12+

ISSN 2221-2353

Химия Биология Медицина
ПОТЕНЦИАЛ

Журнал для старшеклассников и учителей

Sapere Aude – Дерзай знать! Октябрь-Декабрь 2020 №4 (78)

Химия

Биология

Медицина

Олимпиады

Исследовательская деятельность

Полевая практика

Эксперимент

Хочу быть

Сквозь время

ПРОЕКТНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

– это уникальное соревнование для школьников 8-11 классов, в рамках которого участники получают возможность познакомиться с другой стороной химии, изучаемой в школе. Здесь задачи и расчеты – не цель, а лишь средство для практической реализации проекта на предложенную тему. Участникам олимпиады придется показать не только свои знания, но и умение работать руками, продемонстрировать знания техники химического эксперимента.

Олимпиада состоит из двух этапов. После успешного прохождения первого, отборочного этапа, на котором каждому участнику предложат решить ряд теоретических задач, относящихся к неорганической, физической и органической химии, вы попадете на второй, заключительный этап, который, в свою очередь состоит из проектного и практического тура.

В первом туре заключительного этапа главная цель каждого участника – найти оптимальные методы решения конкретной практической задачи и защитить свою работу перед членами жюри – студентами, аспирантами и преподавателями МГУ.

После защиты работ начинается самое сложное и интересное – практическая реализация: органический и неорганический синтез, анализ полученного продукта или реального объекта, а главное, незабываемый опыт работы в настоящей лаборатории, который получит каждый добравшийся до финала. Ну и конечно же, ценные призы от спонсоров Олимпиады, куда же без них.

Поэтому если вы, как и мы, любите химию с ее невероятно красочными экспериментами, тогда скорее регистрируйтесь по ссылке: https://chemolymp.ru/reg!

Больше фотографий на 3-й странице обложки.

Журнал для старшеклассников и учителей

Потенциал
Химия Биология Медицина

Октябрь-Декабрь № 4 (78) 2020

Содержание

Колонка редактора

2 На дальней дистанции. *Н.И. Морозова*

Химия

3 Ядерный магнитный резонанс или волшебная палочка для химиков. *А.Р. Лаптева*

Биология

8 Биологические методы борьбы с вредителями в различных экосистемах. *С.Ю. Курчашова, Т.В. Гасанова*

16 Биодеструкторы углеводородов. Эффективность и безопасность. *Л.А. Журавлева*

Медицина

25 В поиске лучшего места для занятий спортом. *Е.К. Смирнова*

Олимпиады

29 Интернет-олимпиада СУНЦ МГУ – 2020. Задачи по биологии второго тура. *С.М. Глаголев*

38 LXXVI Московская олимпиада школьников по химии (11 класс). *Л.В. Ромашов*

Исследовательская деятельность

47 Отложения и окаменелости пишут хронику Земли. *М.Д. Филатова*

Полевая практика

54 Практика учащихся биокласса СУНЦ МГУ в Узбекистане 21.02.2020 – 29.02.2020. Часть 1. *И.В. Корчагин, М.А. Кульбачная, М.Д. Белоус и др.*

Эксперимент

61 Содержание витамина С в плодах ягодных растений и кустарников Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа *Р.А. Виноградова, П.С. Новикова*

Хочу быть

68 Запутанная история: металлические нанонити в современной науке. *С.В. Сотничук*

Сквозь время

74 Научные путешествия. Ковчег учёных в горах Армении. *Ю.Д. Нечипоренко*

Издание охраняется Законом Российской Федерации об авторском праве.
Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного согласия редакции.

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 08.12.2020
Усл. печ. л. 5
Формат 70x100 1/16
Заказ № 379
Электронная версия.
ООО «Азбука-2000»
109544, г. Москва, ул. Рабочая, 84

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

ISSN 2221-2353

© «Потенциал. Химия. Биология. Медицина», 2011

Колонка редактора

Морозова Наталья Игоревна
Научный редактор журнала

На дальней дистанции

Год, прошедший под знаком «короны», приучил нас к общению на дальней дистанции. Семейные посиделки сменились беседами в скайпе, рабочие совещания – видеоконференциями. Не избежало «удалёнки» и образование, которое на некоторый период – в отдельных местах довольно долгий – стало дистанционным.

Можно сказать, что вирус атаковал человечество вовремя: в тот момент, когда оно оказалось к этому более-менее готово. Страшно подумать, что было бы, случись такая пандемия пусть даже не в Средние века с тогдашним уровнем медицины и гигиены, а хотя бы в прошлом веке. Медицина выступала уже вполне достойно, в начале века было организовано производство антибиотиков. Но что касается связи, для обычного человека самыми прогрессивными её воплощениями являлись телефон и телеграф. Причем телефон – один на квартиру, и это в лучшем случае, а до телеграфа требовалось специально идти или ехать. Удалённая работа или дистанционное обучение в этих обстоятельствах просто не могли реализоваться. Либо деловая жизнь остановилась бы или жутко замедлилась, до темпов работы почты, либо изоляцию пришлось бы принести в жертву сохранению деловой активности. И даже интернет, появившийся в конце века, не решил бы проблему: скорость его была невелика, объем электронной почты ограничен, да и массовой доступностью эта новинка не отличалась.

Сегодня интернет-технологии прошли большой путь. Множество мессенджеров позволяют мгновенно обменяться информацией в любом удобном формате. Платформы для вебинаров дают прекрасную возможность для чтения лекций. Обсуждения, опросы, совместное решение задач на общем экране довольно просто реализуются с помощью видеоконференций. Конечно, все эти средства полностью не заменят личное общение и такие элементы очного обучения, как, например, практикумы. Но, вероятно, мы будем пользоваться многими возможностями, открытыми во время пандемии, и после ее окончания. Так, оказалось удобно проводить конференции, совещания, симпозиумы в интернете: не нужно никуда ехать, тратить деньги на билеты и гостиницу. И на консультацию с преподавателем теперь не обязательно пилить во второй половине дня на другой конец города с двумя пересадками.

Химия

Лаптева Анна Романовна
Выпускница химического класса СУНЦ МГУ, студентка 1 курса химического факультета МГУ, участница международной конференции ESI MILSET 2019, в свободное от химии время участвует в литературных конкурсах и играет на фортепиано

Ядерный магнитный резонанс или волшебная палочка для химиков

Ядерный магнитный резонанс находит широкое применение как в науке в качестве мощного метода анализа структуры органических веществ, так и в медицине для обнаружения различных патологий. А что это такое, как работает, как развивается этот метод? Читайте в статье.

Как же иногда хочется чудес! Взмахнуть волшебной палочкой – и все свершится, появятся все необходимые данные, и все закономерности станут ясны – как устроен наш мир, почему он так устроен и что будет дальше? Сейчас известно уже немало методов анализа структуры соединений, хотя еще буквально век назад заглянуть внутрь вещества казалось задачей непосильной. Одними из тех, кто разрешил ее, стали Эдвард Миллс Персел и Феликс Блох – физики, получившие нобелевскую премию за открытие явления ЯМР.

Что же такое ЯМР? Это явление, обоснованное взаимодействием магнитного поля ядра какого-либо атома с внешним магнитным полем. Например, вы общаетесь, взаимодействуете с людьми, и их эмоции оказывают влияние на ваше собственное душевное состояние. Как же приятно находиться в гармонии с чьими-либо чувствами, быть с кем-то «на одной волне». Для ядерного магнитного резонанса это выражение стоит понимать в самом прямом смысле: ядро подстраивается под внешнее поле, поглощает электромагнитную энергию, которую приносят радиоволны. В момент, когда поглощение энергии, то есть «взаимопонимание» между ядром и внешним полем достигает максимума, наступает момент резкого возрастания «настроения» – амплитуды. Мгновение этого «искреннего

счастья», резонанса мы и можем увидеть на графике в виде пика (рис. 1).

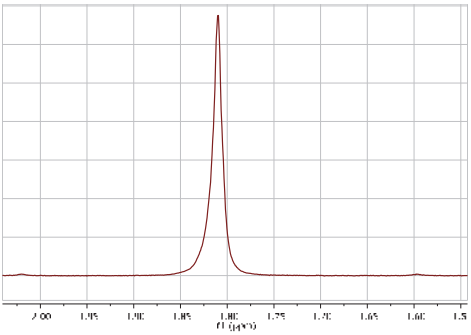


Рис. 1. Пик в ЯМР-спектре ^{1}H

Не все ядра согласны на подобное вмешательство в личную жизнь – эффект ЯМР можно наблюдать лишь для тех, чье спиновое квантовое число отлично от нуля, то есть число протонов и нейтронов в составе не является четным. Например, привычный для нас водород ^{1}H, протий, активно используется для регистрации ЯМР-спектров, тогда как его ближайший родственник, дейтерий ^{2}H (^{2}D), напротив, используется в том случае, когда видеть сигнал нам не нужно.

В некоторых веществах так много ядер одинакового состава, как же мы можем анализировать их сигналы? Сможем ли мы их различить? Да, поскольку резонансная частота зависит не только от состава ядра. Посмотрев на человека, мы с высокой точностью можем сказать что-то о его окружении: «скажи мне, кто твой друг, и я скажу, кто ты». Аналогично и в ЯМР. Химики исследуют, конечно, не одинокие ядра, а вещества, т. е. группы ядер с различным наполнением их электронной оболочки. У каждой такой группы, например, карбоксильной (COOH) или гидроксильной (OH) есть характерная область положения пика. Также существует зависимость формы и количества линий сигнала от ближайших соседей ядра. Большую роль это играет для обработки спектров ^{1}H – если протон не имеет других соседей-протонов на ближайших атомах, следовательно, это синглет, линия будет одна; если он имеет одного соседа – дублет, два соседа – соответственно, триплет (рис. 2). Немаловажна и площадь под пиком – как размер дома увеличивается с ростом числа квартир в нем, так в спектре площадь под графиком прямо пропорциональна количеству ядер, которые внесли вклад в его создание.

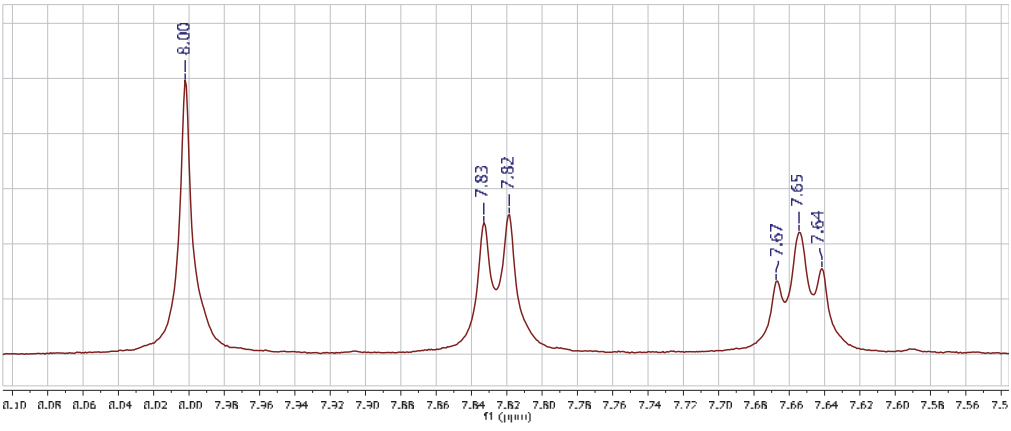


Рис. 2. Примеры сигналов в спектре ^{1}H с различным количеством линий

О каком графике вообще идет речь? По оси ординат откладывают интенсивность сигнала, по оси абсцисс – химический сдвиг. Химическим сдвигом называется отношение резонансной частоты к рабочей ча-

стоте прибора, измеряется он в миллионных долях. Для каждой функциональный группы, класса соединений есть характерная область химического сдвига – так же, как и для каждой группы людей можно выделить характерные черты. Именно эта величина позволяет нам с высокой точностью сказать, какое именно ядро было подвернуто воздействию магнитного поля.

Но откуда вообще мы берем ядра? Безусловно, неинтересно, да и попросту невозможно взять одно-единственное ядро и поместить его в прибор. Куда интереснее анализировать группы ядер, разбираться в запутанных взаимоотношениях целого коллектива. Например, изучать таким способом строение различных сложных органических веществ с множеством функциональных групп, циклов, кратных связей. Для этого пользуются спектрами ^{13}C и ^{1}H. Сейчас мы можем получать не только простые наборы пиков. Например, подбирая время и интенсивность излучения, мы можем снять спектр ^{13}C, где линии атомов, связанных с одним и тремя атомами водорода, направлены в одну сторону, а связанных с двумя атомами водорода или не связанных вовсе – в другую (рис. 3).

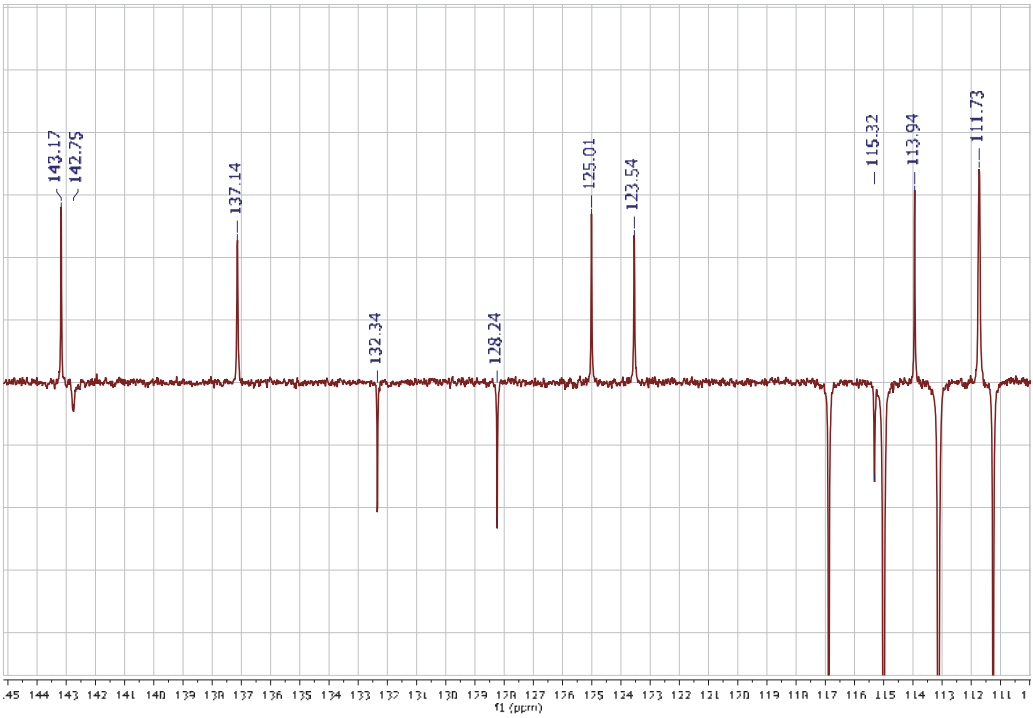


Рис. 3. Спектр ^{13}C, где линии сигналов CH-групп направлены вверх, а сигналы четвертичных атомов углерода – вниз

Можно поставить эксперимент при различных температурах – как человек в накаленной обстановке мыслит более порывисто, эмоционально, так и ядра при высоких температурах дают более расплывчатые пики. При охлаждении веществ чувствительность прибора растет, и можно получить более детализованные спектры (рис. 4).

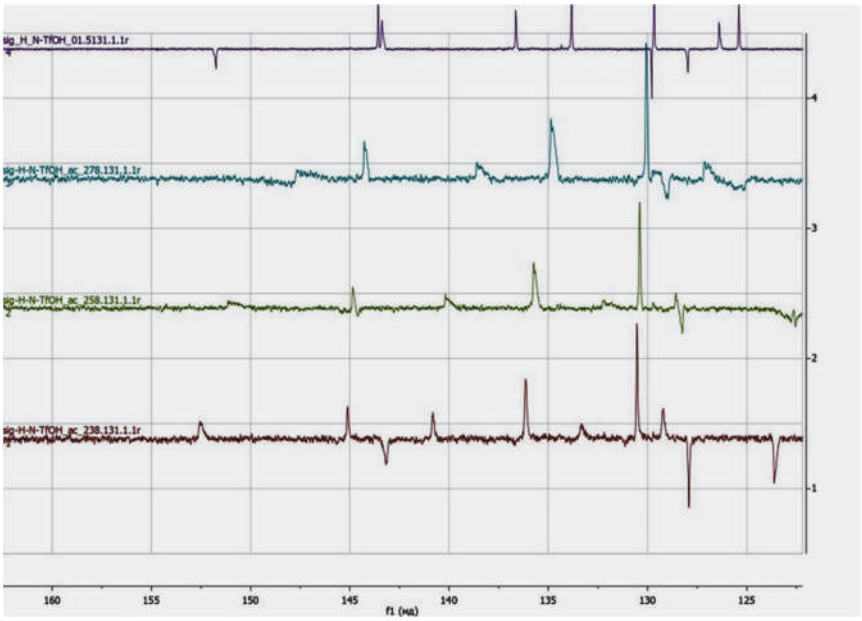


Рис. 4. Спектры ^{13}C при разных температурах (снизу вверх: 238, 258, 278, 298 К)

Более того, возможно создавать комбинации спектров – ^{1}H-^{1}H, ^{13}C-^{13}C, и даже ^{1}H-^{13}C – последний вариант сочетания имеет два основных вида: HMQC – HETeronuclear MultyQuantum Correlation (рис. 5) для оценки взаимодействия ближайших атомов и HMBC - HETeronuclear Multiple Bond Correlation для изучения взаимного влияния на дальних расстояниях.

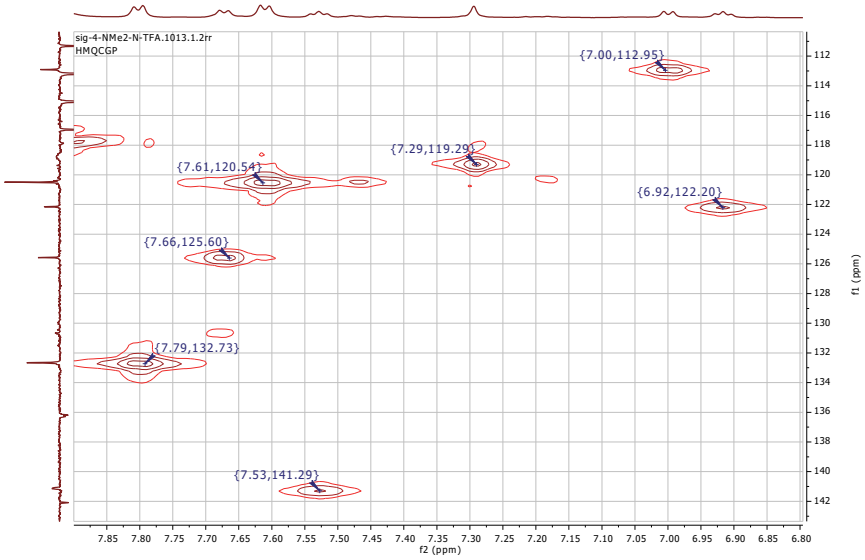


Рис. 5. Спектр HMQC ^{1}H- ^{13}C

Расплывчатые «пятнышки» на пересечении одномерных сигналов называются кросс-пиками. Это пики, образованные слиянием двух спектров: если одномерный спектр – это зависимость интенсивности сигнала от химического сдвига, то двухмерный спектр показывает зависимость интенсивности от двух частот. Как перекрестки на дорогах двух одномерных пиков, они показывают, судьбы каких ядер пересекаются. С их помощью мы можем сопоставить, с каким из атомов углерода связан тот или иной атом водорода – для этого достаточно посмотреть на координаты кросс-пика: каждая из них будет являться химическим сдвигом одного из связанных ядер. Но и это не предел – существуют виды спектроскопии, основанные на изучении сочетания химического сдвига с каким-либо другим параметром, характерным для химического соединения. Например, спектр DOSY – Diffusion Ordered SpectroscopY, диффузионно упорядоченная спектроскопия, где по одной из осей откладываются химические сдвиги, а по второй, обычно вертикальной, коэффициент самодиффузии (рис. 6). Он характеризует скорость самодиффузии – частного случая диффузии в чистом веществе или растворе постоянного состава, при котором диффундируют собственные частицы вещества. И если в нашей анализируемой пробе есть смесь двух молекул разной полярности и размера, то мы увидим два спектра, соответствующие коэффициентам самодиффузии разных молекул.

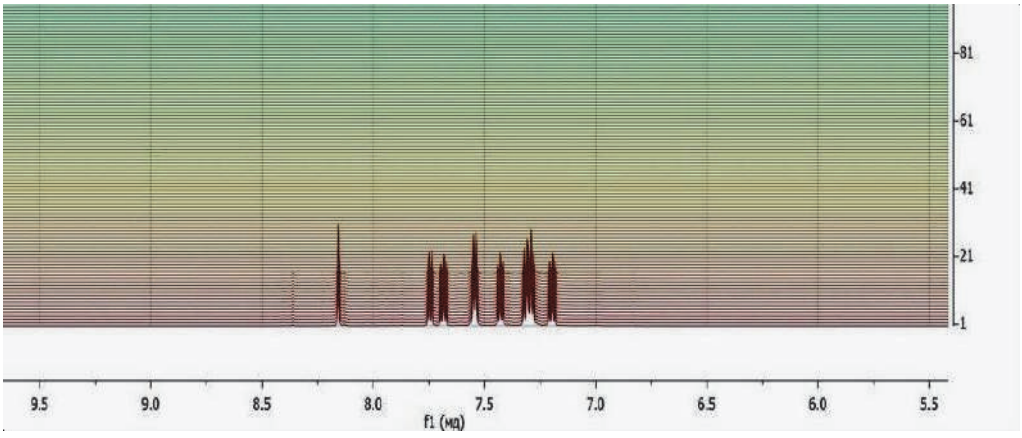
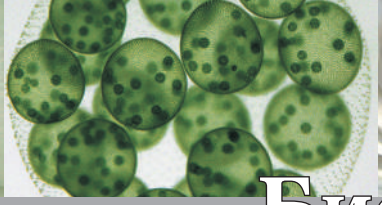


Рис. 6. DOSY спектр ^{1}H для молекулы одного типа

Таким образом, ЯМР позволяет нам детально изучить тайны химических структур. О коллективе ядер можно узнать очень многое – от численности до взаимоотношений. Не только установить порядок связей в структуре, но и рассмотреть взаимное влияние друг на друга, оценить зарядовую структуру молекулы. Кто слишком «негативен» и положительного заряда ему недостает, а кто настолько позитивен, что явно принял один, а может быть и несколько протонов. Кто общителен и находится в плотном зарядовом окружении, а кто предпочитает быть один и испытывать меньшее влияние зарядов остального общества. В какой точке структуры с большей вероятностью будут происходить изменения при смене pH, и какими эти изменения будут. Не чудо ли это? ЯМР – настоящая волшебная палочка для множества химиков, с помощью которой можно колдовством науки получить практически любую информацию о веществе.



Курчашова Светлана Юрьевна
Кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела электронной микроскопии НИИ ФХБ им. А.Н. Белозерского МГУ; ассистент кафедры биологии СУНЦ МГУ

Гасанова Татьяна Владимировна
Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник кафедры вирусологии Биологического факультета МГУ

Биологические методы борьбы с вредителями в различных экосистемах

Как победить врага, не неся потерь? Очень просто: натравить на него естественного противника. Именно этот нехитрый, но изящный прием позаимствовала экология у военных теоретиков и с успехом применяет.

Экология и окружающий мир

Многочисленные и разнообразные взаимодействия организмов со средой их обитания изучает экология. Термин *экология* был впервые предложен в 1866 году немецким зоологом Эрнстом Геккелем (по-гречески «ойкос» – дом, «логос» – наука). Исследование экологических вопросов (задач) ученые проводят на организменном, популяционно-видовом, экосистемном и биосферном уровне организации жизни.

В современном мире экологию изучают для понимания природных процессов и решения разнообразных хозяйственных задач. Экология рассматривает механизмы преобразования популяций в связи с влиянием среды обитания, распределение растений и животных в зависимости от климата, формирования биоценозов[1] под влиянием взаимоотношений организмов между собой и окружающей средой.

[1]Биоценоз – это исторически сложившаяся совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, населяющих относительно однородное жизненное пространство (определенный участок суши или акватории), связанных между собой, а также окружающей их средой.

Актуальной задачей экологии является решение проблем обеспечения водой и пищей населения в условиях всё возрастающей численности. Не зная экологии живых организмов, не изучив, как в природе образуются взаимосвязи между растениями и животными в определенных климатических зонах, человек не может сформировать оптимальные условия для их развития и выработки максимального количества полезных органических веществ. Например, применяя вспашку, осушение, орошение, внесение удобрений, агроном направленно изменяет среду обитания растений, чтобы создать такие условия, в которых возделывание растений было бы наиболее эффективным.

Одна из важнейших задач экологии – разработка биологических мер борьбы с сорняками и вредителями. Цель биологической борьбы – снижение численности нежелательного вида. Это может быть достигнуто, например, размножением насекомых-фитофагов[2] для борьбы с сорняками растений (жука амброзиевого листоеда для борьбы с амброзией в Краснодарском крае, кактусовой огневки для борьбы с зарослями опунции в Австралии) или разведением хищных насекомых для снижения численности насекомых-вредителей (австралийской божьей коровки для борьбы с апельсиновым червецом). Теперь биологическим методам борьбы с вредителями уделяется особенное внимание в связи с уменьшением эффективности действия инсектицидов и гербицидов и выявления отрицательных сторон их деятельности (накопление в цепях питания, загрязнение природной среды, гибель полезных насекомых, птиц, рептилий, распространение сорных злаков на месте уничтоженных васильков и т.д.). Рассмотрим примеры успешного применения биологических методов борьбы.

Амброзия – враг с божественным названием

Амброзия полыннолистная (лат. *Ambrósia artemisiifólia*) принадлежит к царству Растения, отделу Цветковые, классу Двудольные, порядку Астроцветные, семейству Астровые. Это красивое ярко-зелёное растение с ажурными листьями можно встретить во всех южных регионах на пустырях, во дворах домов, на дачах и в городах, вдоль автомобильных и железных дорог. Родовое название амброзия получила от мифической пищи богов и душистой мази. На этом всё ее очарование заканчивается, и весь последующий рассказ покажет, насколько красота может быть обманчива и коварна. Потому что эта трава – злостный карантинный сорняк[3], который почти у половины населения земли вызывает тяжелые аллергические реакции. Амброзия полыннолистная – североамериканский «подарок» нашему евразийскому континенту. До конца XIX века Евразия прекрасно обходилась без неё, но в 1863 году, как свидетельствует история, она была завезена в Европу вместе с семенами красного клевера.

[2] Фитофагия (от др.-греч. φυτόν – «растение» и φαγεῖν – «пожирать») – питание животных растительной пищей.

[3] Карантинные сорные растения – это особо вредные виды сорняков. Степень агрессивности этих сорняков представляет значимую угрозу огородным и полевым культурам, а также человеку и животным.

Рис. 1. Миграция и расселение амброзии полыннолистной (https://yandex.ru/images/search?cbir_id=2205873%2F6hs46k6H2oZNg3jSqXEUcQ&rpt=imagelike&source=collections&pos=1&img_url=https%3A%2F%2Favatars.mds.yandex.net%2Fget-pdb%2F2441435%2F3c4a88cf-9e8d-4341-b165-2014f7cfa315%2Fs1200%3Fwebp%3Dfalse)

В Крым амброзия была завезена в двадцатые годы девятнадцатого века. Появление амброзии полыннолистной зафиксировано также в 1918 году вблизи города Ставрополя, затем в 1929 году в окрестностях г. Орджоникидзе. Во время Великой Отечественной войны семена были в большом количестве занесены на колесах грузовых автомобилей – «студебеккеров».

Амброзия полыннолистная отмечена на Дальнем Востоке, в Северо-Кавказском и Волжско-Камском регионах, в областях Средней России и Центрального Черноземья, на Южном Урале, в Оренбургской области, на юге Западной Сибири, в Алтайском крае. Основная площадь, занятая амброзией, приходится на территорию Северного Кавказа, Ростовской и Волгоградской областей, Калмыкии и Приморского края. В равнинных и горных частях Ставрополья амброзия полыннолистная массово внедрилась в естественные сообщества зоны дерновинно-злаковых и луговых степей с черноземными почвами, в горных долинах поднимается на высоту до 1000 – 1200 м над уровнем моря. Локальные очаги амброзии находятся в Курской, Белгородской, Воронежской, Астраханской, Саратовской областях, в Дагестане, Башкортостане и в Хабаровском крае. По железным дорогам она заносится вплоть до северных областей; в 1987 г. найдена в Коми, в 1991 г. в Карелии, в 1993 г. в Мурманской области. Таким образом, за столетие этот вид смог расселиться на европейских территориях площадью более 5 млн. гектаров.

В начале XXI века амброзия прочно обосновалась в Причерноморье и в Поволжье. Многочисленные факты говорят, что с юга России этот сорняк упорно распространяется в северные и восточные регионы. В связи с заметным потеплением климата и продолжительной тёплой осенью семена амброзии стали полностью вызревать даже в средней полосе России.

К огромному сожалению, это симпатичное на вид растение приносит столько вреда, что впору схватиться за голову. Оно иссушает почву. Стоит «завести» одно растение амброзии – и смело можно прогнозировать её сплошные заросли через 2 – 3 года. Ее стержневой корень способен на четыре метра проникать вглубь почвы, а само растение достигает высоты 180 см. Развивая столь мощную надземную массу и корневую систему, амброзия стремительно угнетает все культуры, которые находятся рядом. Есть экспериментальные данные: для того, чтобы вырастить 1 кг собственного (сухого) вещества, амброзия использует 948 л воды, забирает из почвы 1,5 кг фосфора и 15,5 кг азота. Несколько лет буйного роста амброзии – и грунт становится полностью непри-

годным для возделывания. Сорняк затеняет культурные растения. На лугах и пастбищах амброзия вытесняет злаково-бобовые травы. Если сорняк попал в сено, кормовые качества его заметно снижаются. Если в пищу дойных коров, коз и других животных попадает цветущая амброзия, молоко приобретает резкий неприятный запах и вкус.

Аллергологи считают крошечную пыльцу амброзии одним из самых агрессивных аллергенов, который наряду с обычной аллергической реакцией способен вызвать и астму. Никакие другие сорные травы и деревья не имеют такого обширного спектра негативных последствий попадания пыльцы на кожу и слизистые человека. Аллергическая реакция развивается при концентрации всего 25 зернышек пыльцы на 1 м^3 атмосферного воздуха. А одно хорошо развитое растение даёт до нескольких миллионов частичек. Причем для контакта с аллергеном совершенно не обязательно, чтобы амброзия росла на собственном участке или пустыре поблизости. Во время мощных атмосферных циклонов, сопровождающихся сильными ветрами, пылинки амброзии могут преодолеть огромные расстояния в сотни километров.

Рис. 2. Амброзиевый полосатый листоед (Zygogramma suturalis) (https://www.flickr.com/photos/52450054@N04/6004166810/)

Для борьбы с амброзией люди стали использовать амброзиевого полосатого листоеда (лат. Zygogramma suturalis). Родом из Северной Америки (Канады и США), этот вид был целенаправленно ввезен (интродуцирован) на территорию бывшего СССР. Первую партию, состоящую из 1500 особей, выпустили в окрестностях Ставрополя в 1978 году. К 1981 году численность популяции листоеда достигла значительных размеров, а к 1983 году фитофаг практически уничтожил амброзию на опытном участке и начал расселяться по окрестным полям.

При интродукции этого листоеда наблюдалось уникальное явление – нелетающий на территории Северной Америки в умеренных широтах Евразии жук приобрел способность летать (это и обеспечило его широкое распространение), что вызвало существенную смену фенотипа и генетические изменения, которые привели к описанию европейской и азиатской популяции как нового подвида. В то же время, через 10 лет после интродукции, когда в ближайших окрестностях места выпуска система «листоед – амброзия» пришла в относительно равновесное состояние, были проведены крупномасштабные полевые учеты плотности популяции сорняка и фитофага. В 1988 – 1989 годах были исследованы все поля в радиусе 10 – 12 километров от места первоначального выпуска амброзиевого листоеда (в Шпаковском и Изобильненском районах Ставропольского края). Эти учеты показали, что в агроценозах, приспособленных к севообороту, амброзиевый листоед практически не влияет на произрастание кормовых растений. Несмотря на бросающееся в глаза локальное обилие жука, его влияние на среднюю плотность популяции пренебрежимо мало. Однако на отдельных полях, особенно в стабильных условиях (на специально выделенных участках), амброзиевый поло-

сатый листоед способен значительно подавить и даже полностью уничтожить кормовое растение. Тем не менее, постоянный поиск новых видов для биологической борьбы с сорняками по-прежнему представляет собой актуальную задачу.

Борьба Австралии с опунцией

Около 300 лет тому назад в Австралию завезли экзотическое для этой местности растение – опунцию (*Opuntia vulgaris* и *Opuntia stricta*), которая сразу приглянулась местным фермерам, и они начали её использовать в качестве живой изгороди. Легенда гласит, что впервые опунцию привез переселенец из Бразилии, тосковавший по родному пейзажу. Через пару-тройку лет живой изгородью бразильца заинтересовались соседи. А когда они попробовали цукаты из этого растения, то тут же упросили хозяина дать им отростки.

Вначале кактус вёл себя скромно, но в 20-х годах прошлого столетия опунция начала свое нашествие на Австралию. Лучшие пастбища страны были самозасеяны опунцией, которую начали поедать коровы и овцы. Колючки разрывали желудки бедных животных, и началась их массовая гибель. Фермеры срубали кактусы под корень, но опунция вырастала снова в ещё большем количестве. Поняв, что собственными силами с этой напастью не справиться, фермеры обратились к правительству с просьбой принять меры по борьбе с опунцией. Было решено травить опунцию ядами. Над плантациями кактусов распыляли ядохимикаты, но это оказалось неэффективно!

В штате Квинсленд была организована опытная станция по изучению способов борьбы с опунцией. Из Уругвая и Аргентины в Австралию доставили для опытов несколько насекомых. В результате ученые пришли к выводу, что самым серьезным врагом кактуса является гусеница бабочки-огневки.

Огнёвка кактусовая (лат. *Cactoblastis cactorum*) – вид бабочки из семейства Огнёвки. Гусеницы этого вида живут и питаются на кактусах-опунциях, эффективно ограничивая их численность.

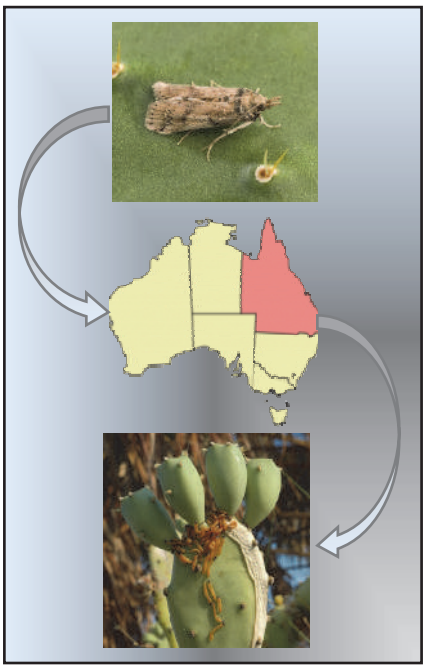


Рис. 3. Борьба огнёвки кактусовой (Cactoblastis cactorum) и ее гусениц с опунцией (https://en.wikipedia.org/wiki/Cactoblastis_cactorum#/media/File:Cactoblastis_cactorum_moth_female.jpg, https://ru.wikipedia.org/wiki/Огнёвка_кактусовая#/media/Файл:Larvaefeedingoncacti.jpg)

Первым делом ученые увеличили популяцию завезенной в 1925 году бабочки в лабораторных условиях, а через год высадили личинки на поля, заросшие опунцией. В данной местности пищи у гусениц было очень много, поэтому активная фаза войны с вредителем длилась, как минимум, до 1937 года. Победив в этой битве, благодарные австралийские ферме-

ры в 1938 году установили в долине реки Дарлинг в городе Далби необычный памятник личинкам, спасшим Австралию. Сегодня между опунцией и кактусовой огневкой установилось биологическое равновесие.

Рис. 4. Памятник гусеницам-спасителям кактусовой огнёвки в австралийском штате Квинсленд
(https://ru.wikipedia.org/wiki/Огнёвка_кактусовая#/media/Файл:Cactoblastis_monument,_Dalby,_Queensland,_Australia.jpg)

Борьба с мучнистыми червецами

Червецы (*Coccoidea*) – семейство насекомых из отряда хоботных или полужесткокрылых (*Rhynchota*). Живут они на самых разных растениях. Поврежденные ими растения покрываются белым паутинным налетом. Высасывая соки молодых побегов, листьев, бутонов, червецы сильно задерживают рост растений, вызывая деформацию побегов, опадание листьев, завязей, плодов; растрескивание коры стволов и ветвей, усыхание ветвей. На липких сахаристых выделениях развиваются сажистые грибы. Множество этих насекомых названо по кормовому растению: питается червец на крапиве – крапивный, на лимоне или апельсине – цитрусовый и т.п. Обычно из-за того, что тело взрослых насекомых покрыто белыми мягкими восковыми выделениями, похожими на муку, червецов называют «мучнистыми».

Червец цитрусовый (лат. *Planococcus citri*) – вид семейства мучнистых червецов (*Pseudococcidae*). Поражение цитрусовых мучнистыми червецами приводит к увяданию и преждевременному падению листьев, задержке роста и, в некоторых случаях, к гибели зараженных растений или их частей. Сладкая медовая роса, выделяемая цитрусовыми мучнистыми червецами, падает на листья и плоды, что приводит к росту плесени. В дополнение к своему неприглядному внешнему виду, плесень может ухудшить качество плодов, снижая способность листьев к фотосинтезу.

Самки Цитрусового мучнистого червеца живут около 30 дней. Яйца они откладывают в виде белых хлопковых масс на стволах и стеблях цитрусовых растений. Блестящие светло-желтые яйца имеют овальную форму и примерно 0,3 мм в длину. Самка может отложить за свою жизнь от 300 до 600 яиц, в каждой кладке от 5 до 20 штук. В зависимости от сезона, вылупление яиц может происходить в период от 6 – 10 дней до нескольких недель. Известно, что червецы *Planococcus citri* образуют симбиоз с муравьями. Кроме того, в теле этих червецов живут бактерии *Tremblaya princeps*, в клетках которых, в свою очередь, присутствуют бактерии *Moranella endobia*. Эти два вида бактерий могут перерабатывать сок растений, на

которых «пасутся» червецы, только при совместном существовании.

Для борьбы с червецами используют криптолемусов (*Cryptolaemus montrouzieri*) – вид жуков семейства божьих коровок, который является эндемиком[4] австралийских штатов Квинсленд и Новый Южный Уэльс.

Рис. 5. Криптолемус (Cryptolaemus montrouzieri), используемый для борьбы с мучнистыми червецами (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/Coccinellidae_-_Cryptolaemus_montrouzieri.JPG/120px-Coccinellidae_-_Cryptolaemus_montrouzieri.JPG)

В отличие от других представителей семейства божьих коровок, у криптолемуса преобладает коричневый цвет без отличительных точек. Личинки криптолемуса выглядят также, как и мучнистые червецы, которыми они питаются (пример агрессивной мимикрии). Для борьбы с местными сельскохозяйственными вредителями криптолемусы были завезены на территорию Западной Австралии. В 1891 году их использовали уже на другом краю света – в Калифорнии. А в СССР (на территорию Абхазии) для борьбы с цитрусовым мучнистым червецом криптолемусы прибыли в 1933 году. Из-за того, что криптолемусы не переносят отрицательных температур, ученые на Кавказе в зимнее время вынуждены были размножать жуков на базе лабораторий.

В настоящее время теория биологических методов борьбы основывается на многостороннем изучении экологии и биологии вредных для человека видов и их врагов – хищников, возбудителей заболеваний, конкурирующих и нейтральных видов, а также роли окружающей среды – почвы, водоемов, растительности. Перспективные методы биологической борьбы ученые связывают с подходами, в которых будут сочетаться биологические, генетические, химические, агрокультурные, физические и другие способы воздействия.

Среди новых способов борьбы с насекомыми-вредителями можно назвать использование искусственных аналогов гормонов насекомых. Перспективен метод «самцового вакуума», создаваемого посредством приманочного опрыскивания смесью инсектицида с веществами, имитирующими видовой половой запах. Обработка фактором моногамии самок (секретом железистых клеток семяизвергательного канала) самок комнатной мухи и нескольких видов комаров предотвращает спаривание и обрекает их на бесплодие. В обычную практику входит производство синтетических аналогов ювенильного гормона[5], стерилизующих вредных для человека насекомых и/или тормозящих их развитие. Дальнейшее развитие методов биологической борьбы будет основано на подходах, в которых сочетаются биологические, генетические, химические, агрокультурные, физические и другие способы воздействия.

[4] Эндемиками называют виды животных и растений, представители которых обитают на относительно ограниченном ареале.

[5] Ювенильные гормоны насекомых – это вещества, регулирующие их постадийное развитие.

Литература

1. Донецкая Е. Лекарственные растения в быту, медицине, косметике. Описание растений, выращивание и сбор, сроки хранения, показания, рецепты, противопоказания, косметика. Царство растения. Т1. – М.: Вече, 2015. – 448 с.

2. Резник С.Я., Ковалев О.В. Поведение имаго амброзиевого полосатого листоеда при поиске и выборе кормового растения. // Труды зоологического института академии наук СССР, 1989, т. 189, с. 56 – 61.

3. Рубцов И.А. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми. М. – Л.: Сельхозгис, 1948. – 412 с.

4. Chauvel B., Martinez Q. How to explain the introduction of common ragweed into Europe during XIX century. // Second International Ragweed Conference, March, 28 – 29, 2012, Lyon, France.

5. McCutcheon J.P., von Dohlen C.D. An Interdependent Metabolic Patchwork in the Nested Symbiosis of Mealybugs. // Current Biology, 2011, v. 21, 16, 1366 – 1372.

6. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100). Чужеродные виды России. / Ред. Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. – М.: Товарищество научных знаний КМК, 2018. – 688 с.

7. Большая Медицинская Энциклопедия. / Ред. Б.В. Петровский, 3 изд., т.3. – М.: Советская энциклопедия, 1976. – 584 с.

8. Амброзия – коварный враг с божественным названием. // Бюджетное учреждение Республики Калмыкия «Республиканский детский медицинский центр имени Манджиевой Валентины Джаловны». – http://rdmc08.ru/content/амброзия-коварный-враг-с-божественным-названием

9. Ambrosia artemisiifolia L. Амброзия полыннолистная. // Чужеродные виды на территории России. – http://www.sevin.ru/invasive/invasion/plants/ragweed_pr.html

10. Common name: citrus mealybug. Scientific name: Planococcus citri (Risso) (Insecta: Hemiptera: Pseudococcidae). // Featured Creatures. – http://entnemdept.ufl.edu/creatures/CITRUS/Planococcus_citri.htm

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

Бензол

Великий физик Майкл Фарадей
Смог улучшить жизнь многих людей.
Помимо физики, в которой он занял престол,
Он открыл важное вещество – бензол.

Но у бензола есть один секрет –
Он имеет многие необычные свойства,
Что вызывали у химиков головы расстройства.
Кто достоин разгадать сей предмет?

Однажды учёному Кекуле приснился сон,
Где грозный змей Уроборос
Кусает себя же за свой хвост.
Проснувшись, Кекуле, из интеллигентных персон,

Решил разгадать своё виденье,
И постиг он тайну бензольного кольца,
Которое ныне носит имя своего отца.
Вот что приносит сновиденье!

Дмитрий К.

Журавлева Лилия Александровна
Ученица 11 биологического класса
ГБОУ г.Москвы «Школа №171»

Биодеструкторы углеводородов. Эффективность и безопасность

К наиболее значимым загрязнителям биосферы относятся углеводороды: нефть и нефтепродукты. Аварии на магистральных и промысловых нефтепроводах, при транспортных перевозках нефтепродуктов и операциях по обслуживанию транспорта (заправка, смазка, хранение горюче-смазочных материалов и т.п.), выбросы нефти на добывающих скважинах, промышленные отходы нефтеперерабатывающих предприятий – все это причины загрязнения земель и вод нефтью и нефтепродуктами являются, и пока нефть остается кровью мировой экономики, такие загрязнения неизбежны в больших или меньших объемах.

К настоящему времени разработано огромное количество разнообразных биопрепаратов для очистки и рекультивации загрязненных углеводородами объектов. Правильный выбор таких биопрепаратов, с учетом их способности к восстановлению экосистемы в целом, позволит сохранять естественные ландшафты.

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами оказывает существенное влияние на биологические, физические, химические свойства всех компонентов экосистемы. Почвы первыми реагируют на нефтяное загрязнение: изменяются биологические свойства, происходит агрегирование почвенных частиц, содержание агрономически ценных структурных отдельностей (агрегатов, комков разных размеров и форм) уменьшается, происходит вытеснение воздуха нефтью, нарушается поступление воды, питательных веществ, также деформируется тепловой режим почв (повышаются среднегодовые значения температуры) [1]. Снижение окислительного потенциала [2] приводит к развитию

процессов оглеения[1] и даже поверхностному заболачиванию почв. Об волакивание почвенных структурных фракций нефтяной пленкой ведет к ее гидрофобизации. При загрязнении почв нефтью в них вносится большое количество углерода, что приводит к резкому изменению соотношения C : N и установлению режима дефицита азота.

Воздействие на экосистему углеводородов и препаратов, вносимых для их утилизации (биодеструкторов), интересно, в конечном счете, с точки зрения воздействия на млекопитающих и человека. Мелкие млекопитающие являются модельной группой организмов в экологических исследованиях, удовлетворяющей требованиям, предъявляемым к видам-индикаторам (высокая численность, быстрая смена поколений и т.д.). Первые сообщения о физиологическом воздействии различных компонентов нефти и нефтепродуктов на организм мелких млекопитающих появились уже в конце XIX в. К настоящему времени известно, что парафиновые углеводороды вызывают наркоз и судороги; ароматические и нафтеновые – действуют на кровь и кроветворные органы. При хроническом воздействии отмечаются функциональные изменения центральной нервной системы, низкое кровяное давление, замедление пульса, повышение холестерина в крови, снижение иммунитета, а также признаки поражения печени. При действии многосернистой нефти (с элементным содержанием серы более 2 %) отмечается заторможенность, ослабляется обоняние, нарушается функция печени, щитовидной железы, поражаются слизистые оболочки, появляется хронический конъюнктивит, нарушается нормальный ход эмбриогенеза [3]. Хорошо изучены токсичные и канцерогенные свойства компонентов нефтей и продуктов их деструкции [4]. Есть сведения о мутагенности некоторых из них. Известны работы о влиянии тяжелых фракций нефти на репродуктивную систему млекопитающих [5].

Все существующие на сегодняшний день способы деструкции углеводородов, попавших в окружающую среду: механический, физико-химический и биологический – оказывают собственное негативное воздействие на окружающую среду. Наиболее щадящим методом является биоремедиация – комплекс методов очистки экосистемы с использованием метаболического потенциала биологических объектов: растений, грибов, насекомых, червей и других организмов.

Биопрепараты для деструкции углеводородов представляют собой массу жизнеспособных клеток монокультуры или смешанной культуры углеводородокисляющих микроорганизмов в виде порошка, суспензии или пасты. Препараты второго поколения включают в себя также сорбенты, третьего – дополнены культурами, продуцирующими разного рода биосурфактанты (поверхностно-активные соединения биологического происхождения, продуцируемые животными и растениями, а также микроорганизмами), а также другие добавки, повышающие деградирующую активность микроорганизмов.

К углеводородокисляющим микроорганизмам (УОМ) относятся организмы различных систематических групп: Pseudomonas, Arthrobacter, Rhodococcus, Acinetobacter, Bacillus, Flavobacterium, Micrococcus и др. [6], [7], [8].

[1] Оглеение – процесс восстановления трёхвалентного железа в двухвалентное при длительном или постоянном переувлажнении, создающем анаэробные условия в почвах, почвообразующих породах и корах выветривания.

Они способны усваивать широкий спектр углеводородов, включая ароматические, обладают высокой скоростью роста и, следовательно, представляют практический интерес как возможная основа препарата для очистки почв от нефтяных загрязнений. Продукты промежуточных реакций биохимического процесса окисления углеводородов (спирты, фенолы и т.п.) могут также представлять опасность для экосистемы.

Мы поставили перед собой цель выполнить сравнительную оценку эффективности биодеструкторов углеводородов с учетом всей совокупности факторов оздоровления экосистем, доступных для мониторинга.

С учетом того, что большая часть препаратов содержит условно-патогенные микроорганизмы, все работы проводились вне жилого помещения с применением индивидуальных средств защиты (латексные перчатки, аспиратор, лабораторные очки). После завершения работ тщательно выполнялись необходимые гигиенические процедуры.

Начало эксперимента

Для проведения исследования были созданы 12 модельных объектов. 01.05.2019 в прозрачные пластиковые контейнеры ёмкостью 25 литров мы поместили фрагменты почвенно-дернового слоя, срезанные на территории подмосковного леса и содержащие комплекс биоты, обитающей в нем. Один контейнер служил контрольным, в качестве модели экосистемы, не загрязненной углеводородами.

В 11 контейнеров в качестве загрязняющего агента внесли смесь из равных частей бензина и дизельного топлива объемом 150 мл. Один контейнер являлся контрольным для наблюдения за состоянием модели экосистемы, загрязненной углеводородами, но не испытавшей воздействия препаратов-деструкторов углеводородов.

Таким образом, наблюдения изменений параметров среды и состояния организмов для двух контрольных контейнеров отражают ситуацию отсутствия загрязнения и ситуацию, когда загрязнение произошло, но меры по рекультивации не принимались.

10 контейнеров, вмещающих загрязненные модели, строго в соответствии с методиками, описанными производителем, были обработаны биопрепаратами:

1. Биопрепарат, содержащий штаммы микроорганизмов Rhodococcus erythropolis РК-16, Arthrobacter sp. НК-15, Candida lipolytica КПБ-3308, Candida guillirmondii КПБ-3175, Pichia guillirmondii КПБ-3205, Fusarium moniliforme Sheld., Gliocladium deliquescens Sopp. Кроме того, препарат содержит сорбонафт[2].

2. Биопрепарат, содержащий штаммы микроорганизмов Arthrobacter, Bacillus, Candida, Desulfovibrio, Pseudomonas.

3. Биопрепарат, содержащий штаммы микроорганизмов Mycobacterium, Pseudomonasи Rhodococcus, а кроме того, 0,05 – 1,0 % оксалата аммония и 1,0 – 1,5% нормальных парафинов, что обеспечивает поддержание высокого титра микроорганизмов и углеводородокисляющей активности.

4. Биопрепарат на основе штамма Rhodococcus sp., выделенного из

[2] Сорбонафт – универсальный сорбент, применяющийся для сбора нефти, нефтепродуктов, технических жидкостей на почве и твердых поверхностях, эффективен при любых погодных условиях.

нефтезагрязненных почв Усинского и Возейского месторождений Республики Коми.

5. Бактериальный препарат на основе авирулентных углеводородокисляющих бактерий Pseudomonas fluorescens на сфагновом торфе, способствующий очищению окружающей среды от нефтепродуктов, ПАВ, пестицидов и др., стимулирующий рост растений и обладающий антагонистической активностью по отношению к фитопатогенам.

6. Биопрепарат, содержащий штаммы микроорганизмов Rhodococcus ruber и Rhodococcus erythropolis.

7. Биопрепарат, содержащий штаммы микроорганизмов Mycobacterium flavescens, Pseudomonas putida, Acinetobacter sp., иммобилизованных на торфе.

8. Биопрепарат, содержащий штаммы микроорганизмов Acinetobacter olevorum и Candida maltosa.

9. Биопрепарат, содержащий штаммы микроорганизмов Acinetobacter calcoaceticus и Ochrobactrum intermedium, которые способны к деструкции нефтепродуктов до безопасных соединений – углекислого газа и воды. Штамм Acinetobacter calcoaceticus обладает поверхностно-активными свойствами, а штамм Ochrobactrum intermedium – способностью к фиксации атмосферного азота (для борьбы с денитрификацией и снижением плодородия почв).

10. Биопрепарат, содержащий штаммы спорообразующих бактерий Bacillus sp.

Опыт был поставлен на среднем уровне углеводородного загрязнения (2 – 3 г углеводородов на кг почвы). Обработка каждого образца проводилась в соответствии с рекомендованной разработчиком технологией. Контейнеры с образцами в течение всего времени опыта находились при температуре 18 – 20 ˚С.

Содержание нефтепродуктов в почве мы определяли методом ИК-спектрометрии. Объемность таблиц по этим измерениям не позволяет привести их в рамках данной статьи. Для оценки влияния биопрепаратов на биологическую активность почвы на последнем этапе испытаний были отобраны образцы почв для микробиологических исследований. Оценку кислотности почв проводили с помощью стандартных индикаторных тест-полосок.

Влияние биопрепаратов на растения

В качестве модельных растений для определения скорости вегетации и выявления заболеваний мы выбрали наиболее распространенные травянистые растения лесов Подмосковья: мятлик луговой, живучку ползучую, землянику лесную и звездчатку среднюю. Их семена были помещены в контейнеры в начале эксперимента.

Во время эксперимента раз в неделю проводилось увлажнение почвы путем дождевания и рыхления. Через 7 недель от начала опыта были внесены минеральные удобрения, мел и оструктуриватель (вещество, стимулирующее процесс образования агрегатов почвенной массы из отдельных механических элементов – минеральных зерен, разноразмерных агрегатов – при одновременном действии механизмов консолидации почвенной массы и обособлении отдельностей).

15.05.2019, 31.05.2019, 15.06.2019, 01.07.2019, 15.07.2019, 01.08.2019, 15.08.2019, 01.09.2019, 15.09.2019, 01.10.2019, 15.10.2019, 01.11.2019 (т. е. с шагом 2 недели) был оценен рост растений, определены структурные показатели почвы, ее кислотность.

Показатель остаточного содержания углеводородов не всегда на-

прямую указывает на степень фитотоксичности почвы, так как в процессе разложения нефтепродуктов могут накапливаться промежуточные продукты обмена, негативно воздействующие на растения. Семена мятлика очень плохо прорастали в загрязненном грунте, всхожесть в контейнере № 11, не содержащем биопрепараты, не превысила 15 %. При обработке препаратами проросло до 86 % семян. К концу эксперимента (октябрь 2019) применение биопрепаратов почти полностью нейтрализовало отрицательное воздействие углеводородов на растения в контейнерах №№ 1 – 10.

01.11.2019 растения были отделены (отмыты) от почвы, измерена длина корней, выведен средний показатель для каждого контейнера по каждому контрольному виду. После чего растения были высушены, взвешены, выведен средний показатель для каждого контейнера по каждому контрольному виду.

Влияние биопрепаратов на животных

В качестве модельного млекопитающего были взяты мыши лабораторные разноокрашенные. Для их кормления использовали смесь злаков, морковь, воду.

Большинство изготовителей называют временем достижения эффекта использования биопрепаратов срок 90 дней. Начав эксперимент 01.05.2019, мы заселили контейнеры млекопитающими 15.06.2019, то есть по прошествии половины срока достижения полного эффекта. В каждый из 11 контейнеров были помещены пары мышей половозрелого возраста (8 недель) со средней массой тела 20 г. Делая акцент на вопросах биоэтики, поясним, что контейнер, не обработанный биопрепаратами, утилизирующими углеводороды, не был заселен мышами, как заведомо опасный. Прочие же контейнеры заселялись мышами не ранее, чем прошла половина срока, необходимого для утилизации углеводородов по гарантиям производителя. Общий вид заселенных контейнеров представлен на рис. 1.

Рис. 1. Общий вид заселенных контейнеров

Ёмкости с зерном, оставленные в контейнерах в начале эксперимента, были изъяты для дальнейшего использования в рационе мыши соответствующего контейнера в момент заселения в него модельных млекопитающих. Таким образом, мы моделируем ситуацию, при которой загрязняющие вещества попадают в организм животного через пищу.

Полученные результаты позволили подготовить графики динамики веса модельных млекопитающих (Очевидно, что рост животного, набор веса в более благоприятной среде идет активнее, чем в менее благоприятной.) (рис. 3, 4) и выполнить рейтингование (сравнительный анализ) наиболее широко применяемых в России биопрепаратов-деструкторов углеводородов (табл. 1).

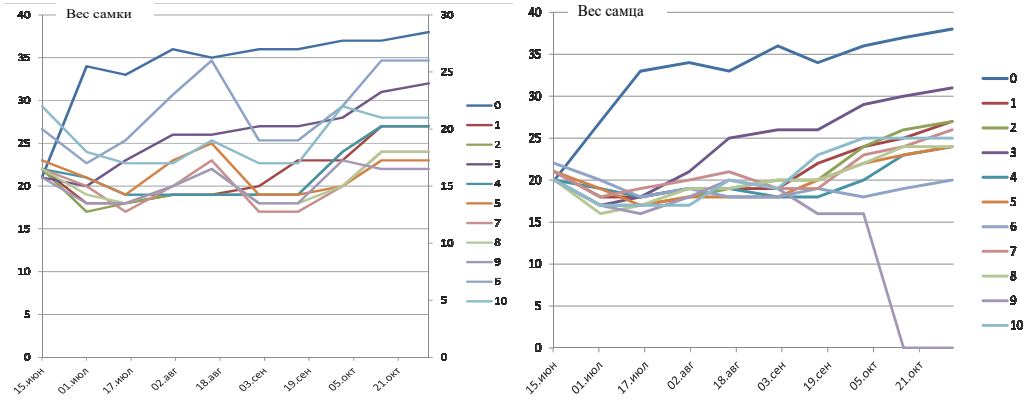


Рис. 3. Сводный график динамики веса животных (по оси абсцисс – дата наблюдения, но оси ординат – вес животного, г). Разными цветами обозначена динамика для контейнеров с соответствующими номерами

Рис. 4. Взвешивание мыши

Таблица 1. Рейтингование

Контейнер	1	2	3	4	5
Восстановление структуры почв, дней /*	135/10	135/10	135/10	135/10	135/10
Рост стебля, % от контр. /*	71/7	73/9	90/10	67/4	70/6
Масса надземной части, % от контр. /*	83/9	81/8	95/10	80/7	76/6
Масса подземной части, % от контр. /*	85/9	80/5	92/10	83/8	80/4

Наличие заболеваний растений/*	Фузариоз на звездчатке/0	-/10	-/10	-/10	-/10
Масса взрослых особей, % от контр. /*	71/9	71/9	83/10	67/8	62/6
Число приплодов/*	3/10	2/9	3/10	2/9	3/10
Среднее число достигших 3 нед. /*	15/10	6/7	13/9	8/8	2/4
Масса достигших 3 нед., % от контр. /*	15/8	14/7	12/6	14/7	15/8
Наличие заболеваний животных/*	Приплод съеден, локально облысение./3	Тошнота, диарея. Воспаление глаз./4	-/10	-/10	-/10
Общий рейтинг	4 (75)	3 (78)	1 (95)	2 (81)	5 (74)

Таблица 1. Рейтингование (продолжение)

Контейнер	6	7	8	9	10
Восстановление структуры почв, дней /*	135/10	135/10	135/10	135/10	135/10
Рост стебля, % от контр. /*	69/5	70/6	71/7	72/8	70/6
Масса надземной части, % от контр. /*	75/5	81/8	74/4	76/6	70/3
Масса подземной части, % от контр. /*	81/6	78/2	82/7	79/3	81/6
Наличие заболеваний растений/*	-/10	-/10	-/10	-/10	-/10
Масса взрослых особей, % от контр. /*	61/5	65/7	58/3	57/2	60/4
Число приплодов/*	2/9	2/9	2/9	1/8	1/8
Среднее число достигших 3 нед. /*	4/5	5/6	1/3	-/0	-/0
Масса достигших 3 нед., % от контр. /*	12/6	16/9	18/10	-/0	-/0
Наличие заболеваний животных/*	-/10	Самопроизвольный аборт/2	Самопроизвольный аборт/2	Самец погиб/0	Активность низкая, тремор, шерсть тусклая, клочковатая/1
Общий рейтинг	6 (71)	7 (69)	8 (65)	10 (47)	9 (48)

* Значение после «/» указывает рейтинг препарата по параметру.

При анализе результатов мы рассматривали значимость каждого из показателей с точки зрения выживания популяции. Так, неоднократно съеденный приплод был расценен, как более негативный факт, чем ущерб, нанесенный здоровью взрослых особей, но не приведший к отсутствию потомства.

Очевидно, что особо внимательным должен быть выбор биопрепарата в случае необходимости рекультивации территорий с высокой заселенностью людьми, интенсивной сельскохозяйственной деятельностью, а также территорий расселения и произрастания редких видов.

Итоги исследования

Итак, внесение углеводородокисляющих микроорганизмов позволяет снизить содержание углеводородов во всех компонентах экосистемы, способствует повышению микробиологической активности естественных почвенных микроорганизмов и уменьшению фитотоксичности почв в разной степени, что связано с консорциумом организмов, включенным в конкретный биопрепарат, а также с составом вспомогательных компонентов. Сравнительная оценка эффективности испытанных биопрепаратов позволила выделить препараты, обладающие наибольшей способностью к окислению нефтепродуктов. Наивысшей активностью деструкции нефти обладал препарат №3, способность которого к интенсивному разрушению высоких концентраций нефти связана с физиологическими и биохимическими особенностями микроорганизмов в его составе. Наиболее безопасным для экосистемы (вызывающим меньшую смертность млекопитающих и заболеваемость растений) показал себя препарат на основе консорциума Rhodococcus erythropolis РК-16, Arthrobacter sp. НК-15, Candida lipolytica КПБ-3308, Candida guillirmondii КПБ-3175, Pichia-guillirmondii КПБ-3205, Fusarium moniliforme Sheld., Gliocladium deliquescens Sopp.

Основным фактором, понижающим достоверность исследования, является малое количество образцов, что делает значимой погрешность, связанную с индивидуальными особенностями модельных организмов. Для подтверждения полученных результатов необходимо изучить способность биопрепаратов к деструкции углеводородов нефти на различных нефтяных загрязнениях в реальных условиях.

Автор выражает глубокую признательность за идейное вдохновение, постоянное внимание и неоценимую помощь своему научному руководителю преподавателю биологии ГБОУ СОШ № 171 Дарье Александровне Плахиной.

Список литературы

1. Л.А. Салангинас. Изменение свойств почв под воздействием нефти и разработка системы мер по их реабилитации. – Екатеринбург: Элита-Комплекс, 2003. – 412 с.

2. Р.Р. Сулейманов, И.М. Габбасова, Р.Н. Ситдиков. Изменение свойств нефтезагрязненной серой лесной почвы в процессе биологической рекультивации. // Известия РАН. Сер. Биологическая. – 2005, № 1, с. 109 – 115.

3. Г.Е. Панов. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной промышленности. – М.: Недра, 1986. – 244 с.

4. U. Varanasi, J.E. Stein, M. Nishimoto. Oil spill modeling towards the close of the 20th century: overview of the state of the art. // Spill Sci. Technol. 1989.

5. Т.В. Коронелли. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводородов в окружающей среде (обзор). // Прикладная биохимия и микробиология. – 1996, т. 32, № 6, с. 579 – 585.

6. Л.М. Барышникова, Н.А. Черемис, Е.Л. Головлев. Глюкозный эффект в регуляции транспорта глюкозы клетками Rhodococcus minimus. // Микробиология. – 1994, т. 63, № 3, с. 405 – 410.

7. О.Б. Сопрунова, М.А. Клюянова. Штаммы-деструкторы нефтяных углеводородов. // Вестник АГТУ. – 2007, № 1, с. 180 – 183.

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

Сказочка

Жили-были старик со старухой.

– Бабка, а бабка, – сказал старик, – приготовь-ка, родная, нам бензольчик.

– Здрасте, а из чего сделать-то? – пробурчала бабка. – Ацетилена уж который день нет.

– А ты по печке поскреби, в баньке помети, на шахту сходи. Неужто у нас на Руси уголька не найдется?

– Ишь ты! Чего придумал: по печке поскреби, в шахту сходи...

Но как дед сказал, так старуха и сделала. Приготовила бабка бензол. Для этого взяла она уголька, прококсовала его в печи своей волшебной, которая воздух не пропускает. Отобрала коксовые газы и с умилением проговорила:

– Горяченькие какие, остыньте-ка немного.

Охладила смесь газов и отделила сырой бензол, затем промыла его крепким маслом купоросным, отделила всякую гадость и получила бензольчик.

Но как-то раз бензольчик решил убежать из своей посудинки, пары его по всему лесу распространились.

– Ой, как ПАХНЕТ, – говорили зверюшки лесные. Все избавиться от него захотели.

Катился наш бензольчик по лесу, пока не натолкнулся на калий марганцевокислый.

– Ты кто такой? – спросила марганцовка.

– Я бензол, у меня двойных связей много.

– Так я твои двойные связи враз порву, а тебя вместе с маслом купоросным в щавелевую кислоту быстро превращу.

– Не сможешь ты меня разорвать! За мной старик со старухой не уследили, банку за мной не закрыли, теперь в их дом зайти невозможно. И от тебя убежать смогу, у меня π-связи прочную систему образовали, сопряжены они друг с другом. Прощай!

Катится бензол, катится, а навстречу ему бром, от которого пахло хуже, чем от бензола, за что и прозвали его зловонным.

– Бензол, бензол, я тебя прогалогенирую!

– Я не дам в обиду свои двойные связи.

Бензол начал петь ему свою песенку, как ушел он от старика со старухой, и от калия марганцевокислого, и про свои крепкие связи. Заслушался бром, а в это время бензольчик и убежал. И покатило его дальше, только его бром и видел.

Катился он по лесу, катился и вдруг на кислород накатился.

– Бензольчик, какой же ты хорошенький, какой же ты душистый, не хочешь на огоньке погреться?

– Хочу, я так замерз.

Но только поднесли его к искре, и загорелся наш бензольчик в кислороде. Повалил черный дым, увидали его Старик со Старухой и поняли, что нет больше бензола, что остались от него только углекислый газ, вода да сажа. Вот и сказочке конец, а кто слушал – молодец.

Александр и Татьяна К.

Медицина

Смирнова Екатерина Константиновна
Ученица 9 класса ДТ «Кванториум 33», г. Владимир.
Научный руководитель: Запруднова Елена Александровна, кандидат биологических наук, педагог дополнительного образования ДТ «Кванториум 33»

В поиске лучшего места для занятий спортом

Где обычно выполняют физические упражнения? В спортивном зале. Но оптимально ли это? Оказывается, можно улучшить влияние упражнений на здоровье человека, просто выбрав более подходящее место. И ухудшить, сделав неправильный выбор – будьте осторожны...

В настоящее время ведется активная популяризация спорта. Люди начинают задумываться о введении спорта в свою жизнь. Здоровый образ жизни является одним из способов улучшения своего здоровья и, соответственно, качества жизни. Но у многих людей, решивших начать заниматься спортом, возникает вопрос выбора места для выполнения физических упражнений. Чаще всего выбор падает на улицу, парк или помещение, например спортзала или собственной квартиры в качестве места для выполнения физических нагрузок. Но, как известно, при физических нагрузках потребность организма в воздухе возрастает, а качество и степень загрязнения воздуха в помещении и на улице отличаются.

С помощью спирометрических показателей мы решили выяснить, как место, где проводятся физические упражнения, влияет на здоровье человека. Спирометрические показатели используются для диагностики различных заболеваний дыхательной системы, оценки физического развития организма, определения влияния условий на функционирование дыхательной системы [1]. Нашими задачами было, во-первых, провести измерение спирометрических показателей в разных условиях: в состоянии покоя, после физической нагрузки в помещении, на улице в парке, на улице у автомобильной дороги. А во-вторых, сравнить и проанализировать полученные результаты.

Для измерения спирометрических показателей мы использовали спирометр сухой портативный (рис. 1). Мундштуки протирали ватой, смоченной спиртом. В качестве физической нагрузки выступали прыжки вверх на месте в течение 3,5 минут.

Рис. 1. Спирометр сухой портативный, производитель: ООО «Фирма НВ-Лаб»

В исследовании приняли участие 13 школьников: 6 девушек и 7 юношей. Возраст участников составлял от 13 до 16 лет.

Были измерены следующие спирометрические показатели: статические – жизненная емкость легких и дыхательный объем, а также динамические – форсированная жизненная емкость легких, объем форсированного выдоха за первую секунду его выполнения, минутный объем дыхания.

Для измерения жизненной емкости легких (ЖЕЛ) испытуемые делают максимально глубокий вдох, а после максимально глубокий выдох через мундштук в спирометр. Измерения производятся три раза, и в работе берут максимальное полученное значение.

Форсированной жизненной емкостью легких (ФЖЕЛ) является объем воздуха, который испытуемые могут выдохнуть при усиленном и быстром выполнении выдоха после максимального вдоха.

Дыхательный объем (ДО) измеряется при спокойном дыхании, вдох выполняется через нос, а выдох через рот в спирометр. После 3 – 5 выдохов получают среднюю величину дыхательного объема.

Объем форсированного выдоха за первую секунду его выполнения ($ОФВ_1$) представляет собой объем воздуха, который выдыхается пациентом в течение первой секунды при выполнении форсированного выдоха.

Минутный объем дыхания (МОД) вычисляется путем умножения частоты дыхания (ЧД) на дыхательный объем. В итоге мы получаем количество воздуха, поступающее в легкие в течение одной минуты при спокойном обычном дыхании.

Все полученные спирометрические показатели 13 испытуемых были статистически обработаны. В таблице 1 показаны усредненные значения каждого из показателей.

Таблица 1. Спирометрические показатели, измеренные в разных условиях

Условия / название показателя	ЖЕЛ	ФЖЕЛ	ДО	ОФВ1	МОД
В состоянии покоя	4 ±1,1	4,32 ±1,6	0,94 ±0,3	1.4 ±0,4	18,74 ±3
После физ. нагрузки в помещении	3,98 ±0,9	4,19 ±1	1,40 ±0,5	2,04 ±0,8	24,96 ±6
После физ. нагрузки в парке	4,06 ±0,8	3,45 ±0,5	1,35 ±0,4	1,42 ±0,4	22.6 ±4
После физ. нагрузки у автомобильной дороги	3,4 ±1,4	3,62 ±1,5	1,22 ±0,4	1,48 ±0,3	23.5 ±5

Для каждого из измеренных показателей были построены гистограммы (рис. 2).

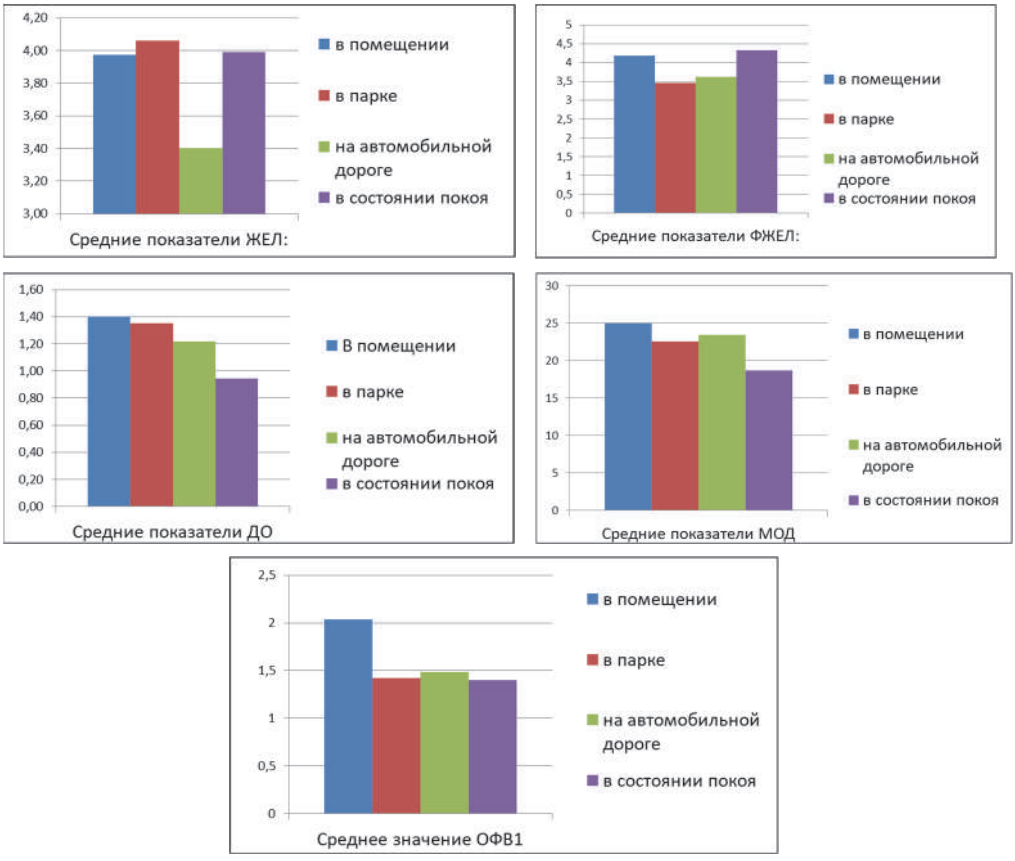


Рис. 2. Спирометрические показатели в разных условиях

Мы можем заметить, что дыхательный объем, минутный объем дыхания и в некоторой степени объем форсированного выдоха за первую секунду увеличивается во всех местах проведения физических упражнений. Очевидно, что увеличение этих показателей вызвано физической нагрузкой [2]. Но около автомобильной дороги по сравнению с другими местами проведения упражнений уменьшаются такие показатели, как жизненная емкость легких и дыхательный объем, а, следовательно, уменьшается и доставка кислорода к внутренним органам. Выхлопные газы, которые имеются в воздухе у дороги, могли спровоцировать это, ведь содержащиеся в

них вещества отрицательно влияют на дыхательную систему, затрудняя попадание воздуха во все ее органы и нарушая их работу [3].

Также минутный объем дыхания в помещении и на дороге выше, чем в парке, что свидетельствует о гипервентиляции легких – состоянии, для которого характерно слишком быстрое или глубокое дыхание, которое, в свою очередь, может привести к нарушению баланса кислорода и углекислого газа в крови, а впоследствии вызовет одышку, головокружение, слабость и прочее.

Еще можно заметить, что показатели форсированной жизненной емкости легких и объем форсированного выдоха за первую секунду в парке ниже, чем в остальных условиях. Это говорит о том, что около автомобильной дороги и в помещении усиливается легочная вентиляция [4]. В состоянии же покоя она является более высокой, так как в эксперименте принимали участие лица, не занимающиеся спортом, и при нагрузке объем функционального мертвого пространства мог возрасти [3].

Итак, для выполнения физических нагрузок лучше всего подойдет парк, так как в этих условиях организму удается получать нужный объем кислорода, затрачивая меньшее количество энергии, что подтверждается более низкими показателями форсированной жизненной емкости легких, объема форсированного выдоха за первую секунду, минутного объема дыхания.

Кроме того, помещение является лучшим местом для физических упражнений по сравнению с автомобильной дорогой, так как показатели жизненной емкости легких и дыхательного объема в парке и в помещении выше, а следовательно, выше и уровень поступающего в легкие кислорода.

Хоть данные выводы и являются довольно очевидными, в науке принято подтверждать любую гипотезу экспериментом, не принимая ничего только на веру.

Литература

1. Организация работы по исследованию функционального состояния легких методами спирографии и пневмотахографии и применение этих методов в клинической практике. Методические рекомендации. – Министерство здравоохранения республики Беларусь, 2002.

2. Баранова Е.А., Капилевич Л.В. Влияние физической нагрузки на показатели легочной вентиляции у спортсменов. // Вестн. Том. гос. ун-та, 2013, № 374, с. 152 – 155.

3. Абдурахманова Э.Г. Влияние выхлопных газов на организм человека. // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, 2015, № 1, с. 53 – 57.

4. Гайтон А.К., Холл Дж.Э. Медицинская физиология. / Пер. с англ. Под ред. В.И. Кобрина. – М.: Логосфера, 2008.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Студент: – А еще в головном мозге есть мышцы!!!
Преподаватель: – ?!?!?!?
Студент: – Для того, чтобы извилинами шевелить.

– Возможен ли трансфер генов между акулой и картошкой?
– Тебя интересует способная постоять за себя картошка или богатая крахмалом акула?

Олимпиады

Глаголев Сергей Менделевич
Кандидат биологических наук, учитель биологии Московской школы на Юго-Западе № 1543, доцент Специализированного учебно-научного центра Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

Интернет-олимпиада СУНЦ МГУ – 2020. Задачи по биологии второго тура

В этом году на Интернет-олимпиаде СУНЦ МГУ задачи по биологии были одинаковыми для всех классов от 7 до 10. Но учащимся 7-8 классов засчитывались баллы за 7 лучших ответов, а ученики 9-10 классов должны были ответить на все вопросы.

Вопрос 1

Зигота (или соответствующая ей стадия жизненного цикла) делится мейозом у а) вольвокса; б) инфузории-туфельки; в) медузы; г) фораминиферы; д) мухомора.

У вольвокса и других вольвоксовых зеленых водорослей редукция зиготическая – зигота сразу делится мейозом, остальные стадии жизненного цикла гаплоидные. У инфузорий зиготе соответствует стадия с одним диплоидным ядром – синкарионом, которое образуется при слиянии пронуклеусов во время полового процесса. Синкарион делится митозом, один из его потомков становится микронуклеусом (малый ядром), другой – макронуклеусом (большим ядром). У медуз, как и у большинства животных, мейоз происходит при образовании гамет. У фораминифер редукция промежуточная, при мейозе образуются одноядерные агаметы, которые вырастают в многоядерное гаплоидное поколение – гамонтов; затем они образуют гаметы, а после слияния гамет образуются гамонты (зиготы), вырастающие в диплоидное многоядерное поколение. Наконец, у мухомора зиготе соответствуют базидии, образующиеся на нижней поверхности плодовых тел в результате слияния ядер двуядерного вторичного мицелия; они сразу же делятся мейозом, образуя базидиоспоры.

Правильный ответ: а, д.

Вопрос 2

Жизненный цикл – смена всех поколений (разных организмов) в результате размножения. Иногда отдельным поколением жизненного цикла считают гаметы. Особи разного пола, появляющиеся в результате одного и того же способа размножения и имеющие одинаковую плоидность, считаются одним поколением. ***Ровно два разных многоклеточных*** *поколения есть в жизненном цикле: а) медузы Aurelia aurita; б) бычьего цепня Taenia solium; в) печеночной двуустки Fasciola hepatica; г) папоротника Matteuccia struthiopteris; д) красной водоросли Polysiphonia fucoides.*

У медузы аурелии в жизненном цикле сменяются два многоклеточных поколения – полипов-сцифистом и медуз. У бычьего цепня поколение в жизненном цикле одно, в ходе его развития личинка-онкосфера превращается в финну, а затем во взрослого червя. У печеночной двуустки напротив, три многоклеточных поколения, сменяющие друг друга в результате размножения: 1) мирацидий – спороцита; 2) редии; 3) церкария – взрослый червь (марита). У папоротников два многоклеточных поколения – гаметофит и спорофит. А вот у красной водоросли полисифонии три многоклеточных поколения – гаметофит, карпоспорофит и тетраспорофит (см. https://vcbio.science.ru.nl/en/virtuallessons/redalgae/).

Правильный ответ: а, г.

Вопрос 3

На фото – морское животное. Этот организм: а) одиночный; б) имеет подвижных личинок; в) живет в симбиозе с зоохлореллами; г) может жить на глубине 300 м; д) имеет центральную нервную систему.

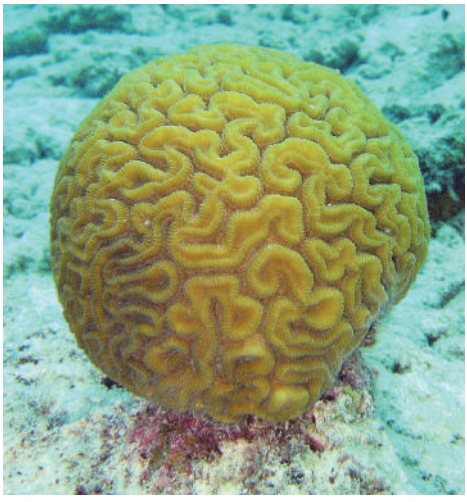


Рис. 1.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Brain_coral.jpg

На фото – *Diploria labyrinthiformis* из отряда мадрепоровые кораллы. Ее крупные (до 2 м в поперечнике) колонии состоят из тысяч мелких полипов-зооидов. После полового размножения из яиц развиваются планктонные личинки-планулы, которые плавают за счет работы ресничек и разносятся морскими течениями на большие расстояния. Этот коралл, как и большинство мадрепоровых кораллов, живет в симбиозе с водорослями, но не с зоохлореллами, а с зооксантеллами – динофлагеллятами из рода *Simbiodinium*. Такие кораллы называются «герматипными» и не живут на глубине больше 150 – 200 м, так как там не хватает света для их симбионтов. Наш вид не встречается глубже 50 м. Как и у других представителей типа стрекающие, у кораллов нет центральной нервной системы – их нервная система представляет собой диффузную сеть со сгущениями в некоторых участках тела.

Правильный ответ: б.

Вопрос 4

Использование терминов «синцитий» и «плазмодий» в биологии неоднозначно. Будем считать, что синцитий – это многоядерное образование (клетка), которое возникло в результате полного или частичного слияния одноядерных клеток. Истинный плазмодий – многоядерное образование (клетка), которое возникло из одноядерной в результате многократного деления ее ядра без деления цитоплазмы (цитокинеза). При таком использовании этих терминов истинными плазмодиями являются: а) плазмодий слизевика Physarum; б) «слизень» слизевика Dictyostelium; в) зародыш дрозофилы на стадии синцитиальной бластодермы; г) эритроцитарный шизонт малярийного плазмодия; д) остеокласт человека.

У плазмодиального слизевика физарума многоядерная стадия – истинный плазмодий, он образуется из зиготы в результате деления ее единственного ядра. Известный модельный объект диктиостелиум – клеточный слизевик, его «слизень» образуется в результате слипания (а не слияния) одиночных клеток-миксамеб, так что многоядерных клеток у него нет. Зародыш дрозофилы образуется в результате неполного дробления – деления ядра зиготы без цитокинеза, так что на стадии «синцитиальной бластодермы» это истинный плазмодий. В результате деления ядра исходно одноядерной клетки (только гаплоидной) образуются и многоядерные шизонты малярийного паразита, так что это тоже плазмодии. А вот многоядерные клетки-остеокласты, разрушающие костный матрикс человека при росте и перестройке костной ткани – продукты слияния одноядерных клеток-моноцитов, так что это синцитии.

Правильный ответ: а, в, г.

Вопрос 5

При помощи ресничек человек: а) чувствует запахи; б) чувствует вкус пищи; в) удаляет слизь из трахеи; г) воспринимает свет; д) перемешивает и всасывает пищу в тонкой кишке.

Обонятельные клетки-рецепторы носовой полости человека имеют погруженные в слизь реснички (только центральной пары микротрубочек в них почти на всем протяжении нет, поэтому они неподвижные, см. рис. 2). На этих ресничках и расположены обонятельные белки-рецепторы.

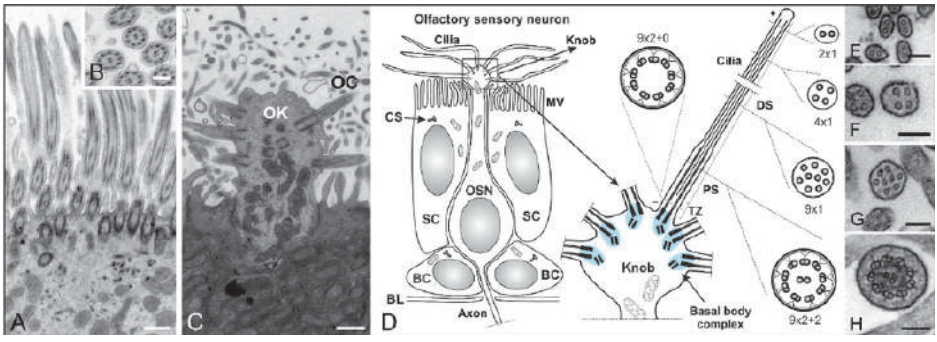


Рис. 2. Электронные микрофотографии и схема строения обонятельного рецептора (чувствительного нейрона, OSN) и его ресничек (cilia). По бокам от клетки-рецептора – поддерживающие клетки с микроворсинками (https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-cilia-in-the-mouse-respiratory-and-olfactory-epithelium-A-C_fig2_281859636)

За вкус отвечают клетки-рецепторы вкусовых почек, у которых есть микроворсинки, но нет ресничек. Микроворсинки, в отличие от ресничек, не имеют базального тельца, а их цитоскелет состоит из актиновых филаментов, а не из микротрубочек. Вся трахея (и бо́льшая часть остальных воздухоносных путей) у человека выстлана ресничным эпителием с подвижными ресничками, их функция – удаление слизи с налипшей пылью и микробами.

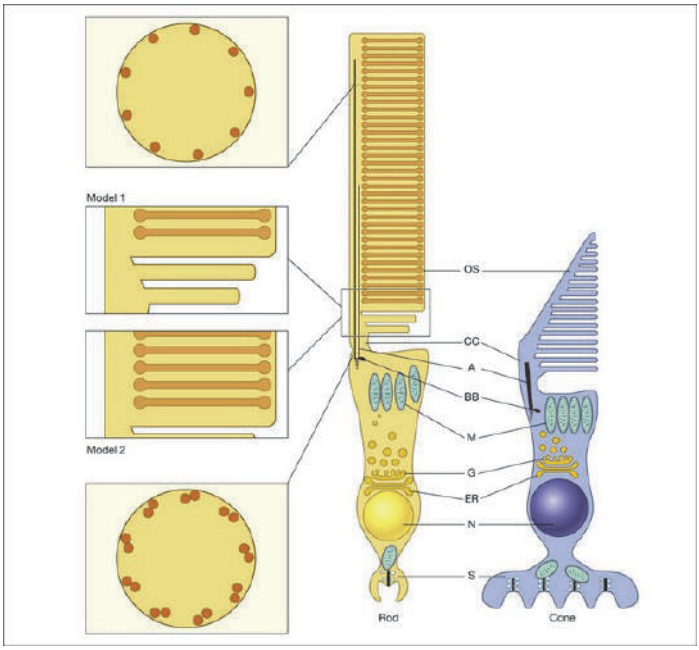


Рис. 3. Схема строения палочки (Rod) и колбочки (Cone). Слева (внизу и вверху) схемы поперечного среза реснички палочки на разных уровнях (https://clinicalgate.com/structure-and-function-of-rod-and-cone-photoreceptors/)

Световоспринимающие сегменты наших фоторецептров – палочек и колбочек – тоже видоизмененные реснички (рис. 3). У них есть базальные тельца, а в начальном участке – 9 пар микротрубочек (центральная пара отсутствует). А вот в тонком кишечнике, напротив, ресничек нет. Поверхность всасывания увеличивается за счет тесно расположенных микроворсинок, а перемешивание пищи осуществляется в основном за счет перистальтики – ритмичных сокращений мышц стенки кишечника.

Правильный ответ: а, в, г.

Вопрос 6

Аксон человека перестанет генерировать и проводить нервные импульсы (сразу же или в течение нескольких секунд), если в нем заблокировать: а) потенциал-зависимые натриевые каналы; б) все калиевые каналы; в) все кальциевые каналы; г) натрий-калиевую АТФазу; д) протонную АТФ-синтетазу.

За генерацию и проведение нервного импульса в аксонах отвечают ионные каналы на их мембране. Главную роль в этом играют потенциал-зависимые натриевые каналы. При достижении мембранным потенциалом порога они открываются, и ионы натрия входят в клетку. Это и есть момент возникновения нервного импульса. Эти каналы блокируют такие

нейротоксины, как тетродотоксин и сакситоксин; при их воздействии аксоны не генерируют и не проводят нервные импульсы.

Однако для возвращения мембранного потенциала к исходному состоянию (реполяризации) из клетки должны быстро выходить ионы калия; для этого нужны потенциал-зависимые калиевые каналы, открывающиеся примерно на пике нервного импульса (в отличие от постоянно открытых калиевых каналов утечки). Если их заблокировать – аксон еще сможет работать, только длительность каждого нервного импульса сильно увеличится (хотя некоторые модели показывают, что блокада проведения нервных импульсов может возникать и при отключении только этих каналов). Но если удастся блокировать все калиевые каналы – реполяризация станет практически невозможной, как и генерация нервных импульсов.

Однако нервные импульсы не прекратятся сразу, если блокировать работу протонной АТФ-синтетазы (которая отвечает за синтез АТФ в митохондриях) или натрий-калиевую АТФазу (которая расходует АТФ и за счет этого выкачивает из клетки ионы натрия и закачивает в нее ионы калия, поддерживая разность их концентраций).

Со временем они, конечно, прекратятся – если в клетке нет АТФ, то откачивать ионы натрия наружу не получится (как и закачивать внутрь ионы калия), и их концентрации внутри и снаружи постепенно уравняются. Но произойдет это (особенно в толстых аксонах) далеко не сразу. В опытах на гигантских аксонах кальмара с заменой цитоплазмы раствором с внутриклеточными концентрациями основных ионов (но без АТФ!) такие «шкуры» аксонов могли генерировать тысячи импульсов (правда, постепенно уменьшающейся амплитуды). В условиях же покоя такие аксоны смогут генерировать нервные импульсы и через час.

Кальциевые каналы, как правило, не участвуют в генерации и проведении нервных импульсов (хотя это бывает в некоторых аксонах гидроидных медуз). В «обычных» аксонах они открываются, когда нервный импульс доходит до нервного окончания – под действием ионов кальция происходит выделение нейромедиатора.

Правильный ответ: а, б.

Вопрос 7

В грудном молоке, в отличие от искусственной молочной смеси, содержатся: а) витамины; б) ионы железа; в) лизоцим; г) антитела; д) клетки иммунной системы.

И витамины, и ионы железа обычно в большем количестве содержатся в молочных смесях, чем в грудном молоке (железа в молоке вообще очень мало, по усредненным данным – около 0,2 – 0,4 мг/л; его суточные потери выше, и в первые полгода жизни ребенок постепенно тратит запасы железа, «отнятые» у матери во время внутриутробного развития). А вот защитные белки (лизоцим и антитела, как и некоторые другие) и тем более клетки иммунной системы ребенок действительно получает с грудным молоком, но не получает при искусственном вскармливании. Как ни странно, многие из материнских клеток и белков не перевариваются в желудочно-кишечном тракте грудного ребенка и попадают в его кровоток. Они играют важную (хотя далеко не до конца изученную) роль в иммунной защите организма младенца и в развитии его собственной иммунной системы.

Правильный ответ: в, г, д.

Вопрос 8

При осуществлении коленного рефлекса: а) сигнал поступает в спинной мозг от рецепторов сухожилия; б) на мышцу-разгибатель коленного сустава действуют возбуждающие мотонейроны, а на мышцу-сгибатель – тормозные; в) на этот процесс не влияет головной мозг, достаточно всего двух спинномозговых нейронов; г) мотонейроны посылают сигналы, которые запускают их собственное торможение; д) при разгибании коленного сустава одной ноги сустав другой ноги сгибается.

Рецепторы коленного рефлекса – мышечные веретена, видоизмененные мышечные волокна, и находятся они внутри самой мышцы. Тормозных мотонейронов скелетных мышц у человека нет; при осуществлении коленного рефлекса на мотонейроны мышцы-сгибателя (мышца-антагонист той четырехглавой мышцы бедра, которая должна сократиться) действуют тормозные интернейроны, поэтому она расслабляется.

Хотя рефлекторная дуга коленного рефлекса замыкается через спинной мозг, головной мозг оказывает влияние на осуществление даже такого «простого» рефлекса. При травме (полном разрыве) спинного мозга коленный рефлекс временно вообще исчезает. Причины этого явления ясны не до конца.

Мотонейроны, которые контролируют основные (экстрафузальные) мышечные волокна, посылают боковые веточки своих аксонов к специальным тормозным вставочным нейронам – клеткам Реншоу. Эти клетки тормозят те самые мотонейроны, которые их возбудили (поэтому пункт г – верный). Предполагается, что это стабилизирует уровень возбуждения мотонейронов.

А вот на мышцы другой (контралатеральной) ноги осуществление коленного рефлекса не влияет – по крайней мере так, как описано в ответе. Ведь типичная ситуация, когда этот рефлекс срабатывает – увеличение нагрузки, вызвавшее растяжение мышц (например, если вам на спину внезапно прыгнул товарищ) – приведет к рефлекторному разгибанию обоих коленных суставов.

Правильный ответ: г.

Вопрос 9

При замене одной аминокислоты в белке из-за мутации в его гене общая форма глобулярной белковой молекулы не изменилась. При этом на поверхности белка может появиться новый гидрофобный участок, если произойдет замена: а) валина на лейцин; б) валина на лизин; в) тирозина на фенилаланин; г) глутаминовой кислоты на валин; д) лизина на метионин.

В этом вопросе требовалось проанализировать гидрофильность и гидрофобность радикалов разных аминокислот. У валина и лейцина радикалы гидрофобные, нового гидрофобного участка не появится. Лизин имеет заряженный (гидрофильный) радикал, при замене им валина гидрофобный участок исчезнет с поверхности белка. Радикал тирозина отличается наличием ОН-группы от радикала фенилаланина, поэтому он более гидрофильный; при замене тирозина на фенилаланин появится новый гидрофобный участок. Глутаминовая кислота имеет заряженный гидрофильный радикал, при ее замене на валин появляется новый гидрофобный участок (именно это происходит при мутации, приводящей к серповидно-клеточной анемии). Радикал лизина заряженный и гидрофильный, при его замене на метионин тоже появится новый гидрофобный участок на поверхности белка.

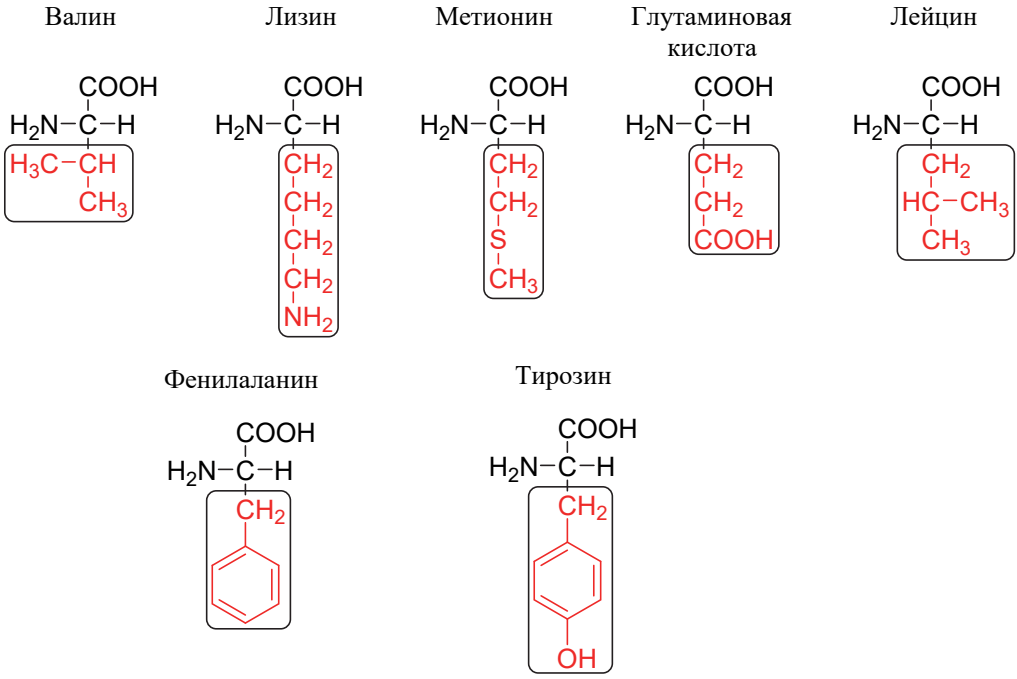


Рис. 4. Аминокислоты

Правильный ответ: в, г, д.

Вопрос 10

При скрещивании aaBB×AAbb и разных вариантах наследования признаков расщепление по фенотипу во втором поколении гибридов может быть: а) 1:2:1; б) 3:1; в) 6:4:4:1:1; г) 12:3:1; д) 9:7.

В первом поколении все потомки будут иметь генотип AaBb, и при нормальном дигибридном скрещивании мы ожидаем расщепления по фенотипу во втором поколении 9:3:3:1. Но и все перечисленные в вопросе варианты возможны. Первые два из них появляются, если гены A и B полностью сцеплены. В этом случае при полном доминировании (по обоим генам) в F2 будет расщепление 3:1, а при неполном – 1:2:1. В остальных случаях гены A и B наследуются независимо. Расщепление 6:4:4:1:1 наблюдается в дигибридном скрещивании при полимерии – когда два гена отвечают за один признак, а его выраженность зависит от общего числа доминантных аллелей. Понятно, что тут будет пять фенотипических классов (4 доминантных аллеля, 3, 2, 1 и 0); рассчитать их соотношение можно с помощью треугольника Паскаля или по формуле[1]. Два последних случая наблюдаются при доминантном и рецессивном эпистазе[2], хотя случай 9:7 часто называют также комплементарностью. При варианте г ген A подавляет проявление аллелей гена B, и все особи A--- имеют один генотип (12/16), aaB- – другой (3/16), а aabb – третий (1/16). При варианте д один фенотип имеют особи A-B- (9/16), другой – все остальные (7/16) (на месте прочерков могут стоять любые аллели).

Правильный ответ: а, б, в, г, д.

[1] см. Пара на миллион – https://elementy.ru/problems/1914/Para_na_million.
[2] см. http://edudata.olimpiada.ru/c/genetics/070105.html.

Вопрос 11

По источникам в интернете разберитесь в механизме действия адреналина на клетку (см. рис. 5).

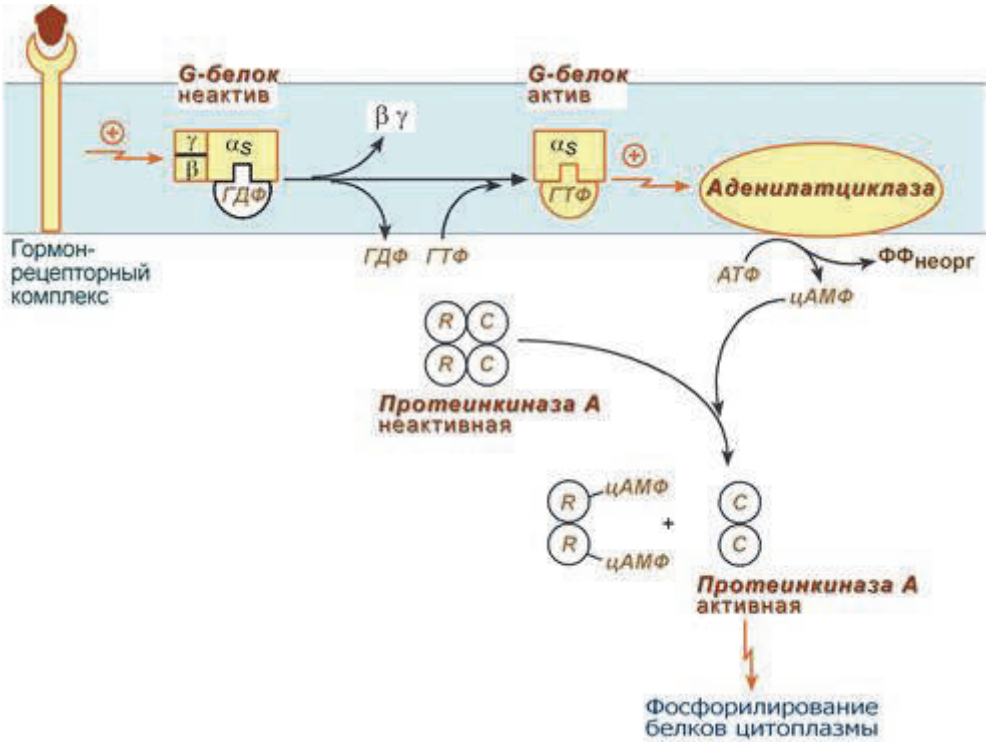


Рис. 5. https://biokhimija.ru/gormony/adenilatciklaza.html

Усиления сигнала в этом каскаде нет на этапе: а) действия гормона на рецептор; б) активации G-белка; в) активации аденилатциклазы; г) синтеза цАМФ; д) активации протеинкиназы А.

Усилением сигнала называется ситуация, когда за время действия предыдущей молекулы она успевает активировать или синтезировать несколько молекул следующего звена сигнальной цепочки (каскада). Этого не происходит, когда гормон (адреналин) действует на рецептор (одна молекула гормона связывается с одной молекулой рецептора и активирует ее). Пока гормон «сидит» на рецепторе, тот успевает активировать около сотни молекул G-белка (есть усиление). Каждая активированная альфа-субъединица G-белка активирует одну молекулу аденилатциклазы (нет усиления). За время активации одна молекула аденилатциклазы синтезирует тысячи молекул цАМФ (есть усиление). Для активации двух молекул (субъединиц) протеинкиназы А нужно четыре молекулы цАМФ (нет усиления, сигнал ослабляется в два раза). На схеме ослабление не показано; тут можно было разобраться по дополнительным источникам, но это не принципиально – главное, что усиления на этом этапе нет.

Правильный ответ: а, в, д.

Вопрос 12

Верные утверждения о функционировании цитоскелета и моторных белках:

а) если приклеить к стеклу молекулы кинезина, то в растворе АТФ микротрубочки будут ползать по стеклу своими +концами вперед;

б) две одинаковые молекулы кинезина могут двигаться по одной микротрубочке в разные стороны, если несут разный груз;

в) динеин, кинезин и миозин – это ферменты;

г) при помощи миозина мембранные везикулы двигаются по филаментам из актина;

д) при передозировке колхицина может снизиться выделение секретов большинство желез.

Кинезин «шагает» по микротрубочкам от –конца к +концу; если его закрепить на стекле, то он должен двигать микротрубочки –концами вперед (это и наблюдается в экспериментах).

К +концам движутся почти все известные кинезины; только один из них, выделенный в 2011 г. из дрожжей, может менять направление движения[3]. Но это зависит не от груза, а от объединения молекул самого кинезина в группы: поодиночке (и по одной микротрубочке) они движутся «нормально», а группами начинают шагать к –концам, раздвигая антипараллельные микротрубочки. Описанная в пункте б) ситуация неизвестна науке.

Все перечисленные в пункте в) моторные белки – ферменты, расщепляющие АТФ (АТФазы). Именно так они получают энергию для своего движения.

Динеин и кинезин движутся по микротрубочкам, в миозин – по актиновым микрофиламентам; при этом «немышечные» миозины могут транспортировать везикулы (мембранные пузырьки).

При передозировке колхицина нарушается сборка микротрубочек, и это действительно приводит к ослаблению экзоцитоза, т. е. выделения секретов большинства желез. Ведь секреторные везикулы обычно движутся к поверхности клеток по микротрубочкам.

Правильный ответ: в, г, д.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

В США осудили подростка на 2 года за издевательство над животными. Он купил стопку разноцветной бумаги, посадил на нее хамелеона и стал выдергивать по листу. Хамелеон успел поменять цвет 19 раз, после чего позеленел и умер.

– Я эксперт по идентификации птиц.
– Да ладно! Как насчёт тех двух на дереве?
– Да, это птицы.

– Какое по счету образование вы хотите получить?
– Третье.
– Вот как. А какие у вас уже есть?
– Фольклорист и генетик.
– Странный выбор. А почему вы еще и биологом хотите стать?

Парень открывает коробку, выпускает на стол приемной комиссии десяток маленьких избушек на курьих ножках.

– Понимаете, они уже третий день ничего не едят...

[3] см. https://en.wikipedia.org/wiki/Kinesin.

Ромашов Леонид
Куратор 11 класса Московской городской олимпиады школьников по химии.
Кандидат химических наук, научный сотрудник Института органической химии им. Н.Д.
доцент факультета химии НИУ ВШЭ
химического факультета МГУ им. М.В.
заведующий химическим отделением Школы №

Международной химической олимпиаде.

LXXV Московская олимпиада школьников по химии (11 класс)

Комплект заданий для 11 класса
школьников по химии, как всегда, наиболее разносторонний и в хорошем смысле слова сложный: для решения этих задач недостаточно вызубрить свойства веществ, тут нужно подумать и посчитать. Рекомендуем, прочитав условие, попытаться найти решение самостоятельно, а не приступать к его чтению сразу же.

состоит из трех элементов. При взаимодействии веще- с водным раствором гидроксида калия получается смесь двух Полученный раствор обработали избытком водного раствора иодоводорода. Наблюдали выделение бесцветных газов
брали методом вытеснения воды. Плотность по водороду полученной газовой смеси составила 16,4 (раство-

бречь). Если для сбора газов вместо воды использовать раствор щелочи, то в приемнике собирается только газ риобретающий на воздухе оранжевую окраску. Определите веще- и запишите уравнения описанных в задаче реакций, если известно, что молярная масса больше молярной массы

Бесцветный газ
щий на воздухе оранжевую окраску

, находящийся в пробирке, оранжевеет на границе с воздухом

Средняя молярная масса газовой смеси составляет

×

следовательно, второй газ в смеси имеет молярную массу больше г/моль. Поскольку газ ется под действием кислоты и поглощается раствором щелочи, бесцветен и плохо растворим в воде (т. быть собран методом вытеснения воды), логично предпо . В таком случает газы разуются в соотношении 1 образом, вещество

углерод и азот в соотношении 1 скольку при реакции со щелочью образуются соли кислородсод кислот, логично предположить, что третий элемент в составе лород. Указанному составу соответствует тетранитрометан

представляет собой бесцветные кристаллы, хорошо растворимые в воде. 22,68 растворили в воде и добавили к полученному раствору избыток 5 твора нитрата серебра. При этом выг желтого осадка), темнеющего на свету). Если такую же массу в реакцию с избытком иода в среде гидроксида натрия, то выпадет 82,74 желтого осадка , обладающего характерным «медицинским» запахом). При прокаливании 22,68 образуется вещество

вестно, что вещество ним из продуктов

Определите вещества пишите уравнения реакций 1 какому классу веществ относится ве-

+ 2HI = 2KI + CO ↑

+ 4HI = 2KI + 2NO↑

(поскольку щелочь в избытке, образование кислой соли не засчиты-

Критерии оценивания:
Формулы веществ А

Уравнения реакций

Неверно уравненные реакции

Расчеты отдельными баллами не

Желтое вещество, темнеющее на по всей видимости

Если считать, что вещество один атом иода, то молярная

Поскольку вещество
массу при нагревании, можно пред-
кристаллогидрат
неорганического иодида

что соответствует иодиду натрия

Выпадение желтого осадка с характерным запахом, образующимся при действии иода в щелочной среде , указывает на протекание иодоформной реакции, т.

https://chem.ru/uploads/posts/2003/1584518407_jodoform.jpg

моль некоторого метилкетона. Молярная масса кетона:

что соответствует ацетону.

Таким образом, вещество
кристаллосольват

↓

↓

COONa + 3NaI + 3H

CO = NaI + 3(CH ↑

Критерии оценивания:

Формула вещества

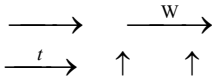
Формулы веществ

Уравнения реакций 1

Неверно уравненные реакции

Класс соединения (кристалло-
балла (за ответ «кри-
балл, за ответ

Синтез известного противодиабетического препарата



На первой стадии вещество
ляющееся первым органическим веществом, полученным из неорганического, реагирует с веществом
стоящим из трех элементов. Известно, что в водном растворе веще-
со временем образуется веще-

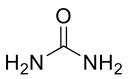
собой белое кристаллическое вещес

тво растворимое в воде, которое при нагревании распадается два газа . Оба газа обладают резким неприятным запахом, хорошо растворимы в воде и влияют на ср
причем в растворе
ная, а в растворе кислая. Известно,
в 1,233 раза тяжелее па-
дает белый творожистый осадок при взаимодействии с раствором нитрата серебра.

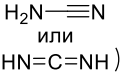
Определите неизвестные веще-

Из какого неорганического вещества было получено вещество

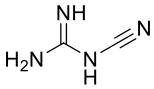
Приведите уравнение реакции. Как звали ученого, впервые осуществившего это превращение?



X

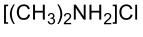


Y

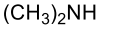


(возможны другие таутомеры)

U

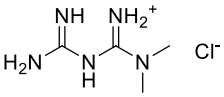


W



M

N



Метформин

(возможно протонирование по другому иминному азоту)

Z

Мочевина была получена немецким химиком Фридрихом Вёгоду при нагревании ци-

Критерии оценивания:
Структуры соединений

Формула цианата
уравнение реакции

Указание фамилии Вёлера

Диметиламин применяется в синтезе 1,1 диметилгидразин , известного также как гептил, несимметричный диметилгидразин, НДМГ.

применяется в синтезе ракетного топлива
структуру и название соед

вакуумированный сосуд объе- л поместили 3,96
нагрели его до 250
давление в сосуде, если
приведите в атмосферах. Рассчитайте состав равновесной смеси (в мольных процентах). Затем в сосуд моль аргона и на
°C и общего давления 1,5
при таких условиях равна 1,8. Рассчитайте мольные доли всех веществ (в процентах) в полученной системе после установления нового равновесия. Обратите внимание, что после введения аргона объем сосуда мог и мениться. Как влияет введение инертного газа на положение равновесия в газофазных реакциях?

В сосуде протекает следующая обратимая реакция:

Исходное количество фосгена

Исходная концентрация фосгена

Концентрационную константу равновесия можно найти из

к. изменение количества вещества в данной реакции равно 1. Важно обратить внимание, на то, парциальные давления в ставляются в атмосферах, а кон- в моль/л, поэтому универсальную газовую постоян- необходимо использовать выраженную в л стандартное значение в СИ К). В таком случае

Найдем равновесные концентрации:

Получаем квадратное уравнение:

$$1{,}2 = \frac{\left(\frac{0{,}03705 + y}{1{,}07705 + y}\right)^2}{\left(\frac{0{,}00295 - y}{1{,}07705 + y}\right)}$$

Преобразуя данное выражение, получаем квадратное уравнение:

найденных корней смысл имеет

Из найденных корней смысл имеет только второй.

Найдем равновесные концентрации и количества веществ:

Общее количество вещества

$= 0{,}00295 + 0{,}03705 + 0{,}03705 =$

Мольные доли веществ:

χ $) = 0{,}00295/0{,}07705 = 0{,}0382 =$

χ χ $0{,}03705/0{,}07705 =$

Давление в сосуде рассчитаем по уравнению Менделеева

$= 0{,}07705 \cdot 0{,}0821 \cdot 523/10 =$

Рассмотрим теперь систему после введения инертного газа:

Общее количество			

Равновесные количества ве-

Общее количество вещества

χ $) = 0{,}001165/1{,}078835 =$

χ χ) = 0,03884/1,078835 =

χ) =1/1,078835 = 0,9269 = 92,69

Введение инертного газа в газофазную реакцию действует аналогично понижению общего давления, поскольку при этом уменьшаются парциальные давления учас

Критерии оценивания:

Уравнение реакции

Верные значения равновесных мольных долей

Верные формулы при неверном числовом ответе оцениваются в

Верное значение давления

Верные значения мольных долей после введения аргона

Если на предыдущем этапе участником получены неверные количества веществ, но расчет для системы с инертным газом произведен верно, то за данный пункт ставится полный балл.

Влияние инертных газов на рав-

, содержащее % углерода, 11,69 18,18% азота (по массе) и имеет плотность паров по азоту, равную 11.

обладает высокой симметрией, атомы азота в ней образуют тетраэдр. Соединение пользовано в синтезе чрезвычайно необычного вещества

ввели в реакцию с эквимолярным количеством бромоводорода и получили вещество

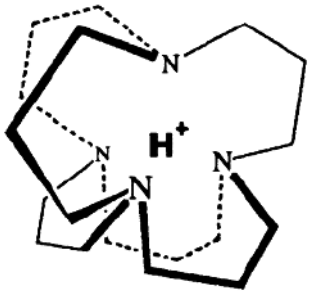
пропустили через колонку, заполненную анионообменной смолой, предварительно промытой концентрированным раствором гидроксиацетата натрия. Получили ве- . Далее вещество бавили к раствору натрия в смеси жидкого аммиака и метиламина при °C. При этом выпал осадок веще- , содержащий 38,33 (по массе). В растворе при этом осталось соединение . Аккуратное упаривание летучих компонентов приводит к образованию крайне нестабильных золотистых кристаллов ве- . Определите вещества

напишите уравнение реакции полу-

вают «инвертированным вите бинарное соединение ните причину такого названия.

На основании данных элементного

лекула обладает тетраэдрической симметрией, а тетраэдр имеет 6 рёбер, можно сделать вывод, что атомы соединены мостиками из трех метиленовых групп (18/6 = 3).



. Внутри молекулы есть полость, которая прочно связывает ион водорода

На анионообменной смоле происходит замена бромида на гидроксиацетат. Вещество

На анионообменной смоле происходит замена бромида на гидроксиацетат. Вещество

это динатриевое производное гидроксиуксусной кис-

представляет собой натрид (класс алкалиды):

Уравнение реакции:

↓

↑

называют «инвертированным гидридом натрия», поскольку в его

(массовая доля водо- %) обесцвечивающее бромную воду и подкисленный раствор перманганата калия, при реакции с одним эквивалентом амида натрия дает вещество

вступает в реакцию с метилиодидом с образованием

взаимодействует с ацетиленом и ацетонитрилом в присутствии рутениевого катализатора с

вступает в аналогичные реакции, да- , являющиеся гомологами

вают подкисленный раствор перман-

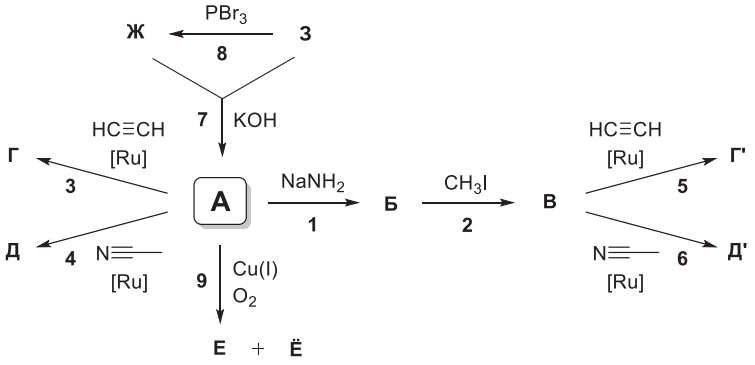
получают реакцией , в присутствии одного эквива-

бым цветочным запахом.

В концентрированных растворах под действием кислорода и солей

с молекулярной массой в несколько тысяч г/моль (при этом также образуется побочный (молярная масса менее г/моль), раствор которого не дает осадок с аммиачным раствором ок-

Приведите структурные формулы 11 неизвестных веществ и напишите уравнения реакций 1



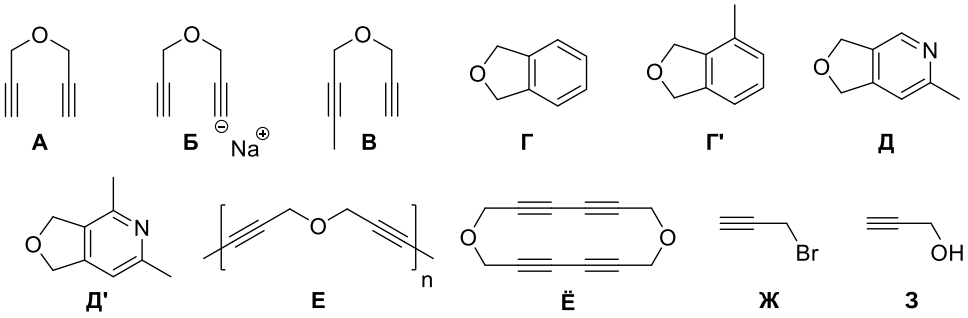
На основании массой доли водорода найдем молярную массу соединения А, получим 15,666 каждый атом водорода в молекуле.

Следовательно, количество водородов кратно 3. Однако, если в соединении А только три атома Н, то М(А) = г/моль, но нет разумной

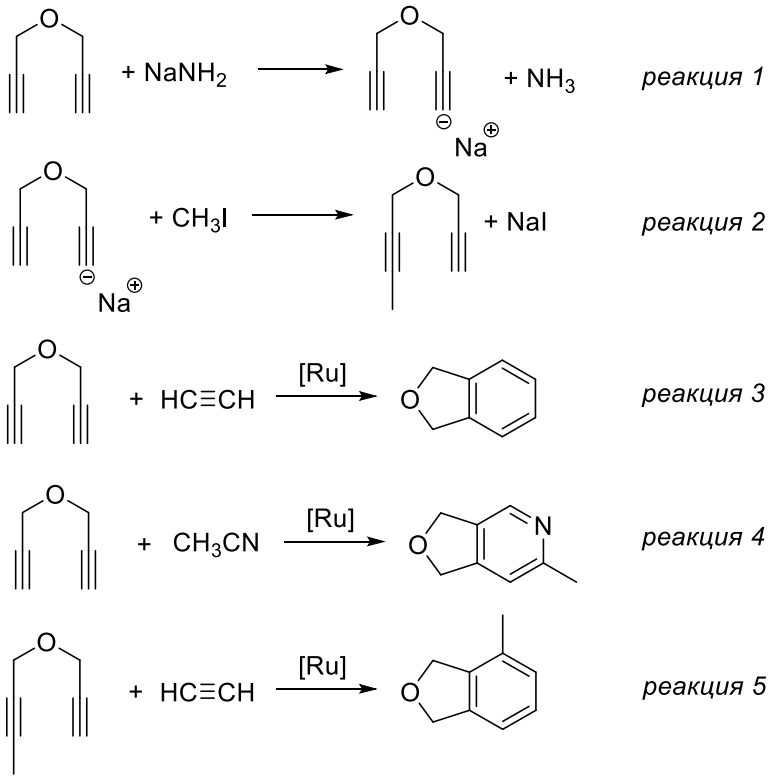
структуры, удовлетворяющей данной молярной массе. Если атомов водорода шесть, то M(A) = 94
что соответствует формуле C
описанным в задаче свойствам
можно предположить, что A
нальный алкин, а поскольку данн
алкин может полимеризоваться в

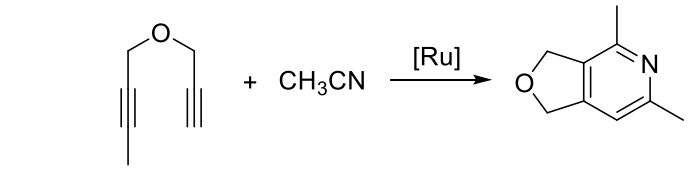
условиях реакции Глазера (
), то алкин A дважды терминальный, что соответствует дипропаргиловому эфиру. Данный факт подтверждается тем, что вещество A получают путем взаимодействия спирта и бромпроизводного в прису

Структуры веществ:

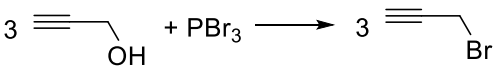


Уравнения реакций:

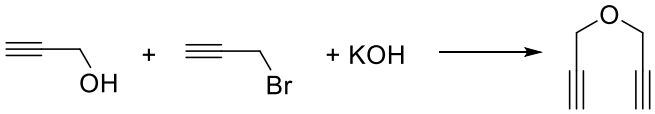




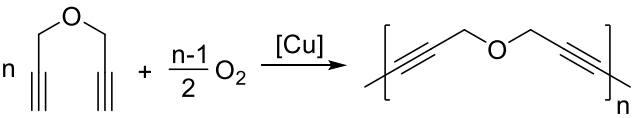
реакция 6



реакция 7



реакция 8



реакция 9

Критерии оценивания: Уравнения реакций
Структурные формулы веществ

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

Царь Бензол

В некотором царстве, в некотором государстве жил да был великий царь-государь по прозванию Бензол, не любивший пустого волнения. Носил он на голове шапку царскую, да шапку-то не простую, а шестигранную, черную, с огромным изумрудом посередь.

Все в его государстве шло своим ходом, и жил бы он себе не тужил, да вот жил-то он один, и решил он найти себе жену. Однажды в гостях у своего царственного друга он увидел двух сестер заморских: Серную кислоту и Азотную, и уж больно ему понравилась Азотная кислота, да был у нее один недостаток — носила она ОН-группу, не нравившуюся Бензолу. Долго думал правитель, что же ему делать, да и решил обратиться за помощью к сестрице ее, Серной кислоте. Та с умом отнеслась к просьбе да и пошла уговаривать Азотную, да так старалась, что протон потеряла, но убедила ее снять ОН-группу.

$$HNO_{3\ конц} + H_2SO_{4\ конц} = NO_2^+HSO_4^- + H_2O.$$

Приехал Бензол к Азотной кислоте, встает на колени перед нею, говорит, что любит ее без памяти и просит быть его женою. Невеста не сразу, как и подобает порядочной девушке, но приняла предложение великого государя, и стали он жить вместе.

Поначалу тесновато было тесновато им вместе в царском доме, да потом оказалось, что все мешался водород, оставшийся у владыки. Бензол вздохнул, жалко было ему водород, родной ведь все-таки, да делать нечего, пришлось его выкинуть.

Тогда у них все и пошло на лад, и больше не было разногласия между ними никогда, и жили они долго и счастливо.

Сергей В.

Филатова Мария Денисовна
Учащаяся 10 класса МБОУ «СОШ №1 г. Шатуры». Руководитель: Ольга Николаевна Иванова. Научный консультант: Дарья Игоревна Могилевцева, кандидат геолого-минералогических наук ИГЭ РАН

Отложения и окаменелости пишут хронику Земли

В средней общеобразовательной школе №1 города Шатуры с 2017 года работает кружок «Геошкола». В рамках этих занятий ребята изучают строение земной коры, горные породы и минералы и их свойства, знакомятся с основами палеонтологии, проводят исследования. Работа, о которой пойдет речь, была представлена на областной конкурс научно-исследовательской и проектной деятельности «Юный исследователь» и удостоена почетной грамоты на XIX международной научной школьной конференции «Колмогоровские чтения».

Существуют ли волшебники? Как вы думаете? Для меня всегда было удивительным, как палеонтолог, взяв в руки бесформенный комочек в несколько сантиметров, тут же рассказывает, что было на этом месте миллионы лет назад, какая была погода, какие животные и растения здесь обитали, и море или суша здесь были? Так и хочется сказать – волшебство. На самом деле это интересная многогранная наука, кропотливый и тяжелый труд, мастерство и удача. Интерес к геологии и палеонтологии привел меня в «Геошколу». Мне тоже захотелось уметь читать хроники Земли по тайным фрагментам у нас под ногами. Небольшим составом Геошколы мы неоднократно ездили в экспедицию на палеонтологические раскопки в город Гжель (рис. 1). Также я посещала пещеры Сьяны (рис. 2). А вы знали, что набольшей территории Московской области в каменноугольный период было море? Мы решили оценить условия осадконакопления отложений Гжельского яруса и Мячковского горизонта Московского яруса по составу горных пород и окаменелостям, простыми словами, мы решили узнать, насколько глубоким было это море. Условия осадконакопления толщ в пределах одной геологической структуры влияют на физико-механические свойства пород, что важно с точки зрения их добычи и использования.

Рис. 1. Гжельский ярус

Рис. 2. Вход в пещеры Сьяны

Сначала было необходимо изучить учебную и справочную литературу, где приведено описание геологического строения и развития местности. Затем в рамках учебных экспедиций я изучила обнажения горных пород на разрезе Гжельского стратотипа и в пещерах Мячковского горизонта, где отбирала образцы окаменелостей, горных пород и минералов. Работа геолога, как и каждого исследователя, требует специальных знаний, навыков и большого внимания. Лишь детально и полно отобранный материал позволяет сделать научно обоснованные и практически ценные выводы (рис. 3).

Рис. 3. Отобранный материал

Чем реже встречаются органические остатки в породах, тем более ценны их находки. Встречая внутренние ядра и отпечатки наружной поверхности растворившихся раковин, следует брать и те, и другие. Если образцы, заключающие органические остатки или извлекаемые на месте окаменелости, легко разламываются, их следует предварительно укрепить. Фауна, которую я обнаружила, была плотной и не разрушалась, следовательно, не нуждалась в укреплении. Отпечатков от фоссилий[1] найдено не было.

Для очищения фауны я использовала различные методы препарирования: механическое и химическое. Механическое препарирование – это извлечение животных и растительных остатков из породы, в которой они заключены, с применением механического воздействия. Я использовала отвертку и молоток для откалывания крупных кусков породы и железную щетку для удаления тонких слоев (рис. 4).

[1] Фоссилии – ископаемые остатки организмов или следы их жизнедеятельности, относящиеся к прежним геологическим эпохам.

Рис. 4. Механическое препарирование

Химическое препарирование – извлечение окаменелостей из породы с применением химических реактивов (рис. 5). Я полностью погружала окаменелость в уксусную кислоту. В некоторых случаях, когда окаменелость была хрупкой и могла легко разрушиться, приходилось использовать метод препарирования с защитой окаменелости воском (рис. 6). Для этого защищаемую часть необходимо было покрыть растопленным воском, а затем погрузить в раствор кислоты.

Более жесткая химическая обработка с полным погружением образца оказалась менее сохраняющей, но при этом был хорошо виден внутренний слой раковины. При щадящей обработке с защитой части образца воском хорошо сохранился верхний слой (рис. 7).

В пещерах Сьяны преобладают породы Мячковского горизонта Московского яруса (рис. 8). Стратотип Гжельского яруса каменноугольной системы – разрез, расположенный около железнодорожной станции 55-й километр (рис. 9). Два нижних слоя – белые микрокристаллические известняки с кремниевыми конкрециями.

Рис. 5. Химическое препарирование

Рис. 6. Химическая обработка с защитой воском

Рис. 7. Результат химического препарирования с обработкой воском

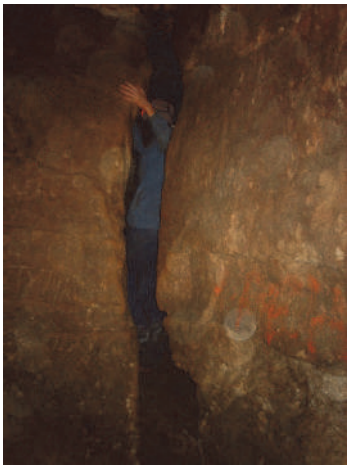


Рис. 8. Мячковский горизонт

Рис. 9. Гжельский ярус

Рис. 10. Сталактит

Рис. 11. Доломит (в центре)

Мячковский горизонт сложен более плотными горными породами, чем отложения Гжельского яруса. Среди пород Мячковского горизонта преобладают плотные известняки серо-белого цвета, местами ожелезненные. Это говорит о глубинных условиях осадконакопления. Также обнаружены натечные формы кальцитов – сталактиты (рис. 10), которые формировались гораздо позже в результате карстовых процессов. В Гжельском ярусе в верхнем слое преобладают доломиты желто-серого цвета с примесью песка и суглинка, следовательно, осадконакопление в этом районе происходило недалеко от линии берега и на малых глубинах. В Гжельском горизонте мне встретился минерал доломит $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ (рис. 11). Я провела процедуры определения минерала: твердость – 4, цвет черты – белый, блеск – стеклянный, в кислоте плохо растворим.

В Гжельском горизонте было обнаружено значительное количество фауны, среди которой я определила: 1) Гастроподы: Omphalotrochus canaliculatus Trautschold; 2) Брахиоподы: Adomskovia inflatiformis Ivanov, Buxtonioides gjeliensis Ivanov, Chonetinella uracila Moeller, Dielasma elongatum Schlotheim; 3) Мшанки: Rhombopora diaphragmata Schulga-Nesterenko; 4) Спикулы губок; 5) Кораллы: Gshelia rouilleri Stuckenberg, Pseudobra-

dyphyllum nikitini, Aulopora macrostoma Fischer (рис. 12 – 17). В Мячковском горизонте намного меньше фауны, я нашла только одну брахиоподу Choristites sowerbyi Fischer (рис. 18).

Рис. 12. Omphalotrochus canaliculatus Trautschold

Рис. 13. Adomskovia inflatiformis Ivanov и Buxtonioides gjeliensis

Рис. 14. Chonetinella uracila Moeller (слева) и Dielasma elongatum Schlotheim (справа)

Рис. 15. Rhombopora diaphragmata Schulga-Nesterenko

Рис. 16. Спикулы губок

Рис. 17. Кораллы: слева направо – Gshelia rouilleri Stuckenberg, Pseudobradyphyllum nikitini, Aulopora macrostoma Fischer

Рис. 18. Choristites sowerbyi Fischer

В результате выполнения этой работы я приобрела новые навыки работы палеонтолога на разрезе в полевых условиях, работы с геологическими инструментами, работы со шкалой Мооса и справочными материалами. Я научилась определять горные породы, искать ископаемую фауну, определять фауну по атласам-определителям.

Пользуясь двумя методами препарирования: химическим и механическим, я сделала выводы об условиях применения обеих методик. Механический метод препарирования окаменелостей должен предшествовать химическому. Химический метод без защиты очищает образцы лучше, но возможны разрушения внешних слоев, более щадящий метод с заливкой воском предупреждает разрушение верхних слоев раковин.

По литературным источникам я выяснила признаки глубинности осадконакоплений и смогла оценить условия накопления карбонатных толщ в пределах одной геологической структуры. Породы Мячковского горизонта Московского яруса представлены плотными раскристаллизованными известняками бело-серого цвета с малым количеством фауны, верхняя пачка пород Гжельского яруса представлена плотными доломитами, трещиноватыми, с переслаиваниями песков, суглинков. В одном из самых больших трудов по брахиоподам Московской области «Определителе Палео-

зойских брахиопод Подмосковной котловины» Сарычевой Т.Г. и Сокольской А.Н. я нашла замечание, что глубины обитания животных коррелируют с толщиной раковины. Догадайтесь, кто живет глубже: организмы с тонкостенными или толстостенными раковинами? Подумали? Ответ: чем глубже, тем тоньше раковина, потом что на глубине меньше ощущается волнение воды. Наиболее разнообразные фоссилии встречаются в отложениях Гжельского яруса. Все это называется фациальный анализ, на основании которого можно говорить о глубинном накапливании пород Мячковского горизонта и прибрежном осадконакоплении верхних пачек Гжельского яруса. Это приводит к выводу, что в Гжельский век море становилось менее глубоководным. Вот так по маленьким раковинам и кусочкам горных пород геолог и палеонтолог делает выводы о палеогеографии местности.

Литература

1. Астрова Г.Г., Шишова Н.А. Наставление по сбору и изучению ископаемых мшанок. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 59 с.

2. Залесский В.В., Степанов В.Я., Флоренский К.П. Опыт изучения физических свойств известняков Мячковского горизонта. // Труды института геологических наук. Петрографическая серия (X 36), 1950, 121.

2. Питолина Т.П., Сучкова А.П. Первые шаги в геологию. – М.: Ассоциация Экост, 2005. – 116 с.

3. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 41. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2012, т. 41. – 48 с.

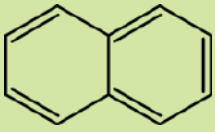
4. Сарычева Т.Г., Сокольская А.Н. Определитель Палеозойских брахиопод Подмосковной котловины. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 309 с.

6. Яшунский Ю.В. Краткий атлас палеонтологических форм стратотипического разреза гжельского яруса. Неопубликованные материалы, 2009. – 27 с.

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

Такое может случиться с каждым

Однажды домой я с учебы пришла,
На город в тот день надвигалась зима.
Решила я шубку из шкафа достать,
Чтоб завтра по улице в ней щеголять.
Я шкаф открываю, на шубку гляжу
И к ужасу дыры на ней нахожу.
Прожорливой моли работа видна.
Какая же жалость! Такая беда!
Ну как я забыла её защитить
И в шкаф нафталин вместе с ней положить!



Екатерина Т.

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
Деревянко Василий Валерьевич
Лаборант кафедры биологии СУНЦ МГУ

Практика учащихся биокласса СУНЦ МГУ в Узбекистане 21.02.2020 – 29.02.2020. Часть 1

Невозможно заниматься ботаникой и зоологией, не изучая живую природу на местности. Биологический класс СУНЦ МГУ, выезжая в разные регионы, успешно совмещает это с изучением их истории и географии.

Тишина, бесконечная гулкая тишина, нарушаемая лишь пением птиц и шагами товарищей – первое, что чувствуешь, попадая в Узбекистан. Она окутывала ночной Самарканд, в который мы прибыли первым делом, отчётливо ощущалась в горах Нуратинского хребта, ставших нашим приютом на эту неделю.

Самарканд встретил нас прохладой: словосочетание «резко-континентальный климат» непонятно, пока не почувствуешь собственной кожей. Смирившись с прохладой, мы засели-

лись в отель после ночного перелёта и легли спать. Солнце начало светить ослепительно с самого раннего утра. Оно согрело землю, и к десяти часам утра мы уже забыли о ночной прохладе. Февраль больше напоминает тёплый майский день, и это было особенно приятно чувствовать после долгой московской зимы, когда глаза уже свыклись с серостью и стали забывать о том, каким ярким может быть свет.

Люди, живущие здесь, кажется, носят такое же ослепительное солнце у себя за пазухой. Даже те, с кем мы мимолётно общались в Самарканде, были очень добры и вежливы с нами. Сначала это казалось везением, но спустя несколько дней стало понятно, что это действительно так. Однако главной целью нашей поездки было знакомство с природой Узбекистана. Несмотря на непривычную нам тёплую и солнечную погоду второй половины среднеазиатского февраля, это время – лишь начало пробуждения природы Узбекистана от зимней спячки. А настоящая весна наступает в середине марта – начале апреля. Поэтому нам не удалось увидеть всё разнообразие флоры и фауны страны. Но это можно считать еще одной причиной вновь сюда вернуться.

Куда мы приехали?

На сопредельных территориях Узбекистана и соседнего Таджикистана ранее располагалось древнее государство Согдиана (Согд), образовавшееся в долине реки Зеравшан в VI – VII веке до нашей эры. Согд не был государством в привычном нам понимании этого слова, он был объединением поддерживающих друг друга поселений, обнесённых стенами. Самарканд, один из крупнейших городов Узбекистана, считается историческим центром этого содружества.

Жители Согда вели оседло-земледельческий образ жизни, чему способствовали плодородные почвы и мягкий климат занимаемой ими территории. Однако такой райский уголок не остался без внимания завистливых глаз: богатая земля притягивала к себе завоевателей, и многим поколениям согдийцев пришлось находиться под гнётом других народов. Изначально удар приходился со стороны кочевых племён массагетов и саков, живших севернее Согдианы.

В VI веке до нашей эры персидский царь Кир воевал с массагетами и попутно покорил и обложил непомерной данью Согдиану. В IV веке согдийцы оказали серьёзное сопротивление фалангам войскам Александра Македонского. После распада империи Александра Великого Согдиана была включена в государство селевкидов. В I веке н. э. земли селевкидов вошли в состав Великого Кушана. В IV веке кушаны пали под натиском непобедимых воинственных племён эфталитов. Но уже в V веке эфталиты были сметены племенами, образовавшими Тюркский Каганат. В VIII веке Согдиану поработил Арабский Халифат... Словом, жизнь в райском месте была полна конфликтов. Всё это время согдийцы не сливались с захватчиками, а сохраняли собственный этнос. Однако это продлилось до 750 года, пока не прервалась царская династия. После этого события границы народности стали размываться. Большее время своего существования государство находилось в подчинении других народов. Ситуацию можно сравнить с Монголо-татарским игом на Руси. Вот только оно длилось 250 лет, а согдийцы были зависимы от других народов почти 1000 лет.

Когда мы попали в горы Нуратинского хребта, то убедились в том, что жизнь согдийцев была нелёгкой: перед нами предстали руины некогда великой крепости Фагжак. Крепость располагалась на горе с крутыми, почти отвесными скалами, на которую даже нам, путешественникам без

оружия в руках, было сложно взобраться. Незаметное проникновение в крепость и вовсе кажется почти невозможным, не говоря уже о том, какие трудности испытали бы люди на лошадях.

По рассказам местного старца-историка, эта крепость стоит на своём месте уже больше двадцати веков. Во время набегов кушанов, тюрков или арабов жители окрестных кишлаков бросали все пожитки и прятались в крепости, а потом, когда налётчики уходили, возвращались в разорённые кишлаки. За стенами крепости согдийцы могли чувствовать себя в полной безопасности, ведь Фагжак был неприступен для врага.

Настоящим природным щитом для согдийцев стали саи – ущелья, узкие горные долины. Весной, когда на верхушках гор тает снег, по саям бежит вода – ручьи или даже реки. Но саи не только защищали согдийцев от вражеских набегов. В достаточно широких ущельях, например, местные жители разбивают миндальные или яблоневые сады. Значение саев в жизни местных жителей и их предков согдийцев настолько велико, что каждому саю дано имя. Конечно, на картах нельзя найти таких названий, как Агора, Старуха, Кабаний сай, сай История, но они устно передаются местными из поколения в поколение.

Раньше согдийцы старались селиться в горах, подальше от глаз посторонних. Кишлаки (небольшие деревни) ютились в саях меж гор. Люди жили в таких поселениях веками, но, когда вражеские набеги прекратились, жизнь в горах стала казаться трудной и бесперспективной. Необходимость скрываться исчезла, а изолированность и трудности горного быта остались. Жители постепенно стали уходить из кишлаков, чтобы поселиться ближе к равнине, и многие поселения опустели. Теперь на их месте остались лишь живописные пейзажи, фундаменты домов и горные источники с чистой водой.

Природа Узбекистана

Знакомство с природой Узбекистана мы начнём с географии, ведь именно она формирует условия для образования всего разнообразия флоры и фауны страны.

В наши дни Узбекистан располагается в Средней Азии между 37 и 45 градусами северной широты. Территория страны граничит на севере и северо-востоке с Казахстаном, на востоке и юго-востоке — с Кыргызстаном и Таджикистаном, на западе — с Туркменистаном, на юге — с Афганистаном. Высота равнинной части Узбекистана поднимается на 500 м над уровнем моря и в среднем составляет 100 – 200 м, наименьшая же отметка –12,8 м.

Климат Узбекистана засушливый континентальный, что характерно для стран этого региона, где преобладают такие природные зоны, как полупустыни и пустыни, изредка встречаются степи. Кызылкум стал наиболее крупной пустыней Узбекистана, простирающейся на северо-западе страны. Важными элементами рельефа также стоит назвать крупное глинистое плато Устюрт и Голодная степь. Встречаются в этой стране и горные ландшафты, характерные для восточной её части, к которой спускаются хребты Памиро-Алайской горной системы. Высота гор в Узбекистане, как правило, снижается в направлении восток-запад, и лишь Гиссарский хребет не подчиняется этому правилу. Именно к нему относится высочайшая гора Узбекистана – вершина Бабатаг (4668 м).

В Узбекистане протекают две крупнейшие реки Средней Азии, обеспечивающие пресной водой всех жителей страны: Амударья и Сырдарья. Амударья берёт своё начало в горах Памира и, протекая по южным территориям Узбекистана, впадает в

Южное Аральское море. Исток Сырдарьи, в свою очередь, располагается в горной системе Тянь-Шань, а устье – в северной части Аральского моря. Течёт она преимущественно в Казахстане. В Узбекистане существует обширная система каналов, наполняемых водами этих рек, что послужило одной из причин пересыхания Аральского моря. Нельзя не отметить, что с 1969 г. из Шардарьинского водохранилища, расположенного на реке Сырдарья, в Арнасайскую низменность происходил сток воды, в результате чего образовался крупнейший пресный водоём Узбекистана – озеро Айдаркуль. Нам удалось дважды побывать на его берегах и познакомиться с местной природой.

Самарканд

Первый и последний дни поездки мы провели в Самарканде. Этот город считается историческим центром Согдианы. Архитектурные памятники Самарканда внесены в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, а сам город считается одним из древнейших городов земного шара.

Veronica persica (фото Д. Чергинцева)

В Самарканде нас встречали высокие восточные платаны, еще называемые чинарами. Хотя листья на них еще не появились, как и на большинстве других деревьев, они создавали ощущение величественности. В городе также много хвойных: можжевельники, кипарисы, плосковеточники, сосны и другие. Из совсем привычных нам деревьев – каштаны, сирень, клены и даже березы. Есть и магнолии, акации, самшит и грецкие орехи. Улицы усажены колючими юкками и магониями, цветущим розмарином. Стены домов и деревья обвиты плющом, и с каждого поворота слышны песни скворцов майн. Всё это создает чарующую атмосферу Средней Азии, делая неторопливые прогулки по древнему городу еще более приятными. Ближе к окраинам города, возле различных посевов попадаются сорняки – например вездесущая вероника персидская *(Veronica persica)* и плющелистная (*V. hederifolia*), а также одуванчики *(Taraxacum turcomanicum)*.

Посреди садов, в которые мы забрались во время прогулки по городу, за несколько часов до вылета в Москву, возвышался холм. Естественно, нельзя было пройти мимо. Оказалось, что он весь испещрен норами сусликов, нескольких мы даже заметили. Он красиво порос густой зеленой травой и гусиным луком. У подножия холма был найден представитель гнетовых – эфедра хвощевая, она же эфедра горная, и хвойник хвощевый (*Ephedra equisetina*). Загадочный холмик, вероятно, насыпанный когда-то давно человеческими руками, стал приютом для множества растений и животных, а также

помог нам увидеть большое количество новых для нас представителей флоры Самарканда.

Наша прогулка по древнему городу началась с одной из главных достопримечательностей – Гур-Эмира, что в переводе означает «гробница эмира». Здесь вместе с членами своей семьи покоится Амир Тимур (он же Тамерлан), полководец и завоеватель, предводитель Империи Тимуридов. В 1404 году Амир Тимур приказал возвести для своего внука Мухаммад Султана эту усыпальницу. Но когда в 1405 году Тамерлан умер от болезни, то был похоронен здесь же, а строительство завершил его другой внук Улугбек.

Гур-Эмира (фото М. Кульбачной)

Неподалёку от Гур-Эмира находится мавзолей Рухабад, возведённый по приказу Тимура в 1380 году над могилой шейха Бурханеддина Сагарджи. Этот человек сделал огромный вклад в распространение ислама среди кочевников. Всю жизнь он провел в странствиях и паломничествах. Мавзолей стал одним из самых почитаемых культовых сооружений Самарканда, и даже могущественный Амир Тимур спешивался, проезжая мимо него – настолько глубоко было уважение к проповеднику. У здания есть особенность: у него отсутствует входной портал, и войти в него можно с трёх сторон света. Мавзолей величественно возвышается над городом своим единственным куполом. Здание выстроено из обычных глиняных кирпичей, но чёткие линии и правильные геометрические фигуры, соединившиеся в единую картину, смотрятся сильно и захватывающе.

Следующим местом, в котором мы побывали, стала площадь Регистан. Во времена Амира Темура это место было крупной торговой точкой и общественным центром города. В 1417 году по указанию Улугбека, внука Тамерлана и знаменитого учёного и поэта, тут было построено медресе – мусульманское учебное заведение. Здесь ведущие учёные того времени читали лекции по математике, естественным наукам и богословию. С восточной стороны здания находится высокий портал, его арка украшена геометрическим орнаментом, выполненным из покрытых цветной глазурью керамических кирпичей.

Рухабад и Регистан (фото М. Кульбачной)

Горы Узбекистана

Попрощавшись с Самаркандом, мы отправились в кишлак под названием Катасой, расположенный в Нуратинских горах в центральном Узбекистане. Сначала автобус двигался по гористой местности, после чего мы выехали на равнину, лежащую к югу от Нуратинского хребта. Катасой находится у подножья хребта (40˚39’54” с. ш.; 66˚34’20” в. д.; 570 м над уровнем моря) в Навоийской области.

С первого дня пребывания в кишлаке мы начали исследовать горы. Породы, из которых сложен Нуратинский хребет, относящийся к Гиссаро-Алайской горной системе и простирающийся с запада на восток, представляют из себя смесь вулканических сланцев, гранита, кварца, кварцита, пирита, золота, барита, слюды. Местные жители занимаются добычей золота, раскапывая рудники в поисках жилы. Неподалёку от деревни есть и небольшой карьер. О составе пород нам рассказал местный старец, имевший большой опыт изучения местной геологии.

Как правило, наши маршруты проходили по саям, хотя время от времени нам приходилось карабкаться вверх. В дождливый сезон, зимой и осенью, по дну ущелий протекают ручьи. Склоны водоразделов, разделяющих соседние саи, довольно однообразны и не слишком круты, поэтому по ним можно безопасно перемещаться без специальной подготовки. В горах мы, помимо прочего, посещали пещеры, ставили фотоловушки для животных и изучали руины старинных поселений, а также наскальную живопись, украшающую горы в некоторых местах.

Петроглифы, или наскальные изображения, и надписи на скалах – интересный элемент, дополняющий горные пейзажи. Самые древние из них относятся к эпохе палеолита и представляют собой изображения животных. Позже на скалах начали появляться петроглифы согдийцев. Не обошлось без вклада арабов,

добавивших на скалы цитаты из Корана или короткие незначительные фразы, например: «Здесь был Ахмед». Но и современные узбекистанцы продолжают дополнять петроглифы своими записями.

Петроглифы (фото М. Кульбачной)

В следующей части мы расскажем о природе гор Узбекистана.

Литература

Гафуров Б. Таджики. Древнейшая, древняя и средневековая история. Книга 1. – Душанбе: Ирфон, 1989. – 371 с.

Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор Юмор

Медицинская академия. Экзамен по эпидемиологии. Студент после подготовки подходит к столику с экзаменаторами.

Профессор: – Зачитайте билет, любезный.

Студент: – Сальмонеллёзная инфекция, эпидемиология и меры профилактики.

Профессор: – Рассказывайте билет.

Студент: – Источником инфекции является домашняя птица, в основном курица...

Профессор: – Очень хорошо, продолжайте.

Студент: – Таким образом, заражение человека сальмонеллёзом может произойти только от курицы... – и смотрит на экзаменатора.

Профессор: – Верно, но поподробней расскажите о механизме передачи инфекции, как человек заражается от курицы сальмонеллёзом.

Студент: молчание, глаза в пол...

Профессор: – Да не волнуйтесь вы, скажите, как инфекция от курицы передается человеку.

Студент: – Ну, курица ходит, ходит вокруг человека...

Эксперимент

Виноградова Роза Айратовна
Педагог дополнительного образования МБОУ ДО «Центр естественных наук» г. Тарко-Сале, Пуровский район ЯНАО

Новикова Полина Сергеевна
Обучающаяся объединения «Школа юного лаборанта-химика» МБОУ ДО «Центр естественных наук» г. Тарко-Сале, Пуровский район ЯНАО

Содержание витамина С в плодах ягодных растений и кустарников Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа

С детства взрослые говорят нам о необходимости употребления витамина С, его пользе и о том, в каких фруктах и овощах его больше. Но фрукты и овощи везде разные. Присмотритесь к дарам своего района: они вполне могут заменить привозные продукты, растерявшие витамины.

Витамин С или аскорбиновая кислота является одним из веществ в рационе человека, необходимых для нормального функционирования соединительной и костной ткани. Организм человека неспособен сам синтезировать витамин С, и в нем нет сколько-нибудь значительных резервов витамина С, поэтому необходимо систематическое ежедневное поступление этого витамина с пищей.

Физиологическое значение витамина С теснейшим образом связано с его окислительно-восстановительными свойствами. Значение данного витамина для человека очень велико. Он стимулирует рост, участвует в процессах тканевого дыхания, об-

мене аминокислот, способствует усвоению углеводов; участвует в синтезе и сохранении коллагена – белка, который служит основой образования соединительных тканей. Коллаген скрепляет сосуды, костную ткань, кожу, сухожилия, зубы. Витамин С – антиоксидант. Он противодействует токсическому действию свободных радикалов – агрессивных частиц, образующихся в организме при многих отрицательных воздействиях и заболеваниях; участвует в выработке адреналина – гормона, увеличивающего частоту пульса, кровяное давление, приток крови к мускулам. Витамин С является фактором защиты организма от последствий стресса, помогает выработке стрессовых гормонов и защищает организм от токсинов, образующихся в процессе их метаболизма; усиливает процессы регенерации, повышает устойчивость организма к инфекциям; регулирует свертываемость крови, восстанавливает проницаемость капилляров, участвует в кроветворении, оказывает противовоспалительное действие, снижает воздействие различных аллергенов и др.

В природе источником аскорбиновой кислоты являются плоды свежего шиповника, болгарский красный перец, чёрная смородина и облепиха, яблоки, земляника, цитрусовые. Ягоды в нашем рационе также представляют собой один из важнейших поставщиков витамина С.

Синтез и накапливание аскорбиновой кислоты в одном и том же виде растений зависят от многих условий: почвы, агротехники, удобрений, освещенности, водного режима, температуры и др.

Сохранность витамина С обеспечивает правильная кулинарная обработка фруктов и ягод. Фрукты не следует подолгу оставлять на воздухе очищенными и разрезанными, при варке их нужно закладывать в кипящую воду сразу после очистки. Замороженные ягоды необходимо опускать в кипящую воду, так как медленное оттаивание увеличивает потерю витамина С. К сожалению, растворимый в воде витамин С легко уничтожается под влиянием кислоты, света и нагревания, поэтому наиболее богаты им ягоды и фрукты, пока они свежие и необработанные.

Учёные рекомендуют использовать в пищу, те продукты питания, которые выращиваются или произрастают в том климатическом поясе, где мы живём, так как они привычнее для нашего организма, наш организм адаптирован к ним.

Дикорастущие пищевые растения флоры Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) достаточно разнообразны. В лесах и болотах неисчерпаемые запасы ягодных растений – брусники, черники, клюквы, рябины и др. Из литературных источников известно, что содержание витамина С в клюкве и рябине даже больше, чем в лимоне.

Поэтому целью нашей исследовательской работы стало определение содержания витамина С в плодах ягодных растений Пуровского района. Также была изучена степень снижения содержания витамина при термической обработке ягод по сравнению со свежими. Результаты исследования позволили рассчитать количество ягод (произрастающих в Пуровском районе ЯНАО), которые нужно съедать в течение дня, чтобы удовлетворить суточную потребность в витамине С.

Определение объектов исследования методом опроса школьников

Мы начали с выявления предпочтений в употреблении местных ягод и привозных фруктов и провели опрос среди обучающихся МБОУ ДО «ЦЕН». Количество респондентов – 100 школьников в возрасте от 6 до 17 лет. Наиболее предпочтительными для школьников оказались привозные фрукты – мандарины и апельсины, из местных ягод – брусника и

клюква, а самым популярным способом употребления оказался напиток в виде морса из ягод.

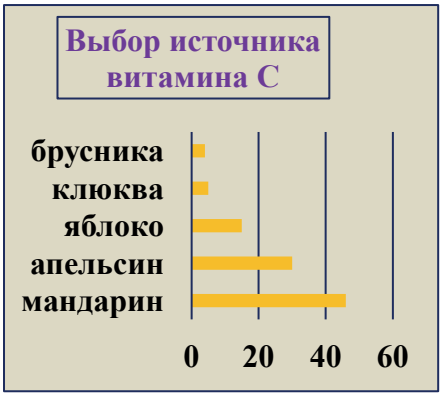


Рис. 1. Результаты опроса о выборе источника витамина С

По результатам опроса и обзора теоретической литературы по теме (рис. 1, 2) выбраны объекты исследования и способы их обработки для выполнения анализов на содержание витамина С: рябина, клюква, брусника (в свежем, размороженном виде и в виде морса), яблоки, апельсины, мандарины в свежем виде.

Рис. 2. Результаты опроса о способе употребления ягод и фруктов

Определение количества витамина С в анализируемых продуктах

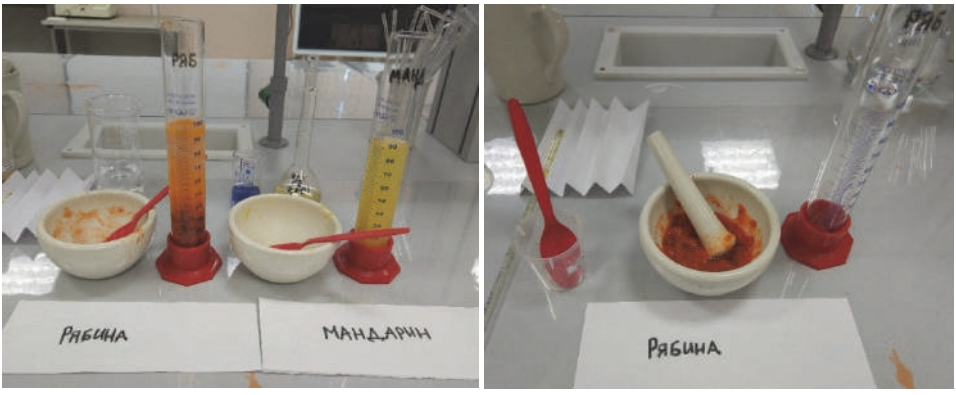


Рис. 3. Приготовление проб методом водной экстракции витамина С из ягод

В основе анализа содержания витамина С в образцах лежал титриметрический метод количественного определения аскорбиновой кислоты на основе иодометрии.

При прямом титровании аскорбиновой кислоты раствором иода происходит окислительно-восстановительная реакция:

$$C_6H_8O_6 + I_2 = C_6H_6O_6 + 2HI.$$

В присутствии крахмала в качестве индикатора конечной точкой титрования является синее окрашивание реакционной массы.

Для приготовления 100 мл 0,001 М раствора I_2 (титранта) было взято 0,54 г аптечной 5 % настойки иода. Чтобы приготовить раствор крахмала, к 1 г крахмала добавили немного воды, перемешали до образования суспензии, которую медленно вылили в 200 мл кипящей воды (при активном перемешивании) и прокипятили 5 минут.

Подготовка проб для анализа состояла в очистке от кожуры, растирании проб (25 г) в фарфоровой ступке пестиком и экстракции витамина С из ягодной массы (рис. 3) дистиллированной водой (до 100 мл). Для приготовления морса запаривали около 25 г ягод 50 мл кипящей воды и остужали (рис. 4).

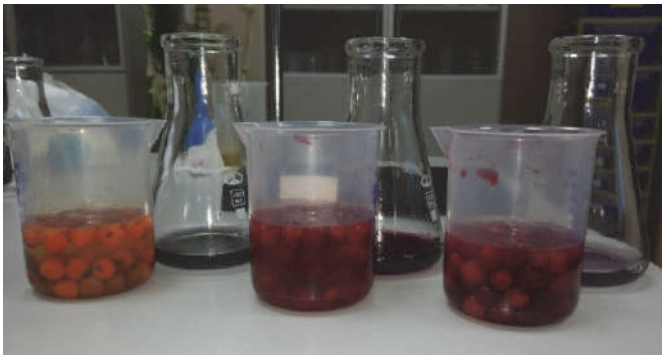


Рис. 4. Пробы морса из ягод

Бюретку заполняли раствором иода до нулевой отметки. В химическую колбу для титрования с помощью пипетки добавляли пробу образца (10 мл) и 0,5 мл раствора крахмала. Титрование проводили раствором иода при энергичном перемешивании до появления синей окраски, не исчезающей в течение 20 с (рис. 5, 6).

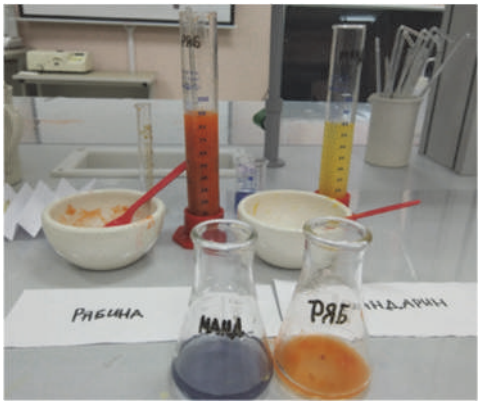


Рис. 5. Переход окраски индикатора – конечная точка титрования

Рис. 6. Результаты титрования проб

Далее проводили расчет концентрации аскорбиновой кислоты в ягодных и фруктовых экстрактах и морсах и расчет массы аскорбиновой кислоты в мг на 100 мл экстракта. Для расчета концентрации использовалась формула:

$$\mathbf{C\ (вит.\ C) = C(I_2)\cdot V(I_2) \,/\, V(пробы) = 0{,}001\cdot V(I_2) \,/\, V(пробы),}$$

где C (вит. C) – концентрация витамина С, моль/л; $V(I_2)$ – объем раствора иода, который пошел на титрование, мл; $C(I_2)$ – концентрация раствора иода, моль/л; V(пробы) – объем пробы, мл.

Для расчета массы аскорбиновой кислоты (m_c) в мг на 100 г анализируемых экстрактов и морсов применяли формулу:

$$\mathbf{m_c = C\ (вит.\ C)_{ср}\cdot 0{,}1\cdot M(C_6H_8O_6)\cdot 1000.}$$

Результаты см. табл. 1.

Таблица 1. Результаты титриметрического анализа (иодометрия)

Анализируемый продукт	Масса образца для экстракции в 100 мл воды, г	Объем раствора иода, пошедший на титрование, мл	Концентрация витамина С в пробе, моль/л	Масса аскорбиновой кислоты в 100 г пробы (100 мл для морса), мг
Морс клюквенный	25,8	7,2	0,00072	12,7
Морс брусничный	25,1	7,1	0,00071	12,5
Морс рябиновый	19,2	10,8	0,00110	19,4
Мандарин	27,9	12,0	0,00120	21,1
Рябина свежая	25,1	22,0	0,00220	38,7
Рябина замороженная	25,0	12,5	0,00125	22,0
Клюква	25,0	11,0	0,00110	19,4
Брусника	25,0	9,6	0,00096	16,9
Апельсин	26,6	5,1	0,00051	9,0
Яблоко	25,2	11,0	0,00110	19,4

Нам удалось установить, что среди ягод, произрастающих в Пуровском районе, содержание витамина С больше всего в рябине и клюкве, в бруснике на 20 % меньше. Содержание витамина С в ягодах, произрастающих в Пуровском районе, больше, чем в привозных яблоках и апельсинах, и примерно такое же, как в мандаринах.

Пробы ягод рябины были проанализированы в трех вариантах, наибольшее количество витамина С оказалось в свежих ягодах. В морсе и в размороженном виде содержание витамина снижается на 87 % и на 43 % соответственно.

Расчет количества плодов ягодных растений и продуктов из них, содержащих суточную норму витамина С

Массу витамина С в 100 г ягод рассчитывали по формуле:

$$\mathbf{m = 100 \cdot m_c / m_{яг}},$$

где m – масса витамина С в 100 г пробы ягод, мг; m_c – масса аскорбиновой кислоты в мг на 100 г пробы (100 мл водного экстракта); $m_{яг}$ – масса ягод, взятая для приготовления 100 мл водного экстракта пробы, г.

Физиологическая потребность в витамине С для взрослых – 90 мг в сутки, для детей – от 30 до 90 мг в сутки в зависимости от возраста. Приняв значение средней суточной потребности человека в витамине С 60 мг, мы определили массу ягод, необходимую для ее удовлетворения (табл. 2).

Таблица 2. Результаты расчетов массы ягод, содержащей суточную норму витамина С

№ п/п	Наименование исследуемого образца	Количество витамина С в 100 г (мл для морса) пробы ягод, мг	Масса ягод, необходимая для удовлетворения суточной потребности человека в витамине С, г (мл для морса)
1	Морс клюквенный	12,7	472
2	Морс брусничный	12,5	480
3	Морс рябиновый	19,4	310
4	Мандарин	75,7	79
5	Рябина свежая	154,2	39
6	Рябина замороженная	88,0	68
7	Клюква	77,6	77
8	Брусника	67,6	89
9	Апельсин	33,8	178
10	Яблоко	77,0	78

Таким образом, в день достаточно съедать горсть свежих ягод рябины (около 40 г) или выпивать 1,5 стакана морса из свежих ягод рябины. Поскольку зимой доступны замороженные ягоды или привозные фрукты, то по результатам исследований можно рекомендовать ежедневно съедать по 70 г размороженных ягод рябины, либо 80 г клюквы (столько же мандарина), либо 90 г брусники, а вот апельсина понадобится около 200 г в день. С той же целью необходимо выпивать около 500 мл в день морса из замороженных ягод. Приятного аппетита!

Литература

1. Жерносек В.Ф. Дефицит витаминов и минералов у детей. // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. – 2015, с. 9 – 20.

2. Государственная Фармакопея Российской Федерации XIII, том II. Общие методы анализа. – М.: ФЭМБ, 2015. – 1292 с.

3. Естествознание. Энциклопедический словарь. М., 2002.
4. Петровский К.С., Белоусова Д.П. и др. Витамины круглый год. М.: Россельхозиздат, 1983.
5. Прозоровский В. Витамин «С». Как его понимать? // Наука и жизнь. – 2007. – № 8. – С. 70 – 76.
6. Спиричев В.Б. Витамины и мы. // Химия и жизнь – XXI век. – 2005. – № 12. – С. 32 – 34.
7. Тюренкова И.Н. Растительные источники витаминов. – Волгоград, 1999. – 45 с.
8. Витамин С: что это такое и с чем его едят [Электронный ресурс] // OUM.RU Здравый Образ Жизни: [сайт]. – [Б. м.], 2011 – 2019. – URL: https://www.oum.ru/literature/zdorovje/vitamin-c-chto-eto-takoe-i-s-chem-ego-edyat/

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

Гидробромирование алкенов

Был темный осенний вечер. Засидевшийся допоздна на работе аспирант сидел, склонившись над двумя рядом стоящими колбами. Оказалось, что в них ученый проводил реакцию гидробромирования пропена. Но почему-то в одной образовался 1-бромпропан, а в другой — 2-бромпропан. Над объяснением результатов своего эксперимента молодой человек и бился на протяжении последних трех часов. Потом он резко встал, схватил свое пальто и портфель, погасил свет и стремительно вышел из комнаты. Звук его шагов постепенно затухал, и лишь капли дождя нарушали воцарившуюся тишину. Так прошел целый час и вдруг со стола послышался тихий шепот. Это беседовали две колбы. Они обе беспокоились за своего хозяина и пытались выяснить причину разницы исходов экспериментов.

–Скажи, а сколько граммов бромоводорода поместили в тебя? – спросила первая колба.

–5 граммов, а в тебя?

–Тоже 5.

–Странно, а при какой температуре проводилась твоя реакция?

–400 градусов по Цельсию.

–И моя тоже. Так почему получаются два разных продукта?

–Даже не знаю. А что в тебе хранилось до этого? Во мне, например, вода.

–А во мне перекись водорода.

–Ах вот оно что, теперь все понятно!

–Неужели ты знаешь причину?

–Да, я, кажется, догадываюсь в чем дело. Видимо, наш хозяин плохо помыл тебя, и часть перекиси осталась на стенках. Поэтому во мне реакция шла по электрофильному типу, а в тебе по радикальному, что привело к образованию 1-бромпропана вместо ожидаемого 2-бромпропана.

–Хмм, действительно, ты права. Но как же мы сообщим хозяину об этом? Может быть, стоит приклеить на тебя этикетку с надписью «Пероксид водорода» ?

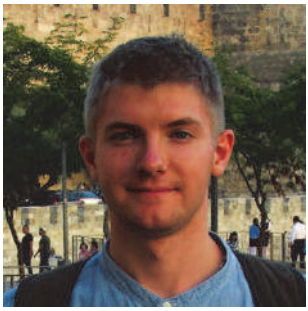
–Да, именно так и сделаем. А еще надо будет открыть книгу на той странице, где рассказывается про «антимарковниковское» гидробромирование. Тогда он точно поймет, где ошибся.

Но тут они одновременно осознали, что физически не смогут ни сделать этикетку, ни пролистать страницы книг. Долго думали колбы, что же им делать, и, когда они почти отчаялись, в углу комнаты послышалось тихое шуршание. Эти звуки издавал маленький мышонок, забредший в лабораторию в поисках еды. Подозвав его поближе, колбы попросили о помощи. Дружелюбный зверек сделал все в лучшем виде. В благодарность за услугу колбы рассказали ему, где расположен буфет в здании.

После того, как мышонок, дружелюбно распрощавшись, ушел, предметы заняли свои прежние места на столе и замерли в ожидании прихода хозяина.

Наступило утро, и вот послышался звук поворачивающегося в двери ключа. Зашел аспирант. По нему сразу было видно, что он провел бессонную ночь в раздумьях. Взглянув на стоявшие на столе колбы, он быстро подбежал ближе, схватил ту, что была с этикеткой, потом увидел открытую книгу, и его лицо засветилось от восторга. И спустя много лет, каждый раз тщательно отмывая пробирку, он с улыбкой вспоминал свою оплошность.

Надежда А.



Сотничук Степан Владимирович
Студент 2-го года магистратуры факультета наук о материалах МГУ им. М.В. Ломоносова

Запутанная история: металлические нанонити в современной науке

Как получить нити из металла? И почему ученые так ими интересуются? Сшить из них ничего нельзя, но их необычные свойства открывают широкие перспективы...

Нитки бывают разные

Шерсть, хлопок, лён, шёлк, вискоза, нейлон, полиэстер – все эти виды натурального или синтетического волокна хорошо нам известны, ведь из них сделана практически вся одежда, которую мы носим ежедневно. Очень многие мамы и бабушки проводят вечера за шитьём и вязанием, превращая незатейливые клубки ниток в уютные свитера и варежки.

Однако мало кто знает, что в современной науке учёные тоже любят работать с тонкими нитевидными структурами. Более того, им удаётся синтезировать материалы, толщина которых может быть в 1000000 раз меньше, чем у обычной нитки! В нанотехнологии такие объекты выделяют в отдельный класс, называемый нитевидными наноструктурами или нанонитями (в английской научной литературе – *nanowires*). В отличие от нитей, лежащих в шкафу у нас дома, нанонити преимущественно состоят не из волокна, а из различных полупроводниковых материалов или металлов. Конечно, сшить рубашку из таких ниток не получится, ведь их с трудом можно разглядеть даже в микроскоп. Тем не менее, они обладают рядом необычных свойств, которые привлекают внимание учёных во всём мире.

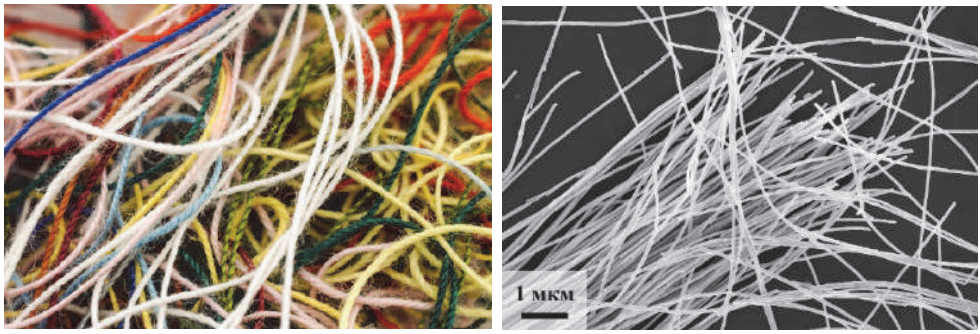


Рис. 1. Знакомые нам всем шерстяные нити (слева), совсем незнакомые нанонити кобальта толщиной около 60 нм (справа)

Как удаётся сформировать очень тонкую нить?

В швейной промышленности процесс изготовления нитей обычно состоит из трёх этапов: складывания, кручения и отделки (рис. 2а). Тонкие нитки получают без предварительного складывания, сразу берут три конца однониточной пряжи и их скручивают. Для более толстых ниток пряжу складывают несколько раз и уже далее проводят кручение на крутильных машинах. Стадия отделки необходима для удаления посторонних примесей, окрашивания и дополнительной обработки нитей.

Если же заглянуть в научную лабораторию, то никаких крутильных аппаратов мы не найдём, поскольку учёные получают нанонити диаметром 30 – 100 нм совсем по другим технологиям. Одним из наиболее интересных способов является *темплатное электроосаждение*. Звучит, на первый взгляд, сложно, но на самом деле это тоже последовательность определённых стадий, как и при получении нитей на швейной фабрике. Слово *темплат* происходит от англ. *template* – шаблон, матрица. Со своеобразной формой темплатного синтеза мы сталкиваемся уже в детстве, когда играем в песочнице с друзьями. Мы набираем песок, кладём его в формочку, и в итоге получаем фигурку такой же формы, что и пластиковая игрушка. В случае с металлическими нанонитями идея аналогичная: если взять пористый материал с цилиндрическими каналами нанометрового размера, заполнить их металлом, а потом матрицу удалить, то в итоге получатся тонкие нити с диаметром, равным диаметру пор (рис. 2б).

Заполнение пор металлом представляет собой реакцию *электроосаждения*, в ходе которой ионы металла восстанавливаются из раствора электролита на дне каналов пористого электрода под действием внешнего источника тока. К сожалению, методом темплатного электроосаждения удаётся получить не любой металл. Например, осадить нанонити марганца или гадолиния из водного раствора не получится, поскольку их потенциал осаждения находится далеко за пределами начала разложения воды, которая является неотъемлемой частью большинства электролитов. На самом деле планирование такого эксперимента – важная задача, в ходе которой нужно изучить особенности равновесий в растворе, равновесные потенциалы и потенциалы осаждения необходимого металла, а также возможные добавки в электролит, которые могут поспособствовать более успешному осаждению нитей.

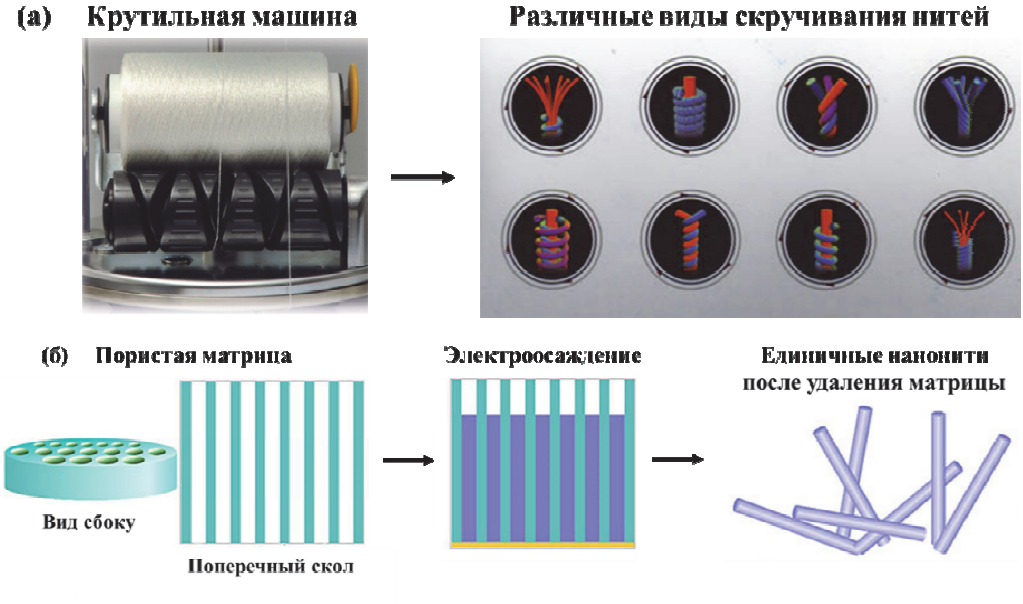


Рис. 2. Технология изготовления а) швейных нитей и б) металлических нанонитей

Куда осаждают нити?

Одним из наиболее распространённых темплатов на сегодняшний день является пористый анодный оксид алюминия (АОА). В повседневной жизни с оксидом алюминия мы можем столкнуться на кухне, ведь вся алюминиевая посуда покрыта сплошной тонкой оксидной плёнкой, защищающей её от окисления. В случае АОА особые условия проведения эксперимента (а именно, используемый электролит и прикладываемое напряжение) приводят к формированию не сплошной, а пористой структуры. При этом образуется оксидная плёнка, в которой цилиндрические поры размером 20 – 100 нм упорядочены в гексагональный массив, наподобие пчелиных сот (рис. 3).

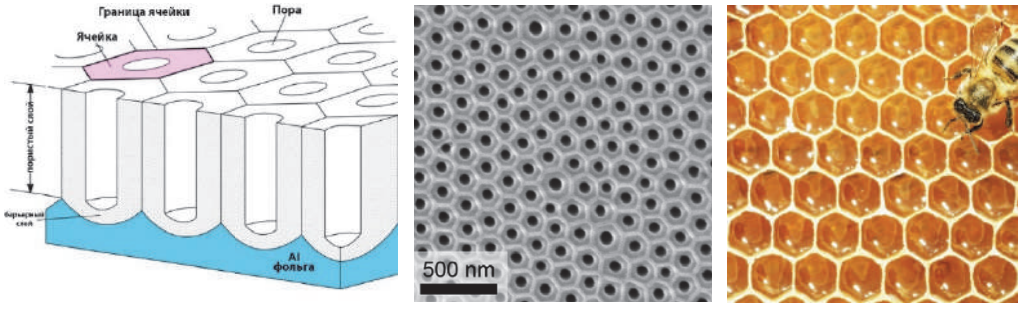


Рис. 3. Вид сбоку и верхняя поверхность пористой матрицы анодного оксида алюминия, похожая на пчелиные соты

Такой материал обладает целым набором положительных качеств. Во-первых, диаметр пор и расстояние между ними легко можно задавать при подготовке эксперимента; во-вторых, при осаждении в одинаковые упорядоченные каналы будут формироваться нанонити одинакового размера; и наконец, плёнку АОА удаётся без большого труда растворить в растворе щёлочи для получения единичных нанонитей.

Распутываем клубок тайн на пути к получению железных нанонитей

Железо является одним из металлов, который удаётся осадить в виде нанонитей методом темплатного электроосаждения, пусть и не самым простым способом. Всё дело в том, что этот металл, а также и соли железа (II) легко окисляются на воздухе: вспомните ржавчину, покрывающую различные железные предметы, долго находящиеся в контакте с водой на воздухе. Для того чтобы уменьшить окисление и получить нанонити чистого металла в ходе эксперимента, в раствор электролита вносят различные добавки. Например, наша научная группа использовала электролит, содержащий сульфат железа (II), сульфат натрия, борную и аскорбиновую кислоты. В этой системе именно кислоты увеличивают стабильность раствора и не позволяют ионам железа быстро окисляться. Электроосаждение железа проводили в электрохимической ячейке при постоянном значении потенциала −0,95 В относительно хлорсеребряного электрода сравнения, раствор электролита постоянно перемешивали. В качестве темплата использовали пористую плёнку АОА, полученную анодированием алюминия в 0,3 М щавелевой кислоте $H_2C_2O_4$ при напряжении 40 В. На нижнюю сторону плёнки перед осаждением напыляли тонкий слой золота, чтобы создать проводящий контакт.

Если посмотреть на поперечный скол полученного образца (его вид сбоку) в растровый электронный микроскоп (РЭМ), то мы увидим матрицу АОА, заполненную металлическим железом до некоторого уровня, поскольку нанонити в ходе эксперимента растут снизу вверх (рис. 4а). Следует отметить, что металл заполняет поры достаточно равномерно, поэтому на изображении мы наблюдаем такой ровный слой.

Для того, чтобы получить единичные нанонити железа, матрицу АОА растворяли в растворе щёлочи, несколько раз промывали нити водой и помещали их в гексан. На рис. 4б представлены фотографии, полученные методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), на которых видны железные нанонити, извлечённые из матрицы. Их диаметр составляет около 40 нм, а состоят они преимущественно из железа, что подтверждается электронной дифракцией. Посмотрите внимательно на две правые картинки, представляющие собой результат элементного картирования – метода, позволяющего определить, какие элементы входят в состав образца. На них хорошо видно, что центральная часть нити состоит из железа (обозначено красным цветом), в то время как на поверхности присутствует некоторое количество атомов кислорода (синий цвет). Это не что иное, как результат взаимодействия железных нитей с кислородом воздуха после удаления матрицы – вот она, великая сила окисления! Можно сказать, что темплат АОА служит своеобразным «защитником» нанонитей: пока они находятся внутри, окисление не происходит.

Этот вывод подтверждает метод, называемый мёссбауэровской спектроскопией, который позволяет точно определить, в какой степени окисления железо присутствует в образце (рис. 4в). Результаты анализа, полученные для нанонитей Fe в матрице АОА, говорят о том, что спектр образца совпадает со спектром поликристаллического железа, за исключением некоторых особенностей, связанных уже с магнитными свойствами нанонитей (в частности, у нитей 2 и 5 линии магнитного расщепления в спектре отсутствуют). Тем самым вы можете убедиться, что метод темплатного электроосаждения позволяет получить в виде нанонитей даже такой капризный (легко окисляющийся при обычных условиях) металл, как железо.

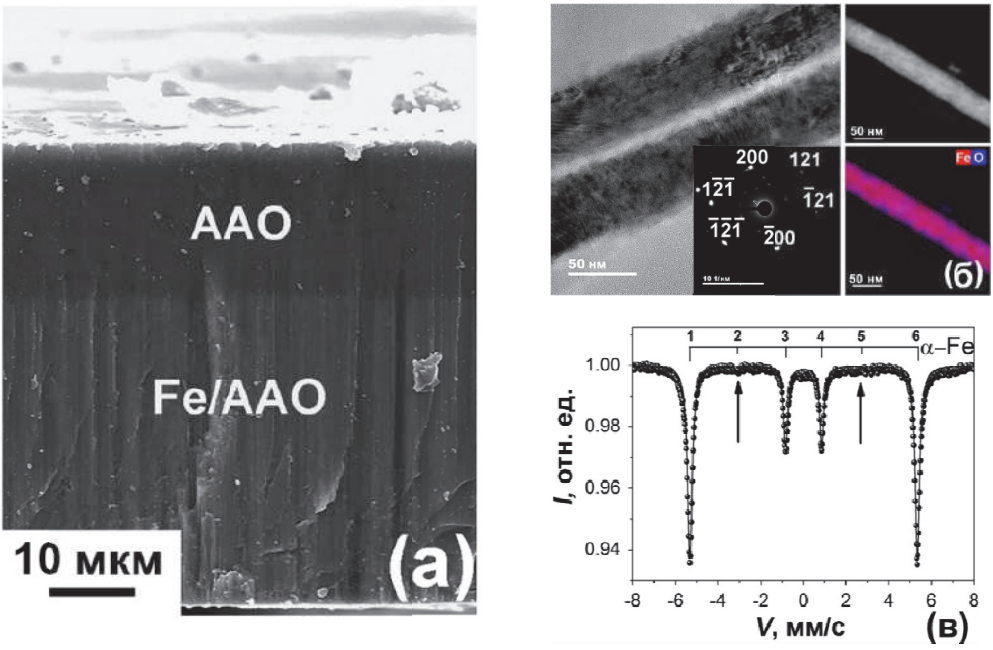


Рис. 4. а) РЭМ-изображение поперечного скола образца Fe/АОА, б) ПЭМ-изображение, электронная дифракция и элементное картирование единичных нанонитей железа после удаления матрицы АОА, в) мёссбауэровский спектр образца Fe/АОА

Почему нанонити так интересны, если из них ничего нельзя сшить?

Исследование металлических нанонитей представляет собой не только фундаментальный интерес, но и может найти практическое применение в некоторых областях науки и техники. Например, в работе [1] сотрудникам нашей научной группы удалось получить нанонити родия, обладающие высокой каталитической активностью, что делает их перспективными для использования в качестве катализатора электровосстановления нитратов. Нанонити из железа, кобальта и никеля, ввиду своей вытянутой формы, проявляют особые магнитные свойства и изучаются в области физики магнитных явлений. В настоящее время наш коллектив совместно с коллегами из Института физики твердого тела Российской академии наук (ИФТТ РАН) и Московского физико-

технического института (МФТИ) занимается исследованием сверхпроводящих планарных джозефсоновских контактов на основе единичных нанонитей [2, 3]. Идея таких объектов состоит в том, что если закрепить нанонить между двумя сверхпроводящими площадками (например, из ниобия), то сверхпроводящий ток, возникающий в системе, будет передаваться и на нанонить, называемую в этом случае слабой связью или переходом Джозефсона. Это довольно интересное свойство, поскольку сама нанонить сделана из несверхпроводящего металла, например, золота, меди или никеля. Такие контакты могут в дальнейшем использоваться в устройствах сверхпроводящей микроэлектроники, и не исключено, что именно нанонити, словно нити Ариадны, смогут проложить маршрут к новым технологиям и новым устройствам, которые изменят нашу жизнь к лучшему[1].

Литература

1. Leontiev A.P., Brylev O.A., Napolskii K.S. // Arrays of rhodium nanowires based on anodic alumina: Preparation and electrocatalytic activity for nitrate reduction // Electrochimica Acta, 2015, V. 155, P. 466-473, DOI: https://doi.org/10.1016/j.electacta.2014.12.073.

2. Skryabina et al. // Josephson coupling across a long single-crystalline Cu nanowire // Appl. Phys. Lett. 110, 222605 (2017), DOI: https://doi.org/10.1063/1.4984605.

3. Skryabina et al. // Anomalous magneto-resistance of Ni-nanowire/Nb hybrid system // Scientific Reports, V.9, 14470, 2019, DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-019-50966-8.

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

[1] Более подробно о нанонитях железа можно узнать в работе: Goncharova A.S., Sotnichuk S.V., Semisalova A.S., Kiseleva T.Yu, Sergueev I., Herlitschke M., Napolskii K.S., Eliseev A.A. // Oriented arrays of iron nanowires: synthesis, structural and magnetic aspects // Journal of Sol-Gel Science and Technology, 2017, V. 81, P. 327-332, DOI: https://doi.org/10.1007/s10971-016-4254-2.

Нечипоренко Юрий Дмитриевич[1]
Старший научный сотрудник Института молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, работы связаны с изучением ДНК, РНК и математическим моделированием в биофизике

Научные путешествия. Ковчег учёных в горах Армении

Эта история произошла лет десять тому назад. Высоко в горах походил научный симпозиум... Читайте рассказ о международном братстве учёных.

Страна горячих гор и высоких снегов, откуда берут начало Тигр и Евфрат, встретила нас в конце февраля ласково: температура в Ереване +15. Из Москвы мы улетали в пургу и при −15 градусах! Ночная прогулка по Еревану осталась на золотистых фотографиях: подсветка широких проспектов и огромных площадей делает здания здесь похожими на дворцовые комплексы древнего царя Сирии Ашурбанипала. Но самое сильное впечатление произвёл винный завод: огромная крепость цвета стали. Крепость возвышается над Ереваном (с неё и начался город – она была персидской, потом русской). Здания из мягкого туфа разных цветов – розового, коричневого, серого и жёлтого – смотрятся благородно, по-царски! Платаны с голыми стволами стоят, щеголяя своими листьями, не опавшими с прошлой осени.

Симпозиум, куда я прилетел, проходил на высокогорном курорте Цахкадзор (2000 метров над уровнем моря), было там +5 и больше, шёл дождь и снег. Слово «симпозиум» переводится с греческого языка как «совместное возлежание» и подразумевает пир с возлияниями. Наш «пир» был посвящён роли воды в жизни клетки. Собрал учёных на этот пир физический факультет Ереванского университета. Меня же пригласил сюда профессор Вова Морозов (он сам себя называет Вовой, так и закрепилось с молодости это имя за ним!). Вова похож с виду на вавилонского жреца и на сержанта Водичку из эпопеи Гашека «Приключения бравого солдата Швейка». Вова – сын русского полковника и армянской красавицы, он считает себя русским и представляет в Армении национальное меньшинство. Русских людей

[1] Фото Л. Осепяна.

в Армении раз-два и обчёлся, но зато каждый имеет большую цену. Вова окружён всеобщей любовью: студенты, аспиранты и сотрудники в нём души не чают. Вова же окружал заботой меня: поил, водил, одевал в свою тёплую куртку, показывал Ереван. Он же встречал меня и провожал в аэропорту – за это всё ему низкий поклон...

На конференции собрался «Ноев ковчег» учёных: итальянец Маурисио из Бразилии, японец Сейшу из Англии, китаец Чан из США, русская девушка Аня из Канады... Англия, США и Германия были также представлены: англичанин, американец и немец, казалось, сошли со страниц учебника географии – именно такими должны быть Эрик, Джон и Фриц. Конечно, не обошлось без зарубежных армян: Адриан Парсегян и Тигран Чаликян собирали, готовили к плаванию, смолили и мостили этот ковчег вместе со своими ереванскими коллегами.

Я был единственным учёным из Москвы. Я прикидывался специалистом по «теории адсорбции», в которой почти никто ничего не понимал, и моё самозванство не было разоблачено. Но подозрительные японцы меня обходили стороной, особенно им не нравились вопросы, которые я задавал на их докладах, – между прочим, очень невинные вопросы о кооперативности. Дело в том, что кооперативность – весьма распространённое явление в жизни молекул, все они делают свои дела кооперативно, то есть сообща (вспомните кооперативы и корпорации). Однако именно представители самой кооперативной и корпоративной державы, страны восходящего солнца, всячески увиливали от моих вопросов: верно, хотели скрыть свои корпоративные тайны.

Мне крепко повезло: почти все молодые люди, студенты и аспиранты в Армении занимаются адсорбцией (и всё равно мало что понимают). Все они добавляют к главной молекуле жизни – ДНК – разные малые молекулы и силятся понять, что получается. Так как мой доклад был посвящён этой теме, я пользовался там большим спросом у ребят и девушек и завистью всех иностранцев: во время их докладов я сидел на задних рядах и шушукался с армянскими красавицами.

Я уже говорил, что симпозиум был посвящён роли воды в клетке, то есть гидратации молекул. Разница между гидратацией и адсорбцией примерно такая же, как между первым и вторым блюдами на обеде или между юшкой и мясом в супе. Адсорбция рассматривает сам кусок мяса, так сказать, мясо в собственном соку, гидратация – соки вокруг этого мяса. Я всегда не любил «первое» и предпочитал ему «второе». Любители бульонов собрались на свой шабаш в горах Армении и открыли научную походную кухню, начали варить варево и лить туда воду, заклиная гидру гидратации...

Если бы не дружба с Вовой, не взяли бы они меня, не налили своего бульона. По-моему, адсорбция гораздо «вкуснее» гидратации, как мясо вкуснее бульона (и даже если вы вегетарианцы, можете сварить репу или шпинат).

Итак, гидратация без адсорбции – что бульон без мяса, адсорбция без гидратации – мясо без бульона... Пикантность ситуации придавал тот факт, что заседания проходили на задах ресторана, и мы ходили на них через кухню, пробираясь мимо плит, где готовились чудесные кавказские блюда. Угощение было изумительным – тут армяне лицом в грязь не ударили, и мы после сытных завтраков из пяти блюд млели в креслах, предвкушая не менее изысканные обеды... А чтобы мы не скучали, в перерывах между заседаниями подавали соки и кофе с конфетами, фруктами и пряностями – но на это уже не хватало никаких сил...

Но я увлёкся рестораном, а лучше бы рассказать про прекрасные армянские храмы. В городе Гарни, куда нас возили на экскурсию, сохранился храм бога Солнца. В бане, которая находится неподалёку от храма, на полу написано на древнегреческом языке: «Мы потрудились, не получив вознаграждения». Смотритель нам сказал, что есть разные варианты расшифровки этой надписи. Может быть, заказчик, древний царь, не заплатил строителям. Но скорее, это – закон литургии, «общего дела», которым скрепляются люди в любой религии. Каждый из нас трудится над чем-то помимо своей работы – и без всяких наград. Впрочем, поедание пищи, как и омовение в бане, можно тоже рассматривать как труд без наград...

В Цахкадзор мы ехали с деканом физического факультета Самвелом Арутюняном, и он рассказал мне о науке в Армении. Несмотря на бедность и холод (в Армении зимой квартиры не отапливаются), существует «направленное» финансирование отдельных проектов. В скором будущем можно даже надеяться на строительство в Армении своего синхрофазотрона. Я заметил, что дороги вполне сносные, недавно отремонтированные - и Самвел сообщил, что 100 миллионов долларов вложил в дороги один из эмигрантов-армян, который держит рулетку в Лас-Вегасе. Такими дарами армян со всего мира и поддерживается жизнь в Армении.

Армения отрезана от России: ни общей границы, ни безопасной железной дороги... Закрылись сотни промышленных предприятий, окружавших Ереван и работавших на российском сырье, и Армения была вынуждена перейти на поставки мазута из Ирана.

Университет переходит на платное обучение, и только отдельные студенты в виде исключения получают поддержку государства или частных лиц. С одним из таких лиц я познакомился уже в конце конференции: когда мы играли со студентами в снежки, в ряды наши ворвался здоровенный мужичина и, как новоявленный Голиаф, стал метать во все стороны целые охапки свежего рыхлого снега. Мне сразу понравился этот великан – и каково же было моё удивление, когда на банкете его аттестовали как спонсора полусотни студентов и аспирантов! Оказывается, этот добряк-бизнесмен из Америки сам явился к декану физфака и сказал, что в своё время он не смог продолжить работу по специальности, и сейчас хотел бы помочь ребятам, которые имеют способности для научной работы. Он пришёл на физфак потому, что считает его местом, где собираются самые талантливые ребята и занимаются самым нужным для будущего Армении делом...

Я не могу не согласиться с этим милым великаном, потому как самым светлым впечатлением от поездки остались эти два десятка студентов и аспирантов, которые самоотверженно работали в оргкомитете, днями и ночами обеспечивая проведение конференции. Они водили нас в горы, решали десятки технических вопросов... А ещё они прекрасно танцевали, говорили легко на английском, армянском и русском языках, сопровождали нас в экскурсиях, играли в «мафию», и ещё – половина из них была очаровательными девушками с такими чёрными глазами, которые я до сих пор забыть не могу...

Вот, например, Лусинэ. Надо сказать, что на конференции были две Лусинэ – маленькая и большая. Маленькая делала при открытии конференции доклад на безукоризненном английском: сверкая глазами, она рассказывала о храмах Армении. И было о чём рассказать: армяне – прирождённые строители, храмы так ладно вписаны здесь в горы и небеса, что кажутся созданиями природы, вроде водопадов или скал. Недаром же часть храмов просто вырезана

внутри скал – есть такое место, Гехард, где огромные храмы скрываются в скалах: входишь в неприметное отверстие в скале – и оказываешься внутри храма в трёхэтажный дом высотой! Внутренность храма оказывается важнее внешности. Обычно в русских храмах дело обстоит наоборот: стоит, красуется храм Василия Блаженного на Красной площади, а внутри него почти нет пространства, оно всё уходит на колонны да луковки. А вот армянские храмы полны пространства, они переполнены этой звонкой пустотой, которая даёт прекрасное эхо. Тут даже если не хочешь – запоёшь!

Так же точно хочется петь при виде армянских девушек. Обе Лусинэ как на подбор: одна краше другой! Большая Лусинэ в первый же вечер провела меня, стреляного воробья, в игру-мафию. Игра эта, если кто не знает, делит людей на обывателей и мафиози. Досталась тебе в начале, при раздаче ролей, метка мафиозо – вот приходится, хочешь не хочешь, врать и прикидываться обычным человеком. А обыватели должны напрячь всю свою проницательность и раскусить, кто врёт, а кто говорит правду. Так вот, мне всегда не везёт в эту игру: раскусывают меня легко – и так же легко обводят вокруг пальца. Особенно армянские девушки легко обводят всех вокруг пальца... Так что, хотя Лусинэ большая и использует мои уравнения для расчёта своих кривых в науке, она легко объегорила меня в игре!

Зато в следующий вечер пригласила она меня на танец: уже после всех ужинов и заседаний собралась компания юных организаторов внизу, в ресторации – и ну плясать! Посадили во главу угла «жреца» Вову и начали откалывать номера! Танцуют девушки свои народные танцы очень бойко: строго держат руки над головой, переводят из стороны в сторону, перебирают ножками – в общем, как я это увидал, так от зависти чуть не провалился на месте.

Тут, правда, набежали иностранцы – и давай руками-ногами махать! Но было это не то, не так: строгие армянские танцы отличаются от кривлянья и ломанья западных звёзд эстрады. Я подумал, что всю жизнь танцевал по-армянски, только этого не знал. В общем, когда Лусинэ большая меня ввела в круг танцующих, я был на седьмом небе от счастья!

Первое время студенты не могли найти музыки, и я поставил им сербскую, которую привёз с конференции по биофизике, что проходила в Черногории. И вот они в этих сербских ресторанных и плясовых мелодиях распознали турецкие мотивы. И верно: Сербия сотни лет воевала с Турцией, была под гнётом янычар – и набралась турецких мелодий. Тут я сообразил, что Сербия и Армения многим похожи: граничили и воевали обе эти христианские страны с Турцией, только одна – на Кавказе, другая – на Балканах, и так же тянулись обе они к России, и мы освобождали их – и до сих пор ценят и любят русских благодарные армяне и сербы...

Армяне помнят о России и даже чувствуют себя оставленными детьми: Россия для них – мать, которая позабыла о них. Так, по крайней мере, они мне сами говорили. Но это будет длиться недолго: уже не учат в армянских школах русский язык, всё меньше вывесок на русском, и скоро повзрослевшие дети тоже позабудут эту далёкую мать.

В третий вечер симпозиума мы втянули в «мафию» иностранцев: итальянца Маурисио из Рио-де-Жанейро и японца Сейши из Йорка, Эрика из Америки и Марко из Сан-Пауло. Однако все иностранцы, даже вместе взятые, оказались не столь проницательными, как одна девушка Кристина из Армении: она насквозь видела всех и каждый раз точно угадывала, кто мафиозо, и кто нет! Кристина – стройная, с чёрно-рыжими волосами, биолог по образованию, тоже оказалась прекрасной плясу-

ньей. И хотя с нами играли ещё Марина, Анахита и Лусинэ большая, всё же Кристина оказалась самой проницательной. Справедливости ради следует заметить, что столь же высокую проницательность проявила в первый вечер девушка Аня, уроженка Курска, проживающая ныне в Канаде, но нам не удалось свести за одним столом в один вечер двух самых интуитивных девушек и устроить соревнование между ними.

Остаётся только порадоваться, что в каждой стране есть проницательные девушки, и погоревать, что русские девушки разбегаются по заграницам. однако можно надеяться, что они не насовсем уезжают, а ещё вернутся к нам, набравшись опыта и ума за рубежом.

Хорошо живётся японцу Сейши в английском городе Йорке – он там не только занимается своей любимой физикой, но и в свободное время обрабатывает садовый участок, собирает навоз, оставшийся от коров на дорогах и полях, удобряет им растения... В общем, совсем как герой стихотворения Маяковского: «землю попашет, попишет стихи». Сейши знает несколько европейских языков, поёт русские песни, любит кино Параджанова и даже кумекает слегка по-древнегречески (это он читал нам надпись на мозаике в бане при храме Гарни).

Тихий человек из Бразилии Марко Коломбо проявил способности оракула: он заявил во всеуслышанье, что приехал в Армению, чтобы прикоснуться к колыбели мировой цивилизации, – и я понял, что не случайные иностранцы собрались в этом Ноевом ковчеге симпозиума по гидратации: они потратили немалые средства, преодолели тысячи километров, чтобы оказаться здесь, в этом священном месте, населённом симпатичными девушками. Кстати, в древних традициях армян ещё чуть ли не со времён Урарту бытовал обычай, по которому девушки дружили с иностранцами, – это обеспечивало им славную судьбу, уважение и богатство в потомстве.

В Гарни рядом с храмом Солнца стоит каменная стела, на которой битым языком клинописи написано, что этот самый Гарни присоединил к своим владениям ещё царь Урарту. Так что храм Солнца тут мог действовать за два тысячелетия до рождества Христова! Слово «Гарни» напоминает мне «гарно» по-украински, то есть «хорошо». И место это действительно уникальное, сказочно красивое! Скалы здесь имеют необычные очертания: словно торчат из земли базальтовые пальцы, и все мы вместе с храмом находимся на такой каменной ладони... Интересно, что в этом месте закончился приём у моего мобильника: пропали на время все сигналы армянских операторов, а потом вдруг пришло сообщение от турецкого оператора, что он берёт меня под своё крыло!

Но наша конференция по гидратации была не только лирической, она имела даже военное приложение. Судите сами: Армен Сарвазян, выпускник МГУ, который давно уже сидит в Америке, рассказал, что его разработки сейчас очень нужны военному ведомству США. Оказывается, гидратация – важнейший параметр, по которому можно судить о боеспособности солдат. Выяснилось это в Ираке: гидратация, понимаемая как процентное содержание воды в мышечных тканях, поддерживается на постоянном уровне с точностью до десятых процента, и при небольшом изменении гидратации наступает обезвоживание и гибель организма. На этих словах Сарвазяна в зал вошла официантка и внесла стакан воды на подносе. Он схватил стакан и жадно выпил воду, стуча зубами о краешек. Тут я не выдержал и заявил во всеуслышанье: доклад можно не продолжать – важность гидратации доказана воочию! Заметим, что именно с заснеженных гор Армении начинаются те реки, воды которых так не хватало американцам в Ираке...

В четвёртый, предпоследний, вечер нашей конференции, как раз после моего доклада, состоялся интересный разговор. Мэтры гидратации не обратили особого внимания на мою адсорбцию. Правда, мои партнёры по игре в «мафию» – Сейши и Маурисио – задавали вопросы, и в целом всё прошло более или менее прилично – помидорами меня никто не забрасывал. После ужина я заметил примечательную компанию: дюжина иностранцев за большим столом что-то деятельно обсуждала. Присмотревшись, я обнаружил, что здесь заседает синклит из всех рас и стран: итальянец и португалец из Бразилии, англичанин и японец из Англии, китаец и армянин из США, и так далее и тому подобное... Конечно, мне стало интересно – что же обсуждают эти апостолы гидратации? Они обратились ко мне с вопросом:

– Have you seen service in the church?

Тут я растерялся, потому как не мог сразу сообразить, что же они имеют в виду: service – это я понимаю, сервис он и есть сервис, типа автосервис; church – это церковь, храм. Но какой может быть сервис в храме? Христос же изгнал весь бизнес из храма! С другой стороны, не хотелось казаться Незнайкой. В общем, ответил я первое, что пришло в голову:

– Yes!

Но по виду апостолов тут же понял, что ошибся. Они с подозрением на меня посмотрели, все двенадцать разномастных пар глаз четырёх континентов и рас уставились с таким недоверием... Мне стало не по себе, и я понял, что они меня приняли за лживого мафиозо, и сейчас выкинут из ковчега учёных за борт. Тут уж мне пришлось напрячься и сообразить, что сервис в храме для них – это богослужение по-нашему, и лучше мне не выпендриваться и не брать на себя много. И я сразу же выпалил:

– No, I have not seen...

То есть не видел я сервиса в церкви! Тут они сразу успокоились и начали одобрительно переглядываться и кивать мне. Оказывается, они обсуждали проблему, как провести последний день в Ереване и что посмотреть: Художественный музей, Исторический музей или богослужение в храме. Это так называемая «проблема выбора». Хотя на самом деле выбора не было: в армянской церкви во время поста нет богослужений.

В этот момент, в момент своего отказа от претензии на недоступное для них знание, я на миг почувствовал себя равным среди равных, великих апостолов гидратации. Но тут уже я перешёл в наступление и задал им вопрос: не видели ли они гору Арарат?

– Have you seen Ararat mountan?

Настало время им ёжиться – потому что за четыре дня конференции никто Арарата не видал! Тут я сказал своё мнение об этом. Получилось вроде притчи: а как ещё разговаривать на иностранном языке, если не притчами?

– Раз мы не видели Арарата, это значит, что он ещё не захотел увидеть нас. Арарат – это божественная гора, и она сама выбирает достойных общения с собой...

После этих слов ничего не оставалось, как покинуть синклит мудрецов. Конечно, было бы здорово войти в мировую элиту науки и посидеть за одним столом с мудрецами. Но я почувствовал себя так, как будто какая-то сила выталкивает меня отсюда, подобно тому, как Архимеда вытолкнула из ванны беспокойная сила прозрения.

Арарат нам открылся на следующий день – после того как студенты пригласили меня в горы, мы поднялись на трёх подъёмниках вверх и увидели пол-Армении: всюду снег, лишь озеро Севан синело вдалеке. Тут же от радости я стал кататься по склону и набил полные ботинки снега.

У моего мобильника отломилась антенна, и как раз в этот момент кто-то по нему позвонил. Так я и не смог узнать, кто звонил мне в минуту наивысшего экстаза, когда мы с Араратом стояли друг против друга...

Рисунок Саши Ивойловой

Раньше учёные из Москвы приезжали пачками на такие вот конференции, как эта нынешняя: собиралось из одного нашего института по десятку человек. А теперь – хорошо, что хотя бы я один смог вырваться в Армению. Но у Армении появились новые друзья: уже в Бразилии и Канаде, Японии и Англии, Америке и Германии знают об Армении не понаслышке. Распробовали учёные и армянский коньяк, и атмосферу почуяли дружескую. В учёный ковчег, в котором собирались прежде русские и армянские друзья, набралось «каждой твари по паре», по паре учёных со всех континентов, из разных стран, и это тоже неплохо. Так и сказал я на заключительном банкете, поднимая бокал за новых друзей Армении: ведь эта страна, эта древняя культура и её очаровательные дети заслуживают любви! Сменился состав наших конференций, но осталось главное: те таинственные силы симпатии, которые тянутся от сердца к сердцу, те нити, по которым мы приходим в эту дивную страну, страну верных друзей и прекрасных девушек.

Калейдоскоп Калейдоскоп Калейдоскоп

Предельный мир

Предельные углеводороды – достаточно интересная и перспективная область химии, при кажущейся её простоте (подумаешь, углеводород только с одинарными связями!). Предельные углеводороды окружают нас повсюду! Взять хотя бы свечи или газовую плиту: парафин – смесь алканов с количеством углерода от 18 до 35 атомов, газ в плите – простейший алкан с одним атомом углерода.

Есть даже целое королевство-углеводород! Королевство Бутан – государство в Южной Азии, расположенное между Индией и Китаем; его столица — город Тхимпху. Правда, в этом королевстве совсем не разрабатываются алканы.

Но на этом мои поиски предельных углеводородов вне химии не заканчиваются! Я обнаружил, что бутаном C_4H_{10} также являются:

- село в Болгарии (с алканами там плохо),
- советский военный камуфляж;

октаном C_8H_{18}:

- советский спутник разведки;

нонаном C_9H_{20}:

- коммуна во Франции (там углеводородами тоже никто не занимается :( );

деканом $C_{10}H_{22}$:

- заведующий чем-либо – факультетом, церковью, ремесленными цехами (в средневековой Европе),
- плоскогорье на юге Индии (там, к сожалению, углеводородов не обнаружили),
- французская фамилия,
- в множественном числе – группы звёзд в древнеегипетской астрономии.

Какой напрашивается вывод? Нас окружают алканы, а мы даже этого не замечаем.

Артём К.

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

ООО «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.

Где можно приобрести журнал?

1. В интернет-магазине Карандаш (www.karand.ru);
2. На сайте журнала (edu-potential.ru)

Теперь вы можете читать журнал со своего планшета!

ПРОЕКТНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

В следующем номере:

- Определение размера наночастиц оксида цинка с использованием спектроскопии. *Титова Н.М., Котин П.А.*
- Практика учащихся биокласса СУНЦ МГУ в Узбекистане 21.02.2020 – 29.02.2020. Часть 2. Природа гор Узбекистана. *Корчагин И.В., Кульбачная М.А. и др.*
- Кристаллы и кристаллизация. *Морозова Н.И.*

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

ISSN 2221-2353

АЗБУКА
Полиграфическая компания
Тел: (985) 768-25-48,
(495) 787-24-95
www.azbukaprint.ru

www.internat.msu.ru