воды, в которых вода насыщалась целительным радием из специальной радийсодержащей керамики, нанесенной на внутреннюю поверхность сосуда (рис. 11) или куточка руды (рис. 12).



Рис. 11. Сосуды для обогащения воды радием и радоном
(<https://www.orau.org/ptp/collection/quackcures/quackcures.htm>)



Рис. 12. Внутреннее устройство активатора воды. В решетчатую капсулу помещался кусочек руды, содержащей радий (<https://www.orau.org/ptp/collection/quackcures/quackcures.htm>)

Эти сосуды были разного объема – индивидуальные, семейные, общественного пользования; на многих курортах можно было встретить такую радиевую воду. Для тех же, кому и это было не по карману, продавались керамические шайбы (рис. 13), на которых надо было настаивать воду в обычном стакане.

Другие страны не оставались в стороне от этой радиоактивной вакханалии. Отметился даже СССР. В конце 20-х годов XX века некоторые минеральные

воды в СССР в своей рекламе (рис. 14) использовали отсылку к радиоактивности. К счастью, это был, как сейчас бы сказали, лишь маркетинговый трюк. Радиоактивность этих минеральных вод не превышала фоновых значений. Впрочем, на курортах до сих пор используется такой метод лечения, как радоновые ванны – в них вода действительно содержит следовые количества радиоактивного газа радона.



Рис. 13. Керамическая шайба-активатор для получения радиевой воды (<https://www.orau.org/ptp/collection/quackcures/radiumwaterjarwtr.htm>)

СЛЕДИТЕ ЗА ЗДОРОВЬЕМ
ПЕЙТЕ НАТУРАЛЬНУЮ УГЛЕКИСЛУЮ ЩЕЛОЧНУЮ
РАДИОАКТИВНУЮ ВОДУ

„БОРЖОМ“

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАЙОННЫЙ БАЗИСНЫЙ СКЛАД
„БОРЖОМ“
ГЛАВКУРПРА СССР ГРУЗИИ
Заведующий М. В. Бебуришвили.

С 1-го апреля – 29 г. цены значительно снижены.
Продажа из склада оптом: 1-литровая бутылка 38 к. + 5 к. за посуду, 1/2-литровая бут. – 20 к. + 5 к. за посуду. В розницу, по всем магазинам, аптекам, кооперативным столовым и буфетам, 1-литровая бут. 44 к. + 5 к. за посуду, 1/2-литровая бут. – 23 к. + 5 к. за посуду. Ставки в 140 гр – 7 коп. во всех столовых, закусочных, киосках и ларьках г. Москвы. Заказы принимаются как по почте, телеграфу, телефону, так и по всем киоскам „Боржома“.

Почтовый адрес: Садовая-Славская, д. № 19, угол Орликова пер.
Телеграфный: Москва Боржом. Телефон 1-53-34, 1-33-58.

ИЖЕВСКИЙ ИСТОЧНИК

ЛУЧШАЯ
ЛЕЧЕБНАЯ ВОДА
И
НЕЗАМЕНИМЫЙ
ГИГИЕНИЧЕСКИЙ
НАПИТОК

РАДИОАКТИВНАЯ МИНЕРАЛЬНАЯ ВОДА

С ЗАКАЗАМИ ОБРАЩАТЬСЯ:

МОСКВА: 1) Планетный Гос. аптеч. Озд. ИЖЕВСКОЕ
г. Прохорово, д. 20-7. Тел. 0-72 и 1-13. 2) Склад
Гос. Аптеч. Озд. ИЖЕВСКОЕ в Прохорово на
дворе Кавказского Паладиума.

МОСКВА: 1) Котляры, Исаевы, Старожиловый пер. 15,
г. ПЕТРОВСКОЕ, Тел. 2-12-24. 2) Склад
угол Петровка и Петровский овраги, 18. Тел. 2-43-34.

ЛЕНИНГРАД: Склад у Коопер. Сбережений, 2. Телефон 34-64.

ХАРЬКОВ: Склад у Коопер. Улицы Кара-Либинская, 2. Телефон 10-54.

Рис. 14. Реклама радиоактивных минеральных вод СССР (<https://blogs.klerk.ru/users/historyfoto/post173855/>,
<https://twitter.com/leotrotskiydog/status/1249063066173673473>)



Надо сказать, что употребление внутрь – это самый опасный и надежный способ отравиться радием. Тут надо отметить, что у радия, как и у других радиоактивных элементов, существует два вида токсичности. Первый вид связан с его поведением в организме как химического элемента, его называют хемотоксичностью. Организм человека воспринимает тяжелые щелочноземельные металлы – стронций, барий и радий – как аналоги кальция. А поскольку кальций – важный макроэлемент и включен в очень многие процессы, протекающие в человеческом организме: построение костей, зубов, регуляцию мышечной деятельности, терморегуляторные функции и другие, – то замена кальция на элементы-аналоги нарушает правильный ход этих процессов, и как следствие, тот же барий для человека ядовит. Радий в принципе тоже должен быть ядовит, точнее, хемотоксичен, по аналогии с барием, но это не главная проблема. Гораздо большую опасность представляют радиоактивные свойства радия и связанная с ними радиотоксичность.

Радиоактивный распад ^{226}Ra сопровождается испусканием альфа-частицы. Это ядро атома гелия, тяжелая частица, которая поглощается окружающими тканями и разрушает их. Это одновременно и плюс, и минус радия. Плюс в том, что альфа-излучающие изотопы относительно безопасны, и достаточно нескольких миллиметров стекла, чтобы полностью защититься от них. Иначе говоря, в запаянной стеклянной ампуле соли радия могут нанести вред только при дли-

тельном – в течение нескольких часов – контакте. Минус же в том, что внутренние разрушения в организме от такого излучения наиболее серьезны, поскольку все излучение поглощается организмом. Будучи аналогом кальция, радий попадает во все жизненно важные органы и разрушает их. Радиотоксичность радия на несколько порядков превышает его предполагаемую хемотоксичность. Поэтому последнюю даже определить нельзя: задолго до достижения хоть каких-то проявлений хемотоксических эффектов организм будет убит радиацией.

Из-за дороговизны радия генераторы радиевой воды использовали природные источники радия, чаще всего урановую смолку, из которой супруги Кюри и выделили радий. Это не слишком удачная замена, поскольку этот минерал – руда урана, который имеет малую радиотоксичность, но весьма высокую хемотоксичность. Но, по крайней мере, радия там было очень мало, что переводило ситуацию в область хронического отравления, и надо было регулярно употреблять эту воду, чтобы получить серьезные последствия.

К сожалению, водой дело не ограничилось. На радиевой воде стали делать буквально все, что можно. Прежде всего, пищевые продукты. Различные фирмы выпускали шоколад, хлеб, конфеты (рис. 15). Радиевое молоко рекламировалось как «вечное» – по заявлению производителей, радий в молоке убивал все микробы и не давал ему скисать. Ну и, разумеется, был исключительно полезен для того, кто это молоко пьет.

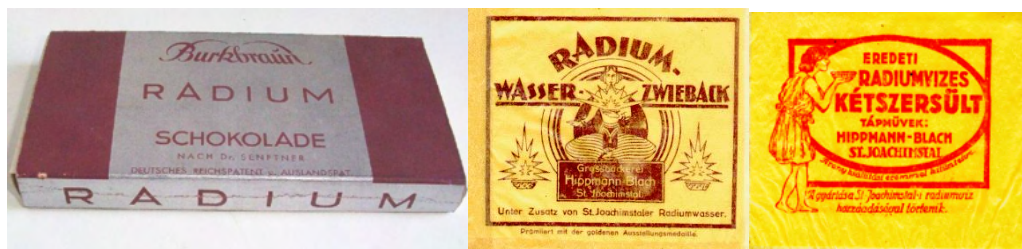


Рис. 15 Радиевый шоколад (Германия) и реклама радиевого хлеба (Германия и Венгрия)
(<https://www.orau.org/ptp/collection/quackcures/quackcures.htm>)

Радиевую воду добавляли в косметику (рис. 16), в гигиенические продукты – мыло, кремы для загара, для улучшения кожи. В 1934 году выпустили радиоактивный шампунь (рис. 17). Производитель заявлял, что это средство избавляет от седины, восстанавливая цвет волос и делая их «на 20 лет моложе».

В Германии появилась зубная паста с радием и торием (рис. 18), что привело к очень неожиданным последствиям. Не-

мецкие офицеры во время Второй мировой войны брали ее с собой на фронт, в результате в России, Беларуси и Украине на полях сражений при раскопках можно неожиданно наткнуться на радиоактивный подарок из прошлого. Производитель, к сожалению, подходил к продукту ответственно, и там действительно содержались такие количества радия и тория, которые представляют опасность для здоровья.



Рис. 16. Реклама Tho-Radia, серии косметики, содержащей радий и торий, и пудра из этой серии (<https://www.ora.u.org/ptp/collection/quackcures/quackcures.htm>)



Рис. 17. Реклама радиевого шампуня и пузырек из-под него (<http://mhill46-holdthefrontpage.blogspot.com/2012/04/segrave-and-world-speed-record.html>, <https://www.antique-bottles.net/showthread.php?202472-Caradium-cobalt-blue>)



Рис. 18. Радиоактивная зубная паста Дорамад и ее реклама
(<https://www.orau.org/ptp/collection/quackcures/quackcures.htm>)



Рис. 19. Реклама мороженого с ураном
(<https://teara.govt.nz/en/ephemera/4787/uranium-ice-cream>)

Последние пищевые продукты, содержащие, по заявлению производи-

телей, радиоактивные вещества, выпускались не так давно – в ноябре 1955 года новозеландская фирма заявила о выпуске мороженого, содержащего уран (рис. 19).

Глядя на множество радиоактивных бытовых продуктов первой половины XX века, невозможно отделаться от мысли, что человечество целенаправленно занималось самоуничтожением. На самом деле это не так, быстрый научный прогресс дал людям множество новых достижений, с которыми они увлеченно играли, не слишком задумываясь о безопасности. Но, возможно, когда мы узнали о проблемах, которые связаны с радиоактивностью, мы стали более осторожны? Об этом пойдет речь в следующей части.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Инструкция для читателя научных статей

Обсуждение результатов

«На этот счет существует единодушное мнение...» (Я знаю еще двух ребят, которые придерживаются того же мнения).

«Можно поспорить с тем, что...» (Я сам придумал это возражение, потому что на него у меня есть хороший ответ).

«Справедливо по порядку величины...» (Несправедливо...).

«Можно надеяться, что эта работа стимулирует дальнейший прогресс в рассматриваемой области...» (Эта работа ничего особенного собой не представляет, но то же самое можно сказать и обо всех остальных работах, написанных на эту жалкую тему).

«Наше исследование показало перспективность этого подхода...» (Ничего пока не получилось, но мы хотим, чтобы правительство отпустило нужные средства).

Благодарности

«Я благодарен А.А. Иванову за помощь в экспериментах и Б.Б. Петрову за ценное обсуждение». (Иванов получил все результаты, а Петров объяснил, что они значат).

1. По квитанции через Сбербанк

Электронная подписка

Стоимость любого номера в pdf-формате составляет 50 рублей

Вся информация на сайтах

edu-potential.ru

www.karand.ru

Реквизиты

000 «Азбука – 2000»
ИНН 7726276058/КПП 772601001
БИК 044525225
Расч. счёт – 40702810338330102512
Корр. счёт – 30101810400000000225
Московский банк ПАО «Сбербанк России»

2. В редакции журнала

115184, г. Москва, Климентовский пер., д. 1/1,
(м. «Третьяковская», «Новокузнецкая»), тел. (495) 787-24-95.

Теперь вы можете читать журнал
со своего планшета!

Где можно приобрести журнал?

1. В интернет-магазине Карандаш (www.karand.ru);

2. На сайте журнала (edu-potential.ru)



ЛЕТНЯЯ ОЛИМПИАДА СУНЦ МГУ

проводится для выпускников 8 классов в начале июня Центром дистанционного обучения СУНЦ МГУ.



Это целый комплекс образовательных и соревновательных мероприятий, включающий мастер-классы, тематические лекции, тренинги, экспериментальные и теоретические туры по 5 предметам (математика, физика, химия, биология, информатика). Каждый школьник участвует в Летней олимпиаде по всем пяти предметам. Участие в 2021 г. бесплатное.

Отбор на конкурсной основе осуществляется разными способами. Во-первых, приглашаются учащиеся, наиболее успешно выступившие в заключительном (заочном) туре Интернет-олимпиады СУНЦ МГУ (см. <https://internat.msu.ru/distantsionnoe-obuchenie/internet-olympiad/>). Во-вторых, отбор проводится на основании баллов, полученных учащимися в Заочной школе СУНЦ МГУ (<https://internat.msu.ru/distantsionnoe-obuchenie/zaochnaya-shkola-sunts-mgu/>) и на Дистанционных курсах СУНЦ МГУ (<https://internat.msu.ru/distantsionnoe-obuchenie/distance-courses/>).

Общую информацию и сведения о Летних олимпиадах прошлых лет можно посмотреть на <https://internat.msu.ru/distantsionnoe-obuchenie/summer-school-8/> и по ссылкам с этой страницы.

Вопросы можно задать:

- В разделе «обратная связь» Личного кабинета СУНЦ МГУ.
- По электронной почте cdo@internat.msu.ru.
- По телефону +7 (968) 616-29-32.

В следующем номере:

- ✦ На что способны бактерии? *Волобуева В.Ф., Кочетов И.И.*
- ✦ С точки зрения паука. *Имамеев Э.Р.*
- ✦ Химия на Интернет-олимпиаде СУНЦ МГУ 2019-20: третий тур. *Морозова Н.И., Загорский В.В.*
- ✦ Регенерация осадков, содержащих Ag^+ , Ba^{2+} , Pb^{2+} , в условиях школьной лаборатории. *Джигоева А.А., Фадейкина И.Н.*

ПРОГРАММА СПОНСОРСКОЙ ПОМОЩИ ЖУРНАЛУ «ПОТЕНЦИАЛ. ХИМИЯ. БИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА»

Журнал для старшеклассников и учителей «Потенциал. Химия. Биология. Медицина» выпускается на средства выпускников МГУ им. М.В. Ломоносова. В журнале действует Программа спонсорской помощи. Программа допускает поступление финансовой, материальной, информационной и иной помощи журналу. Координирует работу Программы Спонсорский совет, являющийся структурным подразделением журнала. Спонсорами могут быть физические или юридические лица. Спонсорская помощь осуществляется одноразово или на постоянной основе. В последнем случае спонсор входит в Спонсорский совет журнала. Имена спонсоров текущего номера журнала печатаются (при согласии спонсора) в этом же номере. По вопросам оказания спонсорской помощи обращаться в редакцию.

Тел. (495) 787-24-94, (495) 787-24-95

E-mail: potential@potential.org.ru

Наши спонсоры



АЗБУКА

Полиграфическая компания

Тел: (985) 768-25-48,

(495) 787-24-95

www.azbukaprint.ru



www.internat.msu.ru