

# Нау



Издание для школьников-москвичей, учащихся 9–11 классов, участвующих в инициативах Департамента образования и науки города Москвы, посещающих академические, предвузовские и прочие занятия >



Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева  
#высшее образование

Строительство и технологии лунных баз  
#будущее

Смещенная оптика: как новые материалы создают невиданный мир  
#вопросы

Технологичное образование: как создаются будущие кадры для nano-индустрии  
#будущее

Подслушано в МАРХИ: новая архитектура  
#высшее образование

Новый материал  
#комикс

# Новая реальность: создаем материалы для будущего

#академический класс



## В номере

<b>От редакции</b>	3	ТЕХНОЛОГИЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: КАК СОЗДАЮТСЯ БУДУЩИЕ КАДРЫ ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ # БУДУЩЕЕ	38
ГДЕ В МОСКВЕ ПОЗНАКОМИТЬСЯ С НОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ # АКАДЕМКЛАСС	4		
<b>РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА</b> # ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ	8	СТЕКЛЯННЫЙ ВЕК: ЧТО ДЛЯ ЦИВИЛИЗАЦИИ ЗНАЧИТ СТЕКЛО # ВОПРОСЫ	44
ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО # БУДУЩЕЕ	10	СМЕЩЕННАЯ ОПТИКА: КАК НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ СОЗДАЮТ НЕВИДАННЫЙ МИР # ВОПРОСЫ	52
ГОНЧАРНОЕ ДЕЛО ХХІ ВЕКА # БУДУЩЕЕ	18	ПОДСЛУШАНО В МАРХИ: НОВАЯ АРХИТЕКТУРА # ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ	56
АКАДЕМИЧЕСКИЙ (НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ) КЛАСС В МОСКОВСКОЙ ШКОЛЕ # АКАДЕМИЧЕСКИЙ КЛАСС	30	СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОЛОГИИ ЛУННЫХ БАЗ # БУДУЩЕЕ	66
<b>НОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: КАК МОСКОВСКИЕ ШКОЛЬНИКИ СОЗДАЮТ МАТЕРИАЛЫ БУДУЩЕГО</b> # АКАДЕМИЧЕСКИЙ КЛАСС	32	«НАНОТРАК» В ГОРОДЕ # ШКОЛА МЕНЯЕТ МОСКВУ	86
		НОВЫЙ МАТЕРИАЛ # КОМИКС	92
		СЛОВАРЬ # ГЛОССАРИЙ	98
		ЗАДАЧИ ИЗ ИСТОРИИ МОСКОВСКИХ ОЛИМПИАД # ЗАДАНИЕ	99

### АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ:

**ВИКТОРИЯ БРЯТОВА**  
Выпускающий редактор

**ЕКАТЕРИНА РЫКАЛОВА**  
Редактор

**НИРИЛЛ БЛАГОДАТСКИХ, АННА НАУМОВА**  
Дизайн

**АНТОН АЛЕКСЕЕВ, ГАЛИНА СМИРНОВА**  
Верстка

**МИХАИЛ ЛЕВИУС**  
Художник

**МАРИЯ СИДОРОВА, АЛЕКСАНДРА КИРИЛЛОВА**  
Корректор

**ГРИГОРИЙ ПОЛЯКОВСКИЙ**  
Фотограф

**ВИКТОРИЯ ДРОЗДЕЦКАЯ**  
Корреспондент

**АНТОН МИХАЙЛОВСКИЙ**  
Руководитель проекта

Благодарим за помощь в предоставлении материалов сотрудников РХТУ им. Д. И. Менделеева, студентов и преподавателей МАРХИ, сотрудников лаборатории «Нанотрак» и Андрея Евгеньевича Мельникова (Фонд инфраструктурных и образовательных программ группы «РОСНАНО»)

**ВЫПУСК ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ В РАМКАХ УЧЕБНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГБПОУ «МОСКОВСКИЙ ТЕХНИКУМ КРЕАТИВНЫХ ИНДУСТРИЙ ИМ. Л. Б. КРАСИНА»**

В номере использованы фотографии, доступные для свободного использования, из следующих источников: каталог мультимедиа Роскосмоса (roskosmos.ru), фотобанк Getty, архив НАСА

## От редакции

**Друзья! Перед вами очередной номер журнала «Нау. Путеводитель по науке в Москве», и наша редакция продолжает знакомить читателей с научно-образовательным ландшафтом столицы. Москва — это город, где сосредоточены инновации, где очень высока концентрация современных технологий и решений. И ученики московских школ погружены в эту насыщенную среду.**

Текущий номер журнала посвящен новым материалам, то есть всему, что сегодня определяется как инновационные материалы. Они могут применяться в различных областях деятельности: в космосе и авиастроении, строительстве, медицине, обороне и безопасности.

Новые материалы — тема очень интересная. С одной стороны, вся эволюция человечества связана с исследованием и разработкой новых материалов. Говоря о значимости материалов для человечества, достаточно напомнить, что в хронологии цивилизации мы учитываем названия господствующих материалов: каменный, бронзовый, железный век. Некоторые исследователи считают, что наши потомки дадут и нашему времени наименование по этому принципу. Наш век будет называться стеклянным. С другой стороны, сегодня актуальность изобретения новых материалов очень высока: они позволяют стремительно покорять ранее не освоенные ниши в медицине, промышленности, космической отрасли. По оценкам экспертов, до 80% инноваций связано с новыми материалами.

В этом номере мы постарались осветить все отрасли, в которых могут применяться новые материалы. Мы поговорили с представителями недавно открывшегося детского технопарка «Менделеев центр» РХТУ им. Д. И. Менделеева, где проходят занятия

для школьников, узнали от специалистов Некоммерческого фонда инфраструктурных и образовательных программ, который входит в группу компаний РОСНАНО, какие существуют возможности для школьников, если они хотят развиваться в наноиндустрии и работать с новыми материалами. В МАРХИ редакция познакомилась со студентами и преподавателями кафедр «Архитектурное материаловедение» и «Дизайн архитектурной среды», которые рассказали, как новые материалы могут применяться в строительстве и архитектуре. Мы поговорили о строительстве лунных баз (да, настоящие лунные базы будут построены на настоящей Луне) со специалистом Института астрономии и нашли «Нанотрак» — это передвижная лаборатория, которая работает в Москве. Сотрудники лаборатории проводят занятия со школьниками — для этого школе достаточно подать заявку, и вскоре лаборатория придет в школьный двор.

Сегодня в распоряжении московских школьников находятся лучшие вузы и научные институции, которые предоставляют свои ресурсы участникам академических и инженерных классов. Они активно работают со школьниками и принимают участие в проектах «Академический (научно-технологический) класс в московской школе», «Инженерный класс в московской школе», организуют занятия в рамках проектов «Субботы московского школьника» и «Кружок от академика», готовят дополнительные занятия и материалы, которые можно использовать для самостоятельного обучения. Сотрудники вузов часто становятся членами научной группы проектов, которые разрабатываются в рамках школьных занятий. Эти ученические научно-исследовательские проекты имеют большой потенциал к реализации в различных направлениях развития Москвы.

Мы надеемся, что этот номер будет не только интересным, но и познавательным.

**С уважением и пожеланиями приятного чтения, редакция**

# Где в Москве можно познакомиться с материаловедением

Научные программы  
в Заповедном  
посольстве

Участие:  
с 9 класса



Парк «Зарядье»,  
ул. Варварка, д. 6

# Где в Москве можно познакомиться с материаловедением

Детский технопарк  
на базе МИРЭА  
«Альтаир»

Участие:  
с 8 класса



Пр-т Вернадского, д. 86, стр. 2

# Где в Москве можно познакомиться с материаловедением

Курс «Химическая  
технология» от НИТУ  
«МИСиС»

Участие:  
с 10 класса

Ленинский пр-т, д. 4



# Где в Москве можно познакомиться с материаловедением

Детский технопарк  
«Менделеев центр»  
РХТУ им. Д. И. Менделеева

Участие:  
с 8 класса

Миусская пл., д. 9, стр. 12



# Российский химико- технологический университет им. Д. И. Менделеева

# 39

место из 79 вузов в рейтинге  
влиятельности университетов  
России — 2020 по версии RAEX  
(«Эксперт РА»)

Основан  
в 1898 году

## В сотрудничестве со школами

Проекты «Академический  
(научно-технологический) класс  
в московской школе»,  
«Инженерный класс в московской школе»  
и «Менделеевские классы».

# РХТУ — университет, устремленный в будущее

# 9

факультетов

# >250

научных разработок,  
готовых к внедрению

# 14

научных центров  
и лабораторий

# 2

опытных  
производства

# 40

кафедр и

# 20

проблемных научно-  
исследовательских  
лабораторий  
осуществляют  
фундаментальные  
и прикладные  
исследования

## А также

Технопарк  
Инновационный научно-  
технологический центр

При университете действуют

Детский технопарк «Менделеев центр»  
Центр довузовской подготовки  
Вечерняя химическая школа  
Вечерняя математическая школа  
Более 40 спортивных секций  
Театр  
Академический большой хор РХТУ  
им. Д. И. Менделеева  
Хореографическая студия

# Технологии будущего

**В феврале 2020 года в Москве был открыт Детский технопарк РХТУ «Менделеев центр». Здесь проходят занятия, рассчитанные преимущественно на учащихся 8–11 классов. Мы поговорили с заведующей лабораторией Детского технопарка «Менделеев центр» Елизаветой Дмитриевной Пессяниковой и узнали, как устроен технопарк и какие образовательные форматы предоставляет.**



## Онлайн-курсы

За период самоизоляции в технопарке было проведено несколько образовательных онлайн-курсов. Каждый курс рассчитан на 36 часов, в среднем занятия проводились два раза в неделю и длились полтора часа.

1. Экспресс-подготовка к Единому государственному экзамену по химии.
2. Курс по минералогии и судебной экспертизе.
3. «Техно-стартап» — курс, разработанный совместно с Высшей школой экономики и другими партнерами. На курсе ребятам рассказали, как основать свое дело, грамотно подойти к разработке проекта, что для этого нужно сделать, какой продукт будет цениться на рынке и т. п. По итогам курса участники демонстрируют свои проекты, в том числе стартапы по химии.
4. Онлайн-практикум для подготовки к ЕГЭ.
5. Летние лагеря «Город профессий», «Раскрываем таланты», Crazy Chemist.
6. Мастер-классы в рамках социальной инициативы Москвы «Первоклассный сентябрь».
7. Летний лекторий — цикл лекций на актуальные темы (полимерная индустрия, стекло и керамика, химия запаха, радиоактивное топливо).
8. «Мастер-классный выходной» — цикл тематических мастер-классов по выходным.





## Летний лагерь

Летом 2020 года в рамках работы технопарка прошли три смены летнего лагеря. Две смены — для ребят с 8 по 11 класс. Первая смена называлась «Город профессии для химиков». Со школьниками обсуждали, кем и в какой области может работать химик и что для этого необходимо знать. Многие ребята не догадывались, что химик может работать и криминалистом, и нефтяником, и пищевиком.

Кроме этого, был лагерь для детей 8–12 лет. В лагере проводили онлайн-опыты с теми материалами, которые ребята купили в магазине: лимонная кислота, сода, уксус, нашатырный спирт. Школьники узнали основы химии: например, строение атома; из чего построен дом, что входит в состав кирпича; состав воздуха; почему вода в море соленая и т. п. Чтобы понимать, как устроены эти вещи, нужно знать химическую терминологию. Например, накипь — это не просто налет, а отложение карбоната кальция, магния, то есть нерастворимая соль, и, если прокипятить ее с кислотой, она растворится.

Третья лагерная смена называлась Crazy Chemist и была организована для школьников 8–11 классов. За смену были рассмотрены темы: экология, ядерное топливо, душистые вещества. Выполняя задания, участники смены собирали реактивы и посуду. В итоге они получили свои мини-проекты и задание —

синтезировать какое-то вещество. После этого прошел «химический аукцион». Отвечая на вопросы, команда приобретала необходимые ей лоты — посуду и реактивы. В конце смены группы представили презентации своих проектов и рассказали, как они будут синтезировать вещество в лабораторных условиях, как будут соблюдать технику безопасности.

## Курс «Химия. Старт. Мини»

Курс знакомит школьников с химией, свойствами веществ и материалов. Цикл занятий рассчитан на детей от 8 до 12 лет. На этом курсе проводятся простые опыты, рассказывается, например, почему образовывается осадок и почему именно такого цвета. Также участники учатся разбираться в продуктах: что такое пищевые добавки, зачем они нужны, что вредно, а на что необходимо обратить внимание.

Преподаватели РХТУ проводят мастер-классы по различным направлениям, например аналитическая химия, микроскопия, аддитивные технологии и т. д.



## Технологии

Тема

### «Полимерные материалы»

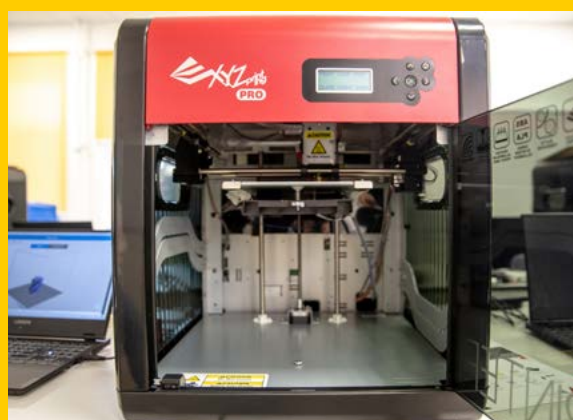
**Аудитория**  
от 14 до 18 лет

**Что происходит**

Разработка новых материалов и совершенствование известных технологий для синтеза материалов; апробация и внедрение новых методов исследования материалов

**Оборудование для проведения научно-исследовательских работ**

- 3D-принтеры и 3D-сканер
- Экструдер (машина для переработки полимерного сырья)
- Вязкозиметр (для исследования вязкости и прочих реологических характеристик растворов)



## Материалы

Тема

### «Неорганические силикатные материалы»

**Аудитория**  
от 14 до 18 лет

**Что происходит**

Работа со стеклом, керамикой и вязкими материалами. Термообработка керамики, варка разных видов стекол, структурирование и подготовка материалов для исследований

**Оборудование для проведения научно-исследовательских работ**

- Высокотемпературные печи
- Фрезерный станок с ЧПУ



## Наноматериалы и фотоника

Тема

### «Оптические материалы»

**Аудитория**  
от 14 до 18 лет

**Что происходит**

Исследование физико-химических свойств оптических материалов (в том числе наноматериалов) с использованием современных методов и приборов

**Оборудование для проведения научно-исследовательских работ**

- Сканирующий зондовый микроскоп NANOEDUCATOR II
- Исследовательский микроскоп Olympus BX43
- Лазерный гравер по металлу и дереву



## Предметы, которые изучают участники курсов

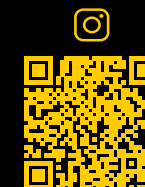
Многие курсы дублируют химико-технологические направления Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева. Поскольку технопарк в основном специализируется на химических направлениях, в приоритете — химические технологии, наноматериалы, фотоника, аналитическая, физическая, органическая и неорганическая химия и т. п. Кроме того, школьники изучают аддитивные технологии, инженерные специальности, которые стоят на границе с химией.

## Когда и где проходят занятия

Занятия проходят на площадке технопарка или в онлайн-формате. Записаться на программы можно на сайте центра или отправив заявку через социальные сети.

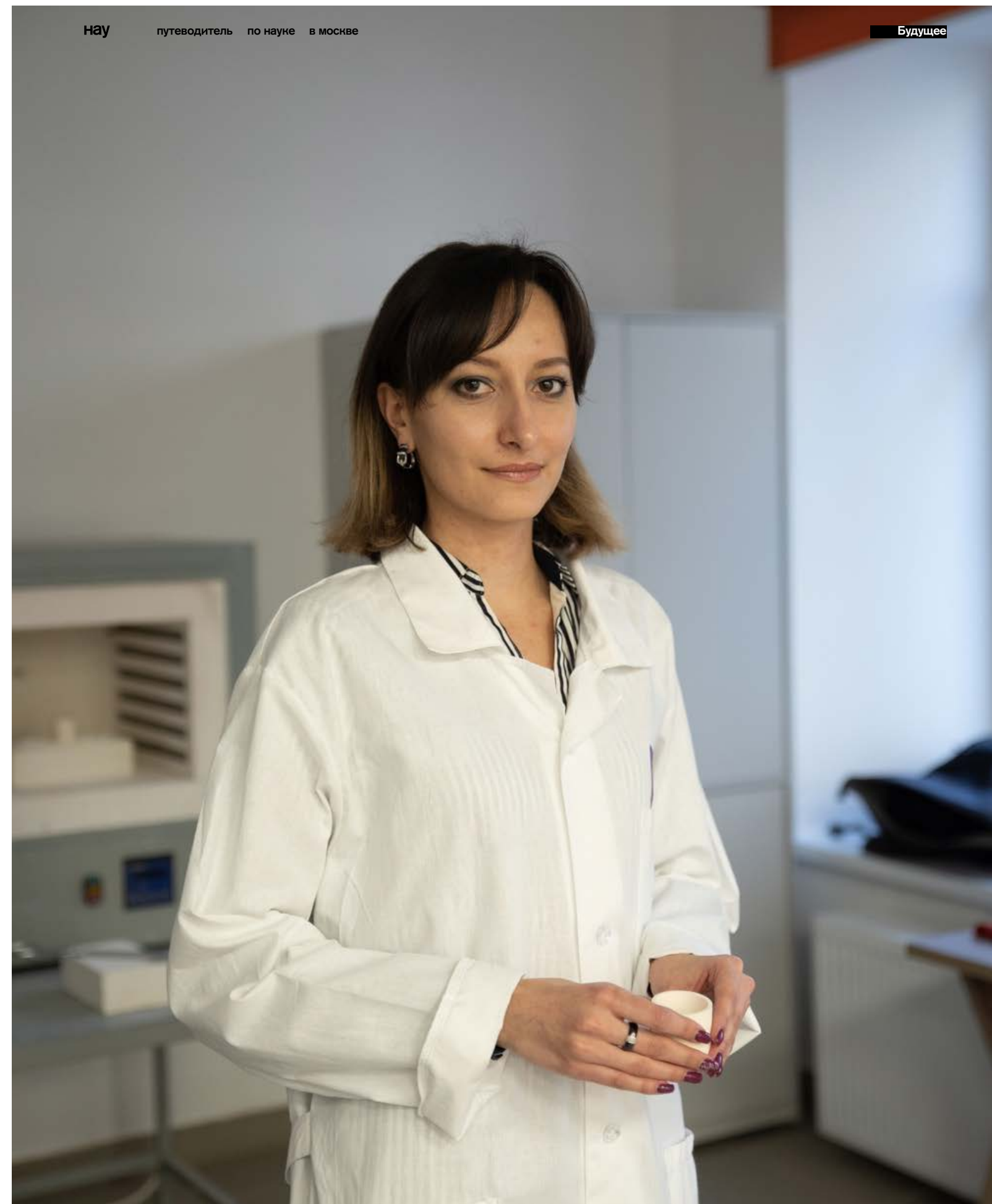
## Как попасть на курсы

На сайте технопарка публикуется актуальное расписание, также можно лично прийти и записаться на интересный курс.



# Гончарное дело XXI века

**Корреспонденты журнала «Нау. Путеводитель по науке в Москве» попали в керамическую мастерскую технопарка «Менделеев центр» и узнали, почему керамика — один из самых современных материалов, где она используется, как она помогает при расследовании преступлений. На наши вопросы отвечала заместитель декана факультета технологии неорганических веществ и высокотемпературных материалов Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева, государственный судебный эксперт Министерства юстиции РФ Марина Олеговна Сенина.**



## Какие преимущества есть у керамики перед другими материалами?

Керамические изделия более долговечны, выносливы и живучи, чем металлические, например. Керамика способна переносить большие нагрузки и высокие температуры.

На данный момент самое актуальное и перспективное применение керамики находит оборонная промышленность. Из данного материала делают бронезащитные элементы для бронированной танковой брони, а также прозрачной керамической брони. Такая защита более тонкая, легкая и маневренная по сравнению с прозрачной защитой из стекла. Это и забрала шлемов, и защитные окна у военной техники, и различные пуленепробиваемые окна.

Керамика не деформируется, не разрушается, поэтому она также применяется в ракетно- и авиационной промышленности. Это могут быть теплоизоляционные материалы (обшивки, которые позволяют ракетам не перегреваться и свободно переходить из одного слоя атмосферы в другой), и различные части самолетов.



## Как проходит работа в мастерской?

Как правило, сначала мы синтезируем сырьевые материалы. Далее придаем определенную форму того изделия, которое хотим получить, отправляем в печь на обжиг и получаем образец. В зависимости от того, какая керамика нам нужна, используем печь, которая обжигает при 1000 или 1900 °С. Один из переделов получения керамики — это высокотемпературный обжиг. Для этого в нашем технопарке есть печной зал.

В РХТУ мы занимаемся бронематериалами, биосовместимой керамикой, которая применяется для протезирования, лазерной керамикой и композитами.

## В каком направлении развивается керамика?

Получение материалов из керамики — достаточно дорогостоящее занятие. Это энергоемкая работа, для которой требуются большие температуры, керамика проходит несколько стадий обработки. Поэтому перспективное направление в данной отрасли — удешевление технологий без потерь свойств керамики, подбор составов и технологических режимов.

Актуальна комбинация свойств керамики: ученые стремятся создать более прочный, прозрачный или пористый материал.

Керамика также довольно перспективный материал для создания композитов, где есть матрица, сделанная из одного материала, и основная фаза — из другого.

## В каких областях применяются керамические материалы?

Керамические материалы применяются практически во всех областях. Сейчас даже и не найти такой отрасли, где бы они не использовались: и в быту, и в промышленности, и в технике. Например, санитарно-бытовая и строительная керамика занимает только 30% рынка, все остальное — техническая керамика.

## Как классифицируется керамика?

Керамика делится на четыре больших класса: санитарно-бытовая керамика (посуда, художественные изделия) [1], строительная (кирпич, черепица, плитка, кафель) [2], техническая (строительные материалы, которые применяются в авиации и ракетостроении, медицине и оборонном комплексе) [3] и огнеупорная (применяется в промышленности в качестве теплозащиты печей при производстве) [4].

В быту широко присутствует именно техническая керамика. Из этого материала делают ножи, микро- и наноэлектронику, абразивные материалы.



[1]

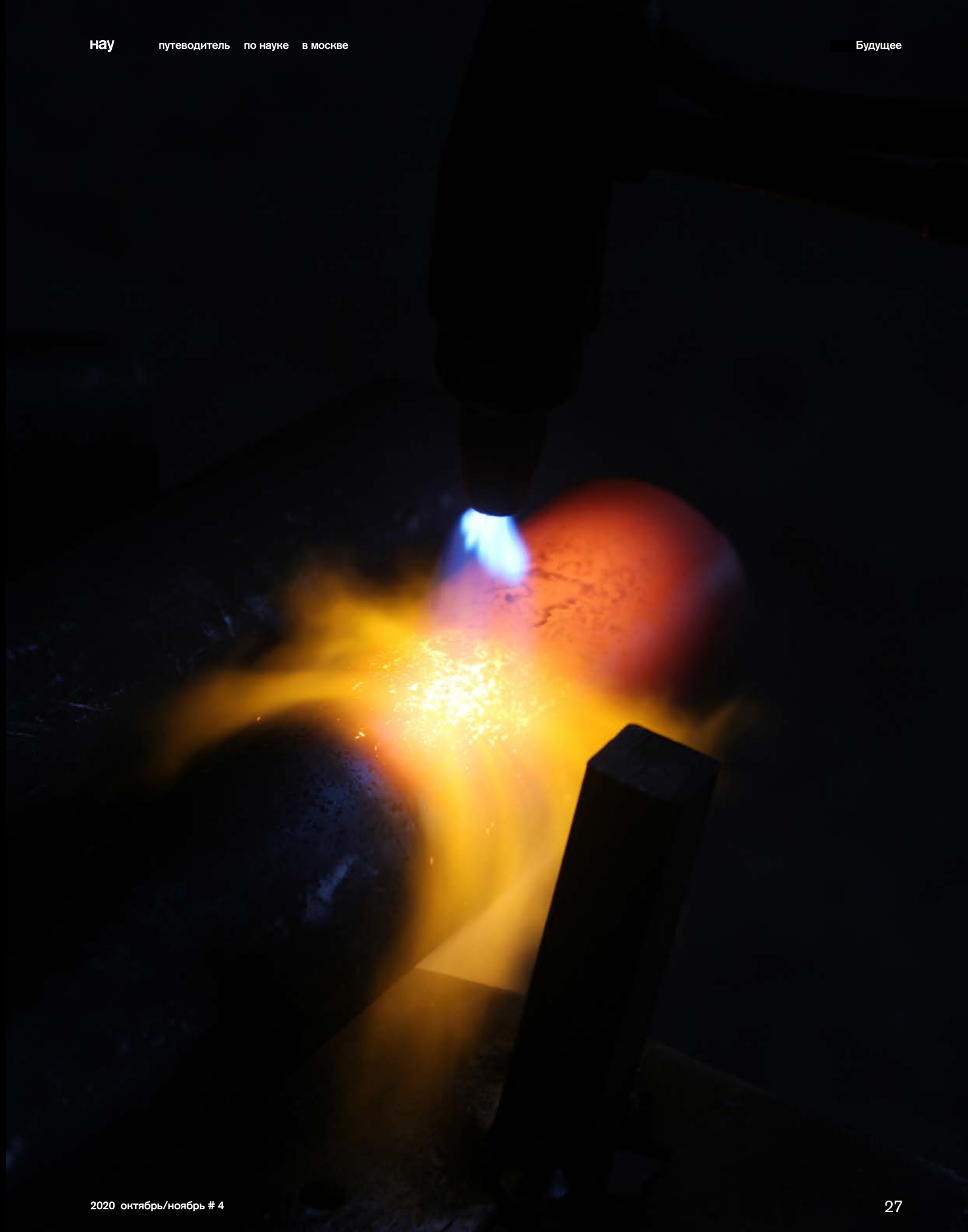


[2]



[3]

[4]



## Минералогия и судебная экспертиза

Химия обширно применяется в криминалистике. Однако не всегда понятно, как это работает и куда пойти учиться на судебного эксперта. Для этого специалисты технопарка «Менделеев-центр» специально разработали курс «Минералогия и судебная экспертиза», участниками которого могут стать ученики 8–11 классов. На курсе рассказывают о том, какие есть специальности и где готовят экспертов минералогии.

Химическая технология подразделяется на множество экспертных специальностей. Например, геммологи работают с минералами и ювелирными изделиями из них, есть эксперты, которые работают с неизвестными веществами. Есть люди, которые работают с водой, почвой,

со стеклом или керамикой. Это узкие специальности, где требуется широкий спектр знаний в конкретной области. И все это непосредственно связано с химией. В каких случаях химия применяется при расследовании преступлений? Например, на месте преступления нашли осколки бутылки. Проводится трасологическая экспертиза: осколки собираются в единое целое, проводится химический анализ, чтобы понять: это была одна бутылка или нет. Существует база данных продукции стекольных заводов, и можно посмотреть, в какой партии была бутылка. Имея все данные, в заключении эксперт пишет, какие конкретно бутылки были разбиты.

Или, например, ограбили ювелирный магазин. В данном расследовании нам необходимо выявить, какой был камень: драгоценный или нет, узнать его химический состав, минерал, характер обработки, огранку. Это влияет на стоимость изделия, и в зависимости от заключения эксперта определяется наказание в суде.



# Академический (научно-технологический) класс в Московской школе

28

образовательных организаций

23

вуза

26

научных организаций

> 2000

обучающихся

## Результаты деятельности академических классов

- рост числа молодых ученых, адаптированных к исследовательским вузам
- повышение привлекательности науки
- рост числа апробированных изобретений и разработок
- развитие экономического потенциала московской науки

## Участники проекта

- Департамент образования и науки города Москвы
- Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
- Городской методический центр Департамента образования и науки города Москвы
- общеобразовательные организации Москвы
- центры коллективного пользования при научных институтах
- научные организации
- высшие учебные заведения

## Ученики

осваивают современные методы научных исследований

самостоятельно получают новые научные знания

учатся искать решения задач без заранее известного результата

работают в школьных научных обществах под руководством известных ученых



## Научные организации и вузы

получают надежный ресурс — выпускников, мотивированных на работу в наукоемких и высокотехнологичных отраслях экономики

Подробная информация о проекте





# Новая реальность: как московские школьники создают материалы будущего

**Как подступиться к решению нерешаемых проблем? Кто сможет доказать значимость современных технологий на примерах? Зачем нужно создавать новые материалы и какими функциями они могут обладать? Кто ежедневно ставит важные задачи, чтобы сделать мир лучше? Все эти вопросы поднимают московские школьники.**

Обучаясь в академических классах, ученики сегодня проводят масштабные длительные исследования и создают собственные проекты, которые призваны помочь в научных разработках ученым.

## Разработка состава и технологии получения шипучей таблетки с экстрактом черники

ХИМИЯ, 10 КЛАСС

### Проблема

СЕГОДНЯ ПОПУЛЯРНЫ ПРЕПАРАТЫ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ЧЕРНИКИ, НО НЕ ВСЕМ УДОБНО ПРИНИМАТЬ ИХ В ВИДЕ ТАБЛЕТОК ИЛИ ПОРОШКА.

### Задача

РАЗРАБОТАТЬ УДОБНУЮ ЛЕКАРСТВЕННУЮ ФОРМУ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЧЕРНИКИ – В ВИДЕ ШИПУЧЕЙ ВОДОРАСТВОРИМОЙ ТАБЛЕТКИ, КОТОРУЮ СМОГУТ ПРИНИМАТЬ ДАЖЕ ЛЮДИ С ДИСФАГИЕЙ (ЗАТРУДНЕННЫМ ГЛОТАНИЕМ).

### Этапы работы

1. ПОДОБРАТЬ ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТА ЧЕРНИКИ
2. ПОЛУЧИТЬ СУХОЙ ЭКСТРАКТ ЧЕРНИКИ
3. ПОДОБРАТЬ СОСТАВ ШИПУЧЕЙ ТАБЛЕТКИ
4. ПРОВЕСТИ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОЛУЧЕННОГО ПРЕПАРАТА
5. СОСТАВИТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СХЕМУ ПОЛУЧЕНИЯ ШИПУЧЕЙ ТАБЛЕТКИ С ЭКСТРАКТОМ ЧЕРНИКИ

### Ход работы

В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАЛИСЬ ЗАМОРОЖЕННЫЕ И ВЫСУШЕННЫЕ ЯГОДЫ ЧЕРНИКИ. ПЕРЕД ЭКСТРАКЦИЕЙ ПЛОДЫ ИЗМЕЛЬЧАЛИ, ЗАЛИВАЛИ 25%-М ЭТИЛОВЫМ СПИРТОМ И ЭКСТРАГИРОВАЛИ В ТЕЧЕНИЕ 15 МИНУТ, ПОСТОЯННО ПЕРЕМЕШИВАЯ. ЭКСТРАКТ ОТФИЛЬТРОВЫВАЛИ ОТ СЫРЬЯ И ВЫСУШИВАЛИ. ПОДБОР КОЛИЧЕСТВА ЭКСТРАКЦИЙ И СООТНОШЕНИЯ СЫРЬЯ: ЭКСТРАГЕНТ ПРОВОДИЛИ НА ОСНОВЕ СОДЕРЖАНИЯ В НЕМ АНТОЦИАНОВ (МЕТОД PH-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ). СУХОЙ ЭКСТРАКТ ХАРАКТЕРИЗОВАЛИ ПО СОДЕРЖАНИЮ В НЕМ АНТОЦИАНОВ И ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ (МЕТОД УФ-СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ). ШИПУЧУЮ ТАБЛЕТКУ ПОЛУЧАЛИ МЕТОДОМ ПРЯМОГО ПРЕССОВАНИЯ. ЗАТЕМ ПРОВОДИЛИ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТАБЛЕТОК.

### Результаты исследования

1. ПОДОБРАНЫ ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТА ЧЕРНИКИ: СЫРЬЕ: ЭКСТРАГЕНТ = 1:20, КОЛИЧЕСТВО ЭКСТРАКЦИЙ – 5, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ПОДТВЕРЖДЕНА ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАМЕНЫ СУХОГО СЫРЬЯ НА ЗАМОРОЖЕННОЕ.
2. ПОЛУЧЕН И ОХАРАКТЕРИЗОВАН СУХОЙ ЭКСТРАКТ ЧЕРНИКИ, СОДЕРЖАНИЕ АНТОЦИАНОВ – 4,22 %, ГАЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ – 1,73 %, ТАНИНА – 2,91 %, ОСТАТОЧНОЕ СОДЕРЖАНИЕ СПИРТА ЭТИЛОВОГО – 0,1 %.
3. ПОДОБРАН СОСТАВ ШИПУЧЕЙ ТАБЛЕТКИ С ЭКСТРАКТОМ ЧЕРНИКИ, СОДЕРЖАНИЕ ЭКСТРАКТА В ОДНОЙ ТАБЛЕТКЕ МАССОЙ 3 Г – 870 МГ.
4. ПРОВЕДЕН КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОЛУЧЕННОГО ПРЕПАРАТА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ: ОПИСАНИЕ, ОДНОРОДНОСТЬ МАССЫ, РАСПАДАЕМОСТЬ, ПОДЛИННОСТЬ, КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ. ВСЕ ПОКАЗАТЕЛИ СООТВЕТСТВУЮТ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФАРМАКОПЕИ 14-ГО ИЗДАНИЯ.
5. НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ СОСТАВЛЕНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ШИПУЧЕЙ ТАБЛЕТКИ С СУХОМ ЭКСТРАКТОМ ЧЕРНИКИ ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ ИЛИ СУХИХ ЯГОД. ПРЕИМУЩЕСТВО ДАННОЙ СХЕМЫ – СТАДИЯ РЕКАЛИБРАЦИИ СПИРТА ПРИ ВЫСУШИВАНИИ ЭКСТРАКТА.

### Перспективы использования результатов работы

В ДАЛЬНЕЙШЕМ ПЛАНИРУЕТСЯ ИЗУЧИТЬ СТАБИЛЬНОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ ШИПУЧЕЙ ТАБЛЕТОК, ЧТОБЫ ОПРЕДЕЛИТЬ СРОК ГОДНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ. РАЗРАБОТАННЫЙ СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ШИПУЧЕЙ ТАБЛЕТКИ С ЭКСТРАКТОМ ЧЕРНИКИ МОГУТ БЫТЬ ПРИМЕНЕНЫ НА ПРАКТИКЕ ПРИ ЛАБОРАТОРНОМ И ПРОМЫШЛЕННОМ ПОЛУЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ С ЭКСТРАКТОМ ЧЕРНИКИ.

# Терморасширенный графит, модифицированный соединениями различных металлов

ХИМИЯ, 9 КЛАСС

## Проблема

НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ ОСОБОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИОБРЕТАЮТ ИССЛЕДОВАНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА СОЗДАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ЗАДАНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ. ОДНИМ ИЗ МАТЕРИАЛОВ XX-XXI ВЕКОВ ЯВЛЯЕТСЯ ПЕНОГРАФИТ, ИЛИ ТЕРМОРАСШИРЕННЫЙ ГРАФИТ (ТРГ). ШИРОКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТРГ ПОЛУЧИЛ КАК ОСНОВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОДНАКО ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ТРГ НЕОБХОДИМО ПРИДАТЬ ЕМУ НОВЫЕ СВОЙСТВА. ЭТОГО МОЖНО ДОСТИЧЬ ЧЕРЕЗ ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА, СОДЕРЖАЩЕГО ТРГ И СОЕДИНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ.

## Цель

ПОЛУЧИТЬ ТРГ, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ СОЕДИНЕНИЯМИ СЕРЕБРА, МЕДИ И ЖЕЛЕЗА, И ИССЛЕДОВАТЬ ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.

## Задачи

1. ПОЛУЧИТЬ ТРГ НА ОСНОВЕ БИСУЛЬФАТА ГРАФИТА.
2. ИЗГОТОВИТЬ ТАБЛЕТКИ ИЗ ТРГ.
3. ПРОПИТАТЬ ТАБЛЕТКИ В РАСТВОРАХ РАЗЛИЧНЫХ СОЛЕЙ (НИТРАТА СЕРЕБРА (I), МЕДИ (II), КОБАЛЬТА (II), НИКЕЛЯ (II), МАГНИЯ (II) И ХЛОРИДА ЖЕЛЕЗА (III)).
4. ТЕРМИЧЕСКИ ОБРАБОТАТЬ ПРОПИТАННЫЕ ТАБЛЕТКИ ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ СОЛЕЙ МЕТАЛЛОВ И ИССЛЕДОВАТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ.

## Результаты работы

МОДИФИКАЦИЯ ТРГ СОЕДИНЕНИЯМИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗМЕНЯЕТ ЕГО СВОЙСТВА И ПОЗВОЛЯЕТ РАСШИРИТЬ СФЕРУ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛА, ЧТО ДАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЕГО В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: В МАШИНОСТРОЕНИИ, НЕФТЕХИМИИ, ТЕПЛОЙ И ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ, АВИАЦИОННОЙ, КОСМИЧЕСКОЙ И ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

## Этапы работы

1. ПОЛУЧЕНИЕ БИСУЛЬФАТА ГРАФИТА I СТУПЕНИ ПУТЕМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНОГО ЧЕШУЧАТОГО ГРАФИТА С СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ В ПРИСУТСТВИИ ВИХРОМАТА КАЛИЯ.
2. ГИДРОЛИЗ ПОЛУЧЕННОГО БИСУЛЬФАТА ГРАФИТА С ОБРАЗОВАНИЕМ НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКОГО АДДУКТА – ОКИСЛЕННОГО ГРАФИТА. ВСПЕНИВАНИЕ ОКИСЛЕННОГО ГРАФИТА С ОБРАЗОВАНИЕМ ТРГ ОСУЩЕСТВЛЯЛОСЬ В МУФЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ПРИ 600 °С И 800 °С. НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ И ВЫХОД ТВЕРДОГО ПРОДУКТА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ 600 °С, БЫЛА БОЛЬШЕ, ЧЕМ У ПОЛУЧЕННОГО ПРИ 800 °С.
3. ТАБЛЕТКИ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ ИЗ ТРГ, ПРОПИТЫВАЛИСЬ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ РАЗЛИЧНЫХ СОЛЕЙ ( $AgNO_3$ ,  $Cu(NO_3)_2$ ,  $Co(NO_3)_2$ ,  $Ni(NO_3)_2$ ,  $Mg(NO_3)_2$ ,  $FeCl_3$ ). ТАБЛЕТКИ ИЗ ТРГ ВПИТЫВАЮТ ЭТИ РАСТВОРЫ, И ИХ МАССА УВЕЛИЧИВАЕТСЯ.
4. МОДИФИКАЦИЯ ТРГ СЕРЕБРОМ МОЖЕТ ПРИДАТЬ ЕМУ НОВЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. ОКСИД МЕДИ МОЖЕТ БЫТЬ ВОССТАНОВЛЕН ДО МЕДИ, ЧТО ПРИВЕДЕТ К УВЕЛИЧЕНИЮ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МАТЕРИАЛА. ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ ТАБЛЕТОК, ПРОПИТАННЫХ В СМЕШАННЫХ РАСТВОРАХ СОЛЕЙ  $FeCl_3$  И  $Co(NO_3)_2$ ,  $Ni(NO_3)_2$ ,  $Mg(NO_3)_2$ , ОКСИДЫ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ ИХ РАЗЛОЖЕНИИ ( $Fe_2O_3$  И  $MeO$ ,  $Me = Co, Ni, Mg$ ), ВЗАИМОДЕЙСТВОВАЛИ С ОБРАЗОВАНИЕМ ФЕРРИТОВ:  $Fe_2O_3 + MeO \rightarrow MeFe_2O_4$ . ТРГ, СОДЕРЖАЩИЙ ФЕРРИТЫ КОБАЛЬТА, НИКЕЛЯ И МАГНИЯ, ОБЛАДАЕТ МАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ.

## Перспективы использования результатов работы

В ДАЛЬНЕЙШЕМ ПЛАНИРУЕТСЯ ИССЛЕДОВАТЬ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА: ПРОВЕСТИ ОПЫТ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ НАНОТРУБОК И ИЗМЕРИТЬ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ТРГ.

# Каталитический крекинг полиэтиленовых отходов

ХИМИЯ, ЭКОЛОГИЯ, 10 КЛАСС

## Проблема

ОДНА ИЗ НАИБОЛЕЕ ОСТРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ – УТИЛИЗАЦИЯ МУСОРА, В ЧАСТНОСТИ УТИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ. ЭТО ПАКЕТЫ, ПЛАСТИКОВЫЕ БУТЫЛКИ, СТАКАНЧИКИ, ДЕТАЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ (КЛАВИАТУРЫ, КОРПУСЫ ПРИБОРОВ), МЕБЕЛЬ (СТУЛЬЯ, СТОЛЫ) И Т.П.

## Цель

ИЗУЧИТЬ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ РЕАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ПОЛИМЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ (ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЙ ПАКЕТ LDPE) В ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, ПРОАНАЛИЗИРОВАТЬ ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ И ПОПЫТАТЬСЯ ПРЕДЛОЖИТЬ ЭКОЛОГИЧНЫЙ И ВЫГОДНЫЙ МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ.

## Задачи

1. ОТСОРТИРОВАТЬ ПОЛИМЕРНОЕ СЫРЬЕ ОПРЕДЕЛЕННОЙ МАРКИ (ПОЛИЭТИЛЕН) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ.
2. ИЗУЧИТЬ ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.
3. ПРОВЕСТИ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРА С ПОСЛЕДУЮЩИМ КАТАЛИТИЧЕСКИМ КРЕКИНГОМ ВОСКОВ (ПРОДУКТ ПЕРВОЙ СТАДИИ).
4. ПРОВЕСТИ ОБСЧЕТ И АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ.

## Оснащение и оборудование

1. УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА GRACE DAVISON SCT-MAT (SHORT CONTACT TIME – MICRO ACTIVITY TEST).
2. ХРОМАТОГРАФ «КРИСТАЛЛЮКС 4000».
3. НАСАДОЧНАЯ КОЛОНКА С МОЛЕКУЛЯРНЫМ СИТОМ ТИПА SAH.
4. КАПИЛЛЯРНАЯ КОЛОНКА HP-PL0T  $Al_2O_3/Na_2SO_4$ .

## Описание

АВТОР ПРОВЕЛ ТЕРМОЛИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА В ТРЕХСЕКЦИОННОЙ ПЕЧИ, ПОДБИРАЯ ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ПРОЦЕССА. ЗАТЕМ АВТОРУ БЫЛ ПРЕДОСТАВЛЕН ВАКУУМНЫЙ ДИСТИЛЛЯТ, В КОТОРОМ ОН ПРОВЕЛ РАСТВОРЕНИЕ ПОЛИЭТИЛЕНА. ПОСЛЕ ЭТОГО БЫЛ ПРОВЕДЕН КАТАЛИТИЧЕСКИЙ КРЕКИНГ. ВНАЧАЛЕ ПЕЧЬ УСТАНОВКИ ПРОГРЕВАЛИ ДО ТЕМПЕРАТУРЫ 560 °С. ДАЛЬШЕ ВКЛЮЧАЛИ ТОК ПОДАЧИ АЗОТА СО СКОРОСТЬЮ 30 МЛ/МИН. ДО НАЧАЛА ЭКСПЕРИМЕНТА АВТОР НАБИРАЛ ПРОВУ В ШПРИЦ, ВЗВЕШИВАЛ ШПРИЦ И ПРИЕМНИКИ ДЛЯ СБОРА ЖИДКОГО И ЛЕГКОЛЕГУЧЕГО ПРОДУКТОВ. ПОСЛЕ ЧЕГО БЫЛА СОБРАНА УСТАНОВКА. В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЕРИМЕНТА СЫРЬЕ ИЗ ШПРИЦА ПОДАВАЛОСЬ В РЕАКТОР, НАХОДЯЩИЙСЯ В ПЕЧИ, ГДЕ И ПРОИСХОДИЛИ РЕАКЦИИ КРЕКИНГА. ПРОДУКТ СОБИРАЛСЯ В ОХЛАЖДЕННЫЕ ПРИЕМНИКИ. ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛИЛСЯ 12 МИНУТ. ПОСЛЕ ЕГО ОКОНЧАНИЯ УСТАНОВКУ РАЗБИРАЛИ, АВТОР ВЗВЕШИВАЛ ШПРИЦ И ОБА ПРИЕМНИКА, ПОСЛЕ ЧЕГО ПРОДУКТЫ АНАЛИЗИРОВАЛИ НА ХРОМАТОГРАФЕ, А РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБАТЫВАЛИСЬ ЧЕРЕЗ СООТВЕТСТВУЮЩЕЕ ПО.

## Результаты работы

ПРИ КРЕКИРОВАНИИ РАСТВОРА ВАКУУМНОГО ДИСТИЛЛЯТА ПОЛУЧЕНЫ КОМПОНЕНТЫ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ, ЗАМЕНА 20% ВД НА LDPE ПОЧТИ НЕ ИЗМЕНИЛА РЕЗУЛЬТАТ, ЧТО СИЛЬНО ЭКОНОМИТ ВД И РАСШИРЯЕТ КРУГ ВОЗМОЖНЫХ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИЭТИЛЕНА. ПОДБОРАНЫ ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ОТХОДОВ. КАТАЛИТИЧЕСКИЙ КРЕКИНГ ДАЕТ ВЫСОКИЙ ВЫХОД ПО БЕНЗИНУ (47 % ДЛЯ ЧИСТОГО ВД И 45 % ДЛЯ ВД +20% LDPE В ПЕРЕСЧЕТЕ НА LDPE) И СУЩЕСТВЕННЫЙ ВЫХОД ПО ЛЕГКОМУ ГАЗОЙЛУ (18,3 % ДЛЯ ЧИСТОГО ВД И 18,1 % ДЛЯ ВД +20 % LDPE). ЗАФИКСИРОВАНЫ ВЫСОКИЕ СЕЛЕКТИВНОСТИ ПО ПРОПИЛЕНУ (11,9 %), БУТИЛЕНАМ (7,4 %), ИЗОБУТАНУ (5,2 %) В ПЕРЕСЧЕТЕ НА ЧИСТЫЙ ТЕРМОЛИЗОВАННЫЙ ПОЛИМЕР. УСТАНОВЛЕНО, ЧТО МЕТОД ТЕРМОЛИЗА, СОВМЕЩЕННЫЙ С КАТАЛИТИЧЕСКИМ КРЕКИНГОМ, ПОЗВОЛЯЕТ ЭФФЕКТИВНО ПЕРЕРАБАТЫВАТЬ ПОЛИЭТИЛЕН ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И ПРИ ЭТОМ ПОЛУЧАТЬ ЦЕННЫЕ ПРОДУКТЫ.

## Перспективы использования результатов работы

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОКАЗЫВАЮТ, ЧТО ПРОДУКТЫ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА ВАКУУМНОГО ДИСТИЛЛЯТА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБОТАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ. ДАННЫЙ ПОДХОД УТИЛИЗАЦИИ В ПЕРСПЕКТИВЕ МОЖЕТ БЫТЬ РЕАЛИЗОВАН В ПРОМЫШЛЕННЫХ МАСШТАБАХ.

# Создание медных наноструктурированных сенсоров для амперметрического определения глюкозы в водных растворах

ХИМИЯ, 9 КЛАСС

## Цель

РАЗРАБОТАТЬ НОВЫЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ АМПЕРМЕТРИЧЕСКОГО КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ. АМПЕРМЕТРИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОЗВОЛЯЮТ ЗНАЧИТЕЛЬНО РАСШИРИТЬ ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И СПОСОБСТВУЮТ ПОЯВЛЕНИЮ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ДОСТУПНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА.

## Задача

СОЗДАТЬ И ПРОВЕСТИ ИСПЫТАНИЯ МЕДНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СЕНСОРОВ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ МЕТОДОМ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ.

## Ход работы

1. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕДНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СЕНСОРОВ С РАЗЛИЧНОЙ МОРФОЛОГИЕЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ.
2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕНСОРОВ.
3. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛОСКИХ МЕДНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И СРАВНЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ С ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ СОЗДАННЫХ СЕНСОРОВ.
4. ВЫРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКОЗЫ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ.



## Оснащение и оборудование

1. ВЕСЫ ЭЛЕКТРОННЫЕ «ГОСМЕТР ВЛ-210»
2. PH-МЕТР-ИОНОМЕР «ЭКСПЕРТ 001»
3. PH ЭЛЕКТРОД СТЕКЛЯННЫЙ ЭСК-10601/7
4. ИСТОЧНИК ПОСТОЯННОГО ТОКА 0-300 В, ДО 10 А (SUNTEK)
5. ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР МОДЕЛИ «ЭКОТЕСТ-ВА» («ЭКОНИКС-ЭКСПЕРТ»)
6. КОМПЬЮТЕР
7. МАГНИТНАЯ МЕШАЛКА «РИТМ-01» (ЭКОНИКС-ЭКСПЕРТ)
8. ШТАТИВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ
9. ХЛОРИД СЕРЕБРЯНЫЙ ЭЛЕКТРОД СРАВНЕНИЯ ЭСР-10103 (ГОМЕЛЬ)
10. ПЛАТИНОВЫЙ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОД ЭПЛ-02 (ГОМЕЛЬ)
11. МЕРНЫЕ КОЛБЫ СТЕКЛЯННЫЕ НА 500 CM<sup>3</sup> И 100 CM<sup>3</sup>
12. ПИПЕТКА-ДОЗАТОР СО СМЕННЫМИ КОЛПАЧКАМИ НА 1 CM<sup>3</sup>
13. СТЕКЛЯННЫЕ СТАКАНЧИКИ НА 50 CM<sup>3</sup>
14. СТЕКЛЯННАЯ ПИПЕТКА МОРА НА 25 CM<sup>3</sup> БЕЗ ДЕЛЕНИЙ
15. РЕЗИНОВАЯ ГРУША

## Описание

СНАЧАЛА АВТОР ПОЛУЧИЛ МЕДНЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ АЛЮМИНИЕВОЙ НАНОПЕРФОРИРОВАННОЙ МАТРИЦЫ.

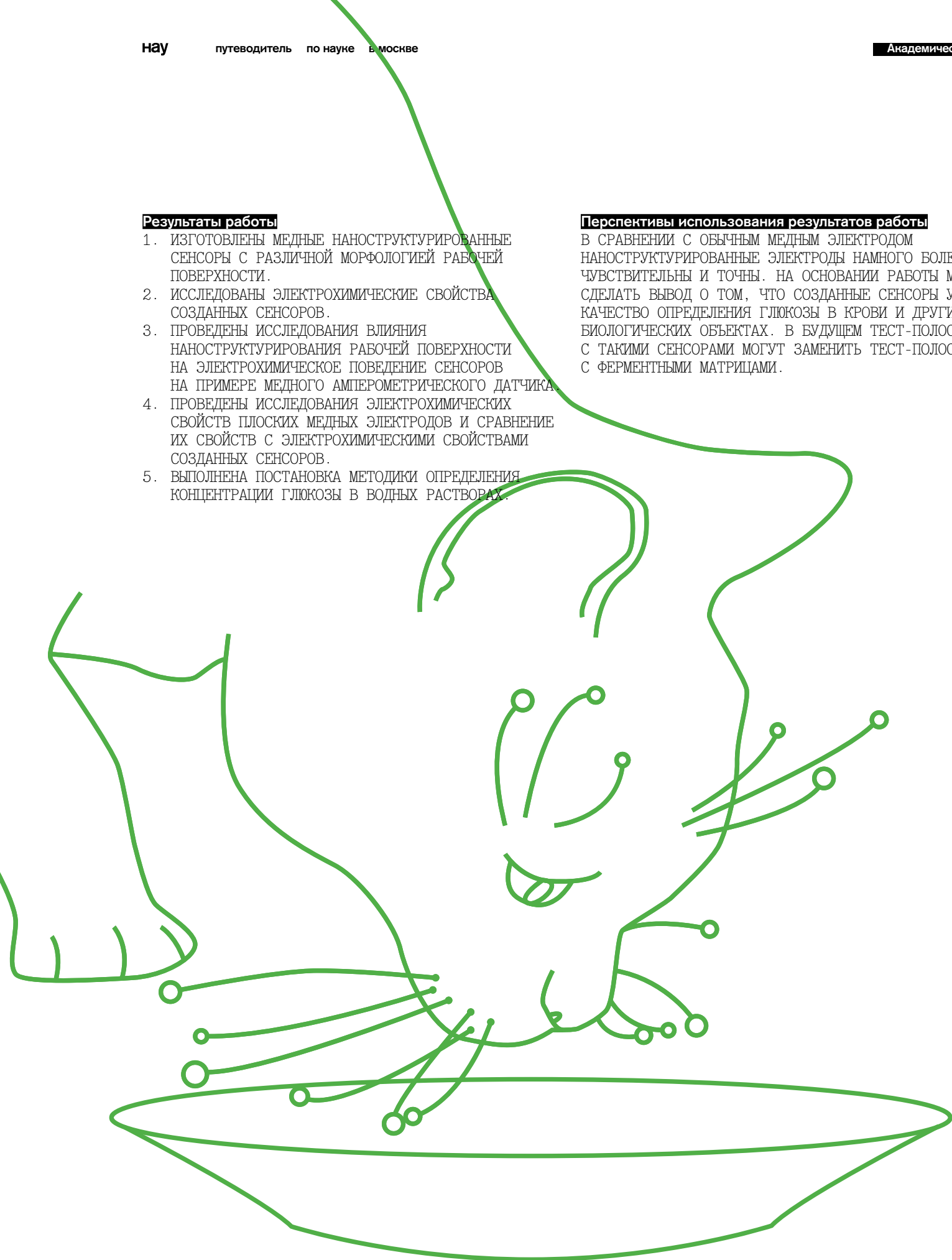
С ЭТИМИ ЭЛЕКТРОДАМИ БЫЛИ ЗАПИСАНЫ ЦИКЛИЧЕСКИЕ ВОЛЬТАМПЕРОГРАММЫ В ЩЕЛОЧНОМ ФОНОВОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ. В ОБЛАСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ ОТ 300 ДО 700 МВ НА КАТОДНОЙ ВЕТВИ ЦВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО МЕДНОГО ЭЛЕКТРОДА НАБЛЮДАЕТСЯ ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ И УШИРЕНИЕ ВОЛНЫ, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ДАННЫЙ ЭЛЕКТРОД ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ. БЫЛО ВЫЯСНЕНО, ЧТО ЛУЧШЕ ВСЕГО ГЛЮКОЗА НА МЕДНОМ ЭЛЕКТРОДЕ ОКИСЛЯЕТСЯ ПРИ ПОТЕНЦИАЛЕ 550 МВ. БЫЛА ПОСТРОЕНА КАЛИБРОВОЧНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДЛЯ ГЛЮКОЗЫ, ИЗМЕРЯЕМАЯ В ХРОНОАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ. МЕТОДИКА ПОЗВОЛЯЕТ ОПРЕДЕЛЯТЬ ГЛЮКОЗУ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 0,25 ММОЛЬ/Л ДО 25 ММОЛЬ/Л.

## Результаты работы

1. ИЗГОТОВЛЕННЫ МЕДНЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ СЕНСОРЫ С РАЗЛИЧНОЙ МОРФОЛОГИЕЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ.
2. ИССЛЕДОВАНЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЗДАННЫХ СЕНСОРОВ.
3. ПРОВЕДЕНЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СЕНСОРОВ НА ПРИМЕРЕ МЕДНОГО АМПЕРМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА.
4. ПРОВЕДЕНЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛОСКИХ МЕДНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И СРАВНЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ С ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ СОЗДАННЫХ СЕНСОРОВ.
5. ВЫПОЛНЕНА ПОСТАНОВКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКОЗЫ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ.

## Перспективы использования результатов работы

В СРАВНЕНИИ С ОБЫЧНЫМ МЕДНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ НАМНОГО БОЛЕЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫ И ТОЧНЫ. НА ОСНОВАНИИ РАБОТЫ МОЖНО СДЕЛАТЬ ВЫВОД О ТОМ, ЧТО СОЗДАННЫЕ СЕНСОРЫ УЛУЧШАТ КАЧЕСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ И ДРУГИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ. В БУДУЩЕМ ТЕСТ-ПОЛОСКИ С ТАКИМИ СЕНСОРАМИ МОГУТ ЗАМЕНИТЬ ТЕСТ-ПОЛОСКИ С ФЕРМЕНТНЫМИ МАТРИЦАМИ.



# Технологичное образование: как создаются будущие кадры для наноиндустрии



**Андрей Евгеньевич Мельников**

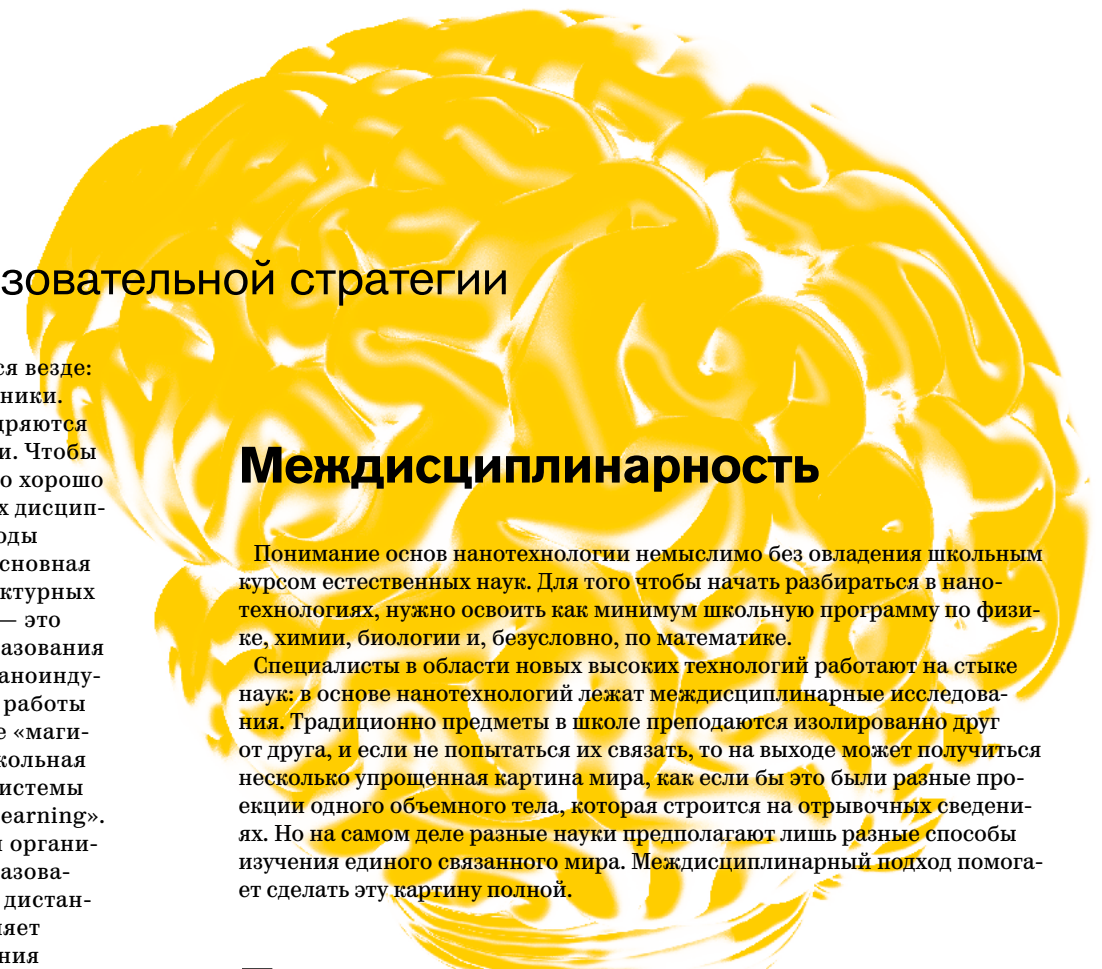
Директор департамента новых образовательных технологий и проектов для детей и молодежи Фонда инфраструктурных и образовательных программ, входящего в группу РОСНАНО

**Что нужно знать, чтобы работать в самой современной и инновационной отрасли? Конечно, можно делать предположения, но лучше об этом спросить специалистов — возможно, они уже давно нашли грамотные решения. Корреспонденты журнала «Нау. Путеводитель по науке в Москве» поговорили с Андреем Евгеньевичем Мельниковым, директором департамента новых образовательных технологий и проектов для детей и молодежи Некоммерческого фонда инфраструктурных и образовательных программ, входящего в группу РОСНАНО, и узнали об образовательных проектах Фонда.**

## Принципы образовательной стратегии

Нанотехнологии применяются везде: от фармацевтики и до электроники. Они почти всегда там, где внедряются новые материалы и технологии. Чтобы работать в этой области, нужно хорошо разбираться сразу в нескольких дисциплинах и понимать, какие подходы к работе могут пригодиться. Основная цель работы Фонда инфраструктурных и образовательных программ — это развитие инфраструктуры образования и создание кадровой основы nanoиндустрии. У Фонда в направлении работы с детьми и молодежью есть две «магистральные» программы — «Школьная лига РОСНАНО» и «Развитие системы электронного образования e-Learning». Первая работает со школами и организациями дополнительного образования, вторая ориентирована на дистанционное образование и позволяет получить дополнительные знания в области нанотехнологий как сложившимся специалистам, так и тем, кто только открывает для себя этот мир: ученикам школ и их педагогам.

Образовательные программы Фонда для детей и молодежи принципиально строятся на трех основных подходах: междисциплинарность, проектно-исследовательский метод и командность. Это позволяет на практике при работе со школьниками смоделировать деятельность, которая присуща взрослой индустрии высоких технологий.



### Междисциплинарность

Понимание основ нанотехнологии немислимо без овладения школьным курсом естественных наук. Для того чтобы начать разбираться в нанотехнологиях, нужно освоить как минимум школьную программу по физике, химии, биологии и, безусловно, по математике.

Специалисты в области новых высоких технологий работают на стыке наук: в основе нанотехнологий лежат междисциплинарные исследования. Традиционно предметы в школе преподаются изолированно друг от друга, и если не попытаться их связать, то на выходе может получиться несколько упрощенная картина мира, как если бы это были разные проекции одного объемного тела, которая строится на отрывочных сведениях. Но на самом деле разные науки предполагают лишь разные способы изучения единого связанного мира. Междисциплинарный подход помогает сделать эту картину полной.

### Проектно-исследовательский метод

Поскольку одна из задач Фонда — сделать взгляд на мир более объемным, мы применяем проектно-исследовательский подход. В проектных программах участники получают возможность поработать с задачами проектного или исследовательского характера. Для того чтобы сделать эту деятельность приближенной к реальности, мы используем задачи, над которыми работает современный технологический бизнес. При этом наш методологический подход разделяет проект и исследование. Это обусловлено тем, что исследовательская работа предполагает следующую схему: «Гипотеза — исследование — результат». Каждое исследование в итоге дает новое знание. Проект устроен иначе: перед началом работы у тех, кто его реализует, уже есть образ того, что должно получиться в результате. Чтобы на выходе иметь осязаемый продукт, нужно уже иметь образ того, что должно получиться в результате, нередко этот образ очень точно описан в требованиях к конечному продукту в техническом задании. Опережая возможную критику, скажем, что в реальной жизни очень часто эти виды человеческой деятельности взаимосвязаны.

### Командность

В проектах и программах Фонда для детей и молодежи мы стараемся делать так, чтобы школьники в процессе решения сложных задач работали совместно, нередко с участием студентов и взрослых профессионалов. В реальности индивидуальных технологических проектов, можно сказать, не существует, а потому мы хотим, чтобы наши участники понимали, что в высокотехнологичных компаниях все делается группой людей: режим исследования и проекта почти всегда предполагает команду.

## Основные проекты Фонда

Для того чтобы стать частью «Школьной лиги РОСНАНО», школе достаточно подать заявку, участие в программе свободное. Практически каждый месяц происходят сетевые события. Это могут быть мероприятия, конференции — все, что служит повышению мотивации к изучению естественных наук. Кроме этого, наши проекты и программы направлены на то, чтобы помочь школам улучшить качество преподавания естественных наук. Мы разрабатываем методические материалы для педагога и содержание для школьника.

Одно из самых значимых мероприятий «Школьной лиги» — летняя школа «Наноград». В 2020 году Наноград был распределенным, а в Москве он полностью прошел онлайн. Основное содержательное действо «Нанограда» — это командное решение реального кейса, который дает высокотехнологичное предприятие. Кейсы всегда представляют собой комплексную проблему инженерно-технологического свойства. Они могут быть разными по сложности и технологиям, но это всегда инженерно-технические задачи, в которые обязательно включена бизнес-составляющая. Мы предлагаем не только искать решение на уровне технологий, но и думать системно, предполагать, что есть экономический контекст, информационный и т. п. Такой подход формирует представление о технопредпринимательстве.

Программы и проекты Фонда нацелены на три условных категории участников: «инженеров», «исследователей» и «технопредпринимателей». Благодаря такому подходу участники получают возможность по-разному конфигурировать свой образовательный маршрут: в разных проектах Фонда можно попробовать себя на разных позициях и понять, какое направление деятельности следует выбрать в дальнейшем. Когда говорят о технологиях, часто не учитывают, что это не только конкретные разработки, но еще и развитая инфраструктура, которая формируется вокруг продукта. Конечно, без идеи невозможно создать что-либо, но помимо идеи нужны ресурсы на ее продвижение и развитие.

Сейчас «Наноград» переходит на цифровую платформу. Это позволяет диверсифицировать наши наработки и обеспечить больший доступ для аудитории. Конечно, командную работу лучше проводить совместно, находясь в одном помещении, но онлайн-проекты — это насущная потребность, и в «Цифровом Нанограде» коллективные методы работы тоже будут оцифрованы.

Вторая магистральная программа Фонда — «Развитие системы электронного образования e-Learning», реализуемая АНО «еНано». В рамках этой программы для учителей и учеников школ создана онлайн-платформа «Стемфорд». Это площадка

для дополнительного образования школьников, где собраны материалы, связанные с нанотехнологиями. Мы привлекаем специалистов отрасли, которые рассказывают о том, как устроены высокотехнологичные продукты, как принимаются технологические решения. Также на платформе запущены проекты, позволяющие детям в дистанционном режиме поучаствовать в эксперименте и исследовать что-либо.

Проект призван повысить уровень знаний о наноиндустрии среди школьников и педагогов и предлагает поддержку образовательного процесса.

В этом году мы запустили акселератор технологических проектов для школьников — «Технолидеры будущего». Он рассчитан на детей, которых интересует именно технологическое предпринимательство. Акселератор для школьников учитывает все основные этапы подобных проектов: отбор участников, обучение, питчи, акселерационные сессии и встречу с настоящими инвесторами по итогу программы. Принять участие в проекте может команда как минимум из двух человек, у которой есть идея собственного проекта. Командная работа предполагает, что в рамках одного проекта участники берут на себя разные роли: управленца, разработчика, маркетолога и экономиста. В создании конечного продукта участникам помогают эксперты.

## Некоторые образовательные ресурсы онлайн-платформы «Стемфорд»

Серия вебинаров «Ключ в наномире» — лекции ученых и представителей технологичных компаний

Научно-популярные ролики, которые объясняют и иллюстрируют явление или технологический процесс

Интерактивные электронные мини-курсы, которые знакомят с нанотехнологиями и их возможностями

Методические материалы для педагогов

Программа повышения квалификации педагогов

## Партнерские проекты и олимпиадное движение

Помимо собственных программ Фонд разрабатывает проекты в партнерстве с крупными организациями. Например, мы поддерживаем проектную смену в «Сириусе», для которой задачи составляют вузы и научные организации. Некоторые результаты работы школьников становятся публикациями, другие — патентами. Это не учебные, а реальные исследования. Совместно со специалистами «Сириуса» мы разрабатываем модульные программы для дополнительного образования, которые могут использоваться в летних лагерях. Поскольку в программах мы учитываем уровни подготовки и погруженности участников в материал, их легко внедрить в образовательный процесс.

При поддержке Фонда РНИМУ им. Пирогова совместно с парком «Зарядье» была разработана научно-просветительская программа, включающая содержание по «нанобиотеху». Модульная программа рассчитана на учебный год и позволяет школьникам получить дополнительные знания по микробиологии, биотехнологиям, биохимии и другим отраслям науки, востребованным в нанотехнологиях.

В рамках сотрудничества с Московским городским педагогическим университетом мы создаем программы для будущих преподавателей естественно-научных предметов. Помимо подготовки педагогов мы планируем работу с методистами — именно они будут помогать строить образовательный процесс школьным учителям и педагогам дополнительного образования.

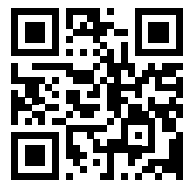
Уже много лет Фонд является одним из организаторов олимпиады «Нанотехнологии — прорыв в будущее!». У ее истоков стоял академик Юрий Дмитриевич Третьяков, первый декан факультета наук о материалах МГУ. Олимпиада «Нанотехнологии — прорыв в будущее!» имеет очень высокий уровень сложности, участники работают с междисциплинарным содержанием: в зачет идут химия, физика, биология и математика. Фонд также поддерживает Всероссийскую инженерную

олимпиаду Кружкового движения «Национальной технической инициативы», а именно направление «Наностемы и наноинженерия». Она основана на командном принципе работы, и в финальном соревновании участвуют именно команды.

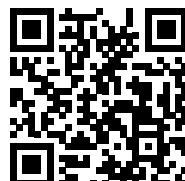
Все проекты Фонда ориентированы на то, чтобы дети могли попробовать себя в реальной деятельности, найти свой путь в профессию. Мы стремимся объяснить, что хотя нанотехнологии — это в первую очередь исследования и инженерия, тем не менее есть множество других специальностей, без которых она не может существовать, и каждый может найти применение своим талантам и интересам.



«Наноград»



«Стемфорд»



«Технолидеры будущего»

## Профессии, связанные с новыми материалами

### профессии, которые уже существуют

#### Проектировщик нанотехнологических материалов

Профессионал, занимающийся моделированием свойств, прогнозированием жизненного цикла нанотехнологических материалов с помощью цифровых моделей. Высокопрофессиональный программист с хорошими знаниями по нанотехнологиям и нанохимии.

#### Рециклинг-технолог

Специалист по разработке и внедрению технологий многократного использования материалов, созданию новых материалов из промышленных отходов, а также разработке технологий безотходного производства. В России сейчас только начинают осваивать технологии бережливого и экологически ответственного производства.

#### Системный инженер композитных материалов

Специалист по замещению традиционных решений при выборе материалов на композитные в строительстве, машиностроении и робототехнике, медицине и др. Этот специалист будет проектировать новые материалы в зависимости от требований отраслей-потребителей по морозостойкости, хрупкости, износоустойчивости, гипоаллергенности и так далее.

Данные предоставлены в соответствии с информацией портала «Атлас новых профессий» — atlas100.ru

### профессии, которые появятся после 2020 года

#### Специалист по безопасности в нанотехнологиях

Отвечает за безопасность работников сферы, конечных пользователей продукта и окружающей среды. Разрабатывает программы, позволяющие быстро отреагировать на возникновение негативных последствий производства и применения нанопроductов.

#### Глазир

Специалист по разработке и производству стекольных продуктов на основе стеклокомпозитных функциональных материалов.

#### Проектировщик умных материалов

Разрабатывает композитные материалы в составе умных сред, меняющие свойства под задачи дома, офиса или промышленного предприятия.

# СтеклЯнный век: что для цивилизации значит стекло

Как узнать больше о nanoиндустрии? И так, чтобы понятно и интересно? И желательно из первых рук? Лучшим решением будет пойти к профессионалам. К примеру, Фонд инфраструктурных и образовательных программ группы РОСНАНО развивает онлайн-проект «Стемфорд». На платформе собраны материалы для учителей и учеников, которые позволяют больше узнать о естественных науках и познакомиться с основами нанотехнологий. Мы пересказываем основные тезисы вебинара, который в марте 2020 года провел Георгий Юрьевич Шахгильдян, кандидат химических наук, ассистент кафедры химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д. И. Менделеева. Вебинар посвящен самому актуальному материалу нашего времени — стеклу. Именно благодаря стеклу возможно большинство новых технологий, которые мы используем, и именно стекло стало материалом, который определяет сегодняшнюю цивилизацию.

# Стекло как основа науки

## Телескоп

Стекло обрабатывают таким образом, что получается линза, с помощью которой можно приближать и рассматривать изображения и предметы. Именно линзы сделали возможным появление очков, телескопов и биноклей, благодаря чему люди смогли наблюдать за космосом. Еще в XVII веке итальянский физик Галилео Галилей изучал поверхность Луны с помощью телескопа.

## Барометр

В результате одного из экспериментов итальянский ученый Эванджелиста Торричелли открыл вакуум, то есть замкнутое пространство, где отсутствует воздух. Экспериментируя со ртутью — металлом, который при нормальной температуре находится в жидкой форме, Торричелли использовал стеклянную трубку. Прозрачность стекла позволяла увидеть, на какой уровень поднимается ртуть, а плотность помогла создать вакуум. В результате в 1644 году был создан первый барометр — прибор, с помощью которого можно измерять атмосферное давление.

## Микроскоп

Двое великих ученых XVII века с созвучными фамилиями — Роберт Гук и Антони ван Левенгук — разработали микроскоп, который позволил заниматься изучением микрообъектов. Ученые механически обрабатывали и находили подходящие составы стекол, которые помогали увеличивать и рассматривать объекты. Благодаря стеклу им удалось создать и открыть эру микробиологии — изучения микрообъектов от насекомых до бактерий.

## Лампа накаливания

Ученый и предприниматель Томас Эдисон запустил поточное производство лампочек, корпус которых был сделан из стекла.

Ему удалось оптимизировать производство стекла таким образом, чтобы технология стала масштабируемой. Эдисон наладил массовое производство электрических лампочек, и они стали общедоступным товаром.



## Чем стекло отличается от кристалла

Стекло и кристалл имеют одинаковые структурные единицы — кислород и кремний. Но их расположение у стекла более хаотичное: оно не обладает ровной повторяющейся структурой кристалла, структура стекла аморфна. В 1932 году была выдвинута теория о непрерывной неправильной сетке, в которой отличие стекла от кристалла сводилось к разности структур. Впоследствии было доказано, что оксид кремния в кристаллах имеет кристаллическую структуру, а в стекле — аморфную. Нагретый до конкретной температуры кристалл превратится в расплав, а если нагревать стекло, оно постепенно будет становиться более вязким и только после этого превратится в расплав.

С точки зрения физики мольный объем стекла больше, чем кристалла. Из-за того что стекло имеет такую «неправильную» структуру, оно занимает больше места. Чтобы это понять, достаточно представить коробку и кубики, которые складывают в нее. Если складывать их хаотично, то кубики займут больше места, получится неполная неплотная упаковка. Это невыгодно и с точки зрения того, кто собирает кубики, и с точки зрения физики или термодинамики. Стекло имеет энергетически невыгодную структуру и стремится стать кристаллом, поэтому те, кто работает со стеклом, пытаются сделать все возможное, чтобы не допустить его кристаллизации — важно сохранить его свойство термически нестабильной системы, удобной в других отношениях.

## Стекло: физика и химия

Стекло может быть прозрачным, но это не является его однозначным признаком. Само понятие прозрачности зависит не от типа материала, а от диапазона прозрачности. Например, пластиковая бутылка может быть прозрачной, а пластиковая ручка может быть непрозрачной, хотя сделаны они, казалось бы, из одного материала. Когда мы говорим о прозрачности стекла, мы говорим о видимом диапазоне. Существуют еще рентгеновский и инфракрасный диапазоны. Они позволяют просветить объекты, абсолютно закрытые от нас в обычных условиях.

Стекло уникально тем, что его можно сделать практически из всех элементов таблицы Менделеева. Из 118 элементов таблицы Менделеева 82 элемента можно использовать для создания стекол. Стекла могут быть разными по структуре и химическому составу. Существует органическое стекло (оргстекло) — это различные пластики на основе углерода, металлическое стекло, которое только начинает входить в производство. Самый распространенный вид стекла, почти 95 % мирового производства, — это оксидное. Порядка 75 % видов оксидных стекол — силикатные, то есть созданные на основе кремния.

## Стекло и радиоактивные элементы

Существуют стекла с ураном, радиоактивным элементом. Оксид урана массово добавлялся в стекло до середины XX века, получалась урановая посуда, у многих она по-прежнему хранится дома. Если посветить на урановую посуду ультрафиолетовой лампочкой, можно увидеть, как она засветится. Несмотря на опасность урана, согласно исследованиям, такая посуда имеет совсем небольшой радиоактивный фон, сильно ниже допустимой нормы, поэтому она не может нас облучить.

Сейчас в стекле хранят радиоактивные элементы. Закапывать их в землю нельзя, поэтому были придуманы такие методы, как хранение в стеклянных баках. Стекло хорошо удерживает радиоактивные отходы и не дает им утечь. Один из методов обработки стекла для подобных целей называется витрификация («стеклование», от латинского vitrum — стекло и латинского facio — делаю, превращаю). Жидкие радиоактивные отходы заливаются в расплав стекла, варятся в специальных больших печах и превращаются в куски стекла (как правило, черного цвета). После они отправляются на длительное хранение в капсулах.

Стекло из специального, очень инертного химического состава частично поглощает вредную энергию, а в случае затопления хранилища с такими отходами стекло не позволит им загрязнять атмосферу. Эта экологическая инициатива существует во многих странах, в том числе в России.

## Новые виды стекла

Один из современных видов стекла, который используется повсеместно, — биостекло. Оно встречается в зубных пастах, пластырях, кремах. Как правило, биостекло существует в виде порошков, микрошариков. В зубную пасту добавляют микрошарики с фтором. Шарики остаются на эмали зубов, постепенно разлагаются и наполняют зубы питательными элементами. Кроме того, существуют специальные ваты, пластыри из биостекла, с ними раны заживают быстрее. В зависимости от своего химического состава стекло может быстро растворяться, а может и не растворяться вовсе.

Стекла делают крепче с помощью химического упрочнения. Ионы натрия заменяются на ионы калия, что приводит к ионному упрочнению поверхностей. Пластины стекла погружают в специальную ванну, из стекла выходят ионы натрия, ионы калия, это приводит к возникновению поверхностных натяжений, которые связаны с определенными химическими явлениями. Поверхность стекла становится более прочной.

Сейчас идет работа над новым материалом — ситаллом, или стеклокристаллическим металлом. Этот тип материала был разработан еще в XX веке под руководством советского физикохимика И. И. Китайгородского. Метод производства ситаллов основан на нагреве стекла, что приводит к образованию нанокристаллов. На данный момент исследования показывают, что ситалл намного прочнее любого существующего стекла.



# Смещенная оптика: как новые материалы создают невиданный мир

Идея превратить видимое в невидимое — нереализуемая мечта. В XXI веке мы прекрасно понимаем, что если где-то убыло, то где-то непременно должно прибыть. Закон сохранения, который безотказно работал еще во времена динозавров (где они, кстати?), должен работать и сегодня. Или не должен? Или должен, но кое-что все же может стать невидимым? Мы поговорили с сотрудником лаборатории сверхпроводящих метаматериалов НИТУ «МИСиС», где идет разработка новых материалов, и узнали, для чего они могут пригодиться в реальной жизни.

**Алексей Андреевич Башарин**

#### Должность

Доцент кафедры теоретической физики и квантовых технологий и лаборатории сверхпроводящих метаматериалов НИТУ «МИСиС»

#### Научные интересы

Метаматериалы, плазмоника, тороидная электродинамика, ТГц и микроволны

#### Место работы

НИТУ «МИСиС»

#### Научное признание

Победитель в конкурсе «Преподаватель года НИТУ «МИСиС»» в номинации «Преподаватель-исследователь» (2017)

## Эффект невидимости

Чтобы увидеть объект, нужен свет. Он рассеивается или отражается реальными предметами и «возвращается» к зрителю вместе с образом предмета. Объекты, которые не рассеивают и не отражают, например стекло, увидеть гораздо сложнее. Видимые объекты искажают ход лучей, и, чтобы эти объекты стали невидимыми, нужно либо сделать их прозрачными, либо преобразовать ход лучей света таким образом, чтобы они возвращались к зрителю неискаженными. Для создания эффекта невидимости нужно контролировать распространение света, делая так, чтобы лучи словно огибали объект.

Современные материалы могут иметь совершенно неожиданные свойства и применяться в различных областях. Возможности науки сегодня позволяют работать не только на уровне элементов, но и на уровне атомных структур, что определяет появление материалов, наделенных свойствами, которые не встречаются в природе. Такие материалы создаются искусственным путем — некоторые из них даже могут контролировать распространение света.

Отдельный вид новых материалов, объединенных одним качеством, — это метаматериалы. Метаматериалы представляют собой композиционные материалы, свойства которых обусловлены искусственно созданной периодической структурой, а не составляющими их элементами. Поскольку одно из возможных свойств метаматериалов — способность скрывать видимые объекты из-за отрицательного показателя преломления, их часто используют в оборонной промышленности. К примеру, сегодня самолеты необязательно скрывать визуально, нужно маскировать их от систем наведения, которые работают в радиодиапазоне. Волна, идущая от радара, поглощается метаматериалом и не возвращается назад. То есть радар не может принять сигнал и зафиксировать объект. Использование метаматериалов позволяет электромагнитному излучению огибать предмет, помещенный в его структуру.

Реальный ход лучей в пространстве



## Области применения метаматериалов

Одно из направлений применения метаматериалов — медицина. В этом случае речь идет о работе с маленькими объектами. Сегодня уже понятно, что можно лечить онкологические заболевания, воздействуя на клетки опухоли. Но как защитить здоровые клетки, которые находятся рядом? Для этого также можно попробовать использовать возможности метаматериалов и создать из них оболочки для здоровых клеток на наноуровне.

С помощью метаматериалов можно получить возможность изучать и совсем «невидимые» объекты. Аналитические приборы — биосенсоры позволяют увидеть биологические объекты типа белков и молекул ДНК. Однако увидеть их очень трудно, поэтому можно создать «подложку» из метаматериалов, которая усилит отражение частиц так, что их можно будет разглядеть в микроскоп.

Исследования возможностей метаматериалов пригодятся и для изучения космоса. Природа многих объектов во Вселенной неясна — мы не знаем, как с ними взаимодействовать. Изучать их в радиодиапазоне нельзя, поскольку посланная волна не отражается. Но с ними можно найти способ взаимодействия, используя знания, появившиеся благодаря опыту работы с метаматериалами.

Технология невидимости применяется и на аэродромах. При посадке самолеты должны получать максимально точный сигнал, который не перебивают другие волны. Поэтому самое безопасное решение — скрыть здания и вышки, расположенные рядом с местом посадки, чтобы они не искажали сигнал.

Как видит ход лучей удаленный наблюдатель

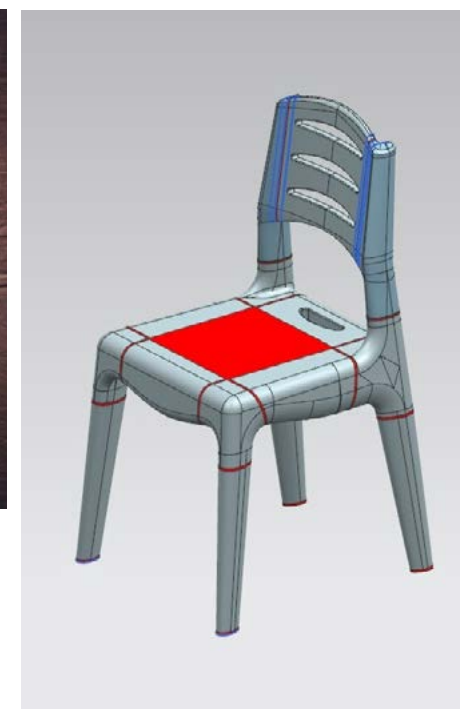




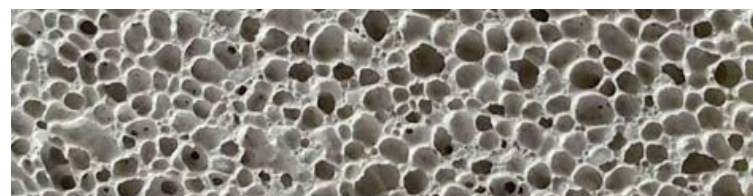
# Подслушано в МАРХИ: новая архитектура



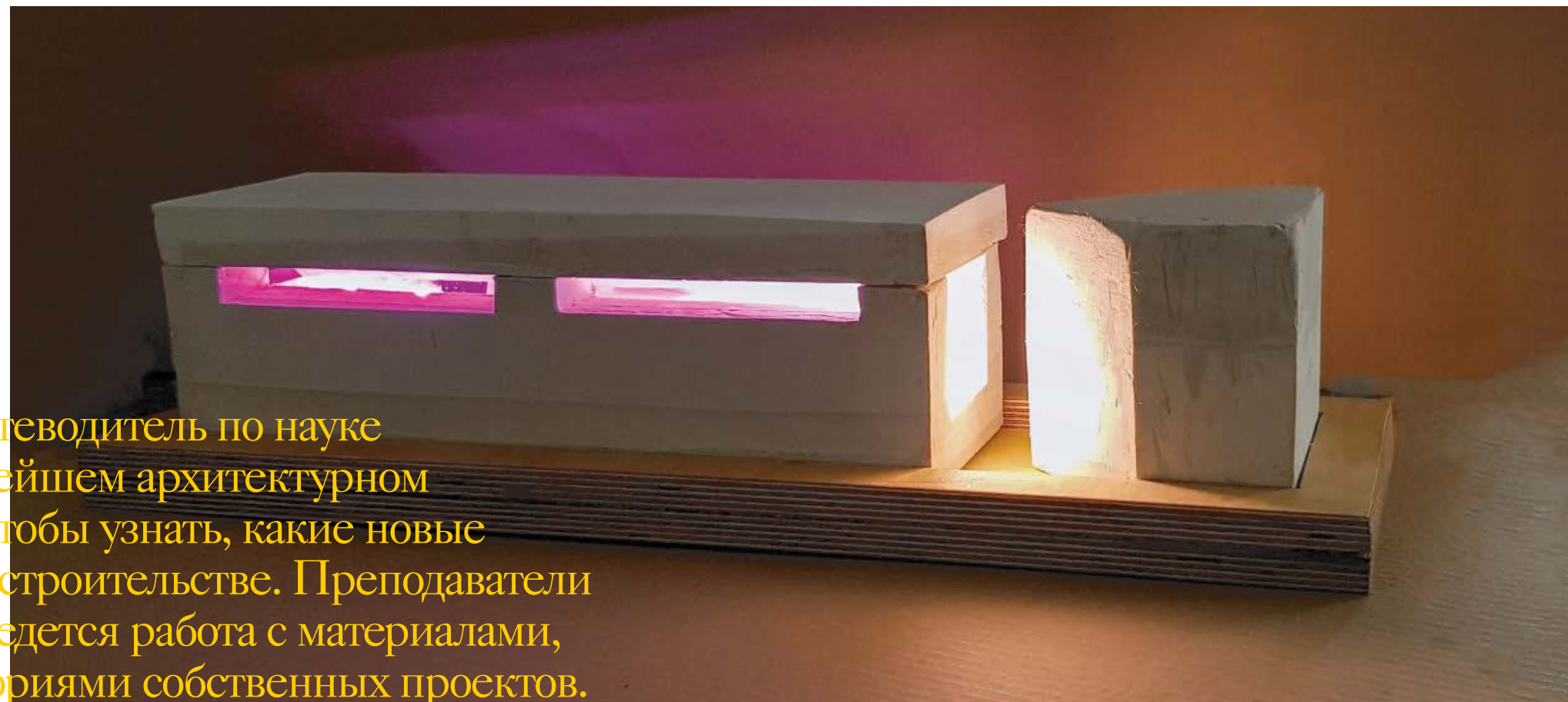
①



②



③



④

Команда журнала «Нау. Путеводитель по науке в Москве» побывала в старейшем архитектурном вузе Москвы — МАРХИ, чтобы узнать, какие новые материалы используются в строительстве. Преподаватели рассказали нам о том, как ведется работа с материалами, а студенты поделились историями собственных проектов.

1. Автор проекта: Кристина Гриднева, руководители: доц. Соболев Г. А., доц. Силкина М. А.
2. Стул Chattle. Автор проекта: доц. Соболев Г. А.
3. Материал керапен. Сайт: [cerapen.com](http://cerapen.com)
4. Автор проекта: Кристина Гриднева, руководители: доц. Соболев Г. А., доц. Силкина М. А.

Кафедра «Дизайн архитектурной среды» организована профессором Г. Б. Минервиным из ВНИИТЭ при активном участии группы ТАФ под руководством профессора А. П. Ермолаева. Ручная работа с материалами — часть учебного процесса. Мы поощряем рукотворность в проектах студентов, дополняя их с точки зрения конструкций, применения более современных технологий, и при этом пытаемся сохранять художественность и материальность вещей.

## Переработанный пластик

С коллегами-инженерами мы продвигаем тему переработанного пластика. Разработали модуль, в состав которого входят 3D-принтеры, шредер, экструдер. Инженеры-разработчики рассказали о технологии 3D-печати, а студенты сделали проект небольших по массе изделий из переработанного пластика. Один из проектов — детский конструктор. В его основе картина Малевича «Спортсмены». В итоге получились взаимозаменяемые элементы, из которых можно собирать фигуры человечков. Когда-то в МАРХИ на кафедре материаловедения на Мясницкой улице, в бывшем здании ВХУТЕМАС, были достаточно серьезные лаборатории для испытаний материалов: были морозильная камера, прессы, измерительные приборы. Обращение к дизайну и архитектуре через материалы и технологии продолжает традиции мастерских ВХУТЕМАС, где преподавал и Малевич. ❶

## 3D-печать

Проект «Стул» разрабатывался независимо от института, ему уже около 20 лет. Недавно ко мне обратились два инженера, которые занимаются 3D-печатью и сами собирают принтеры. Они хотели создать базу дизайнерских проектов, которые можно заказывать для 3D-печати. Геометрия стула хорошо подошла под эту технологию, но потребовалось полтора года, чтобы довести его до изготовления. Мы напечатали пять экземпляров. Технология рабочая, но пока все равно дорогая. При этом существует масса технологических проблем и требуются достаточно серьезные вложения в исследовательскую работу. ❷

**Глеб Анатольевич Соболев**

Доцент кафедры «Дизайн архитектурной среды»



В МАРХИ мы даем методику, которая позволяет рационально выбирать материалы по эксплуатационно-техническим и эстетическим свойствам. На третьем курсе мы обучаем экологическому выбору материала, чтобы студенты, зная экокритерии, могли использовать материалы, минимально нагружающие окружающую среду.

## Новые материалы в строительстве

В разговоре о новых материалах, которые реально применяются в строительном секторе Москвы, стоит отметить новые возможности отделки бетона. Есть и графический бетон, и фотопечать на бетоне, которая позволяет добиться красивых визуальных эффектов. Используется стеклофибробетон, обладающий великолепной формообразующей возможностью. Например, для Хорошевской гимназии из стеклофибробетона сделали большие панели, имитирующие травертин — натуральный камень. Есть различные композитные материалы на основе алюминия, меди. В плане остекления востребованы самоочищающиеся стекла: под действием фотокаталитического эффекта, действия солнца, дождя и ветра грязь с них удаляется сама. Есть лакокрасочные самоочищающиеся покрытия с таким же эффектом. Покрытый такой краской фасад здания долго остается чистым. ❸

**Наталья Сергеевна Кавер**

Доцент кафедры «Архитектурное материаловедение»



## Кристина,

студентка кафедры «Дизайн архитектурной среды»

Для создания проекта светильника я изучала сельский дом, построенный в Китае, поэтому я брала материалы из его концепции: бетон, дерево. Мне хотелось сохранить гармонию материалов, применяемых в этом доме. Именно поэтому главными материалами своего объекта я сделала дерево и гипс, близкий к бетону материал. Другие, такие как пластик или стекло, я не использовала. Они возможны только для остекления, поскольку в доме есть маленькое окошечко. При отливке гипсовой фигуры я оставляла щели, соответствующие проемам в доме. Помимо основной фигуры присутствует небольшой куб, одна грань которого скошена под углом в 45 градусов. Поворачивая его в разные стороны, я могу направлять лучи света, исходящие из основной фигуры, или вовсе закрыть их, оставив только тот свет, что исходит из щелей. Цветность света подобрана на контрасте. Взял холодный фиолетовый и теплый желтый. **4**



## Мария,

студентка кафедры «Дизайн архитектурной среды»

Вдохновением для моего светильника стал дом известного архитектора Йорна Утзона. Сам дом геометрически очень простой, поэтому за основу своей структуры я взяла куб. Архитектор просто потрясающе работает со светом с помощью оконных проемов: они не прямые, а расширяются в помещении и создают ощущение, что вы находитесь на улице. У этого дома есть окно, в которое свет попадает так, что он при определенном положении солнца фактически бьет на стену. Мне тоже захотелось как-то поиграть со светом. Дом оказался не целостным, а разбитым на несколько по-разному повернутых корпусов. При определенном положении солнца окна ловят свет. Светильник также можно вращать и поворачивать к себе разными проемами.

Для прототипа я создавала опалубку из пенополиуретана. Было интересно работать именно с этим материалом, потому что он достаточно объемный. Создавалось ощущение, что ты строитель. Сначала я сделала структуру, потом наклеила прорези, в центре сделала опалубку, потом все залила гипсом. Им можно залить все, что хочешь. Например, отдельные элементы дома можно напечатать на 3D-принтере, а потом его собрать.

Сам дом изготовлен из ракушечника. Это очень простой материал, но в нашей климатической зоне его не используют. **5**



## Диана, студентка кафедры «Архитектурное материаловедение»

В нашем институте существует издание «Вестник МАРХИ», я его представитель. В процессе работы над очередным номером я стала исследовать и набирать материал о том, какие современные разработки есть у материаловедения, где и как они применяются, насколько они интересны, эффективны и нужны. Начиналось это как статья для студенческого журнала, но в дальнейшем все материалы я использовала не для учебного проектирования, а в качестве воркшопов.

Мне интересны материалы, которые можно взять в природе и использовать некоторое время. К примеру, один архитектор предложил смешать крахмал из водорослей и соли, спрессовать все это в блоки, покрыть эпоксидным составом и из этих блоков строить здания где-нибудь в пустыне: под воздействием солнца этот материал будет укрепляться. Сейчас существуют проекты целого города из таких блоков. Бетон, который впитывает CO<sub>2</sub>, там тоже есть. Строить такие здания можно в прибрежных местах, где жарко.

Тема использования природных материалов появилась, когда мы делали проект Uprgrade архитектуры под руководством Николая Всеволодовича Лызлова. Обычно во время проектирования архитекторы не планируют, как здания будут разрушаться. Мы решили спроектировать здание и спланировать, как оно будет «умирать». Для этого использовали материалы из соли. Второй материал — хорошо прессованные блоки из соломы. Из этого материала строят дома средней этажности, оштукатуренные блоки выдерживают два часа открытого пламени. Третий материал — бетон finite. Бетон сейчас изготавливают из речного песка, пустынный песок для этого слишком мелкий. Ребята из Британии придумали связующее вещество для этого песка, чтобы песчинки становились крупнее и его можно было бы использовать в дальнейшем. К тому же этот материал через какое-то время может разлагаться.

Все более эффективны солнечные батареи, также блоки из торфа, которые сейчас начали печатать на 3D-принтере. Есть различные бетоны, которые сами себя восстанавливают, и бетон, который может в дальнейшем разлагаться. **6**



## Виолетта, студентка кафедры «Архитектурное материаловедение»

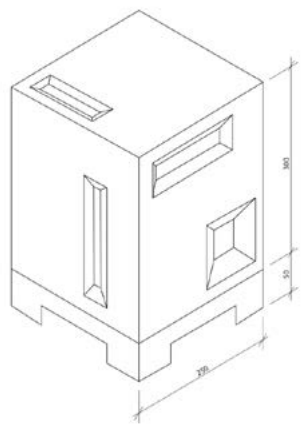
На первом-втором курсе меня заинтересовало стекло. Витраж в нашем понимании всегда ассоциируется с витражом в соборе, и часто используется именно классическая техника: в металлическое обрамление вставляется цветное стекло. Сейчас понимание классического витража модернизируется. Технически появляются новые возможности. Возникла, например, техника фьюзинга: стекла спаиваются между собой, при этом металл не используется.

Обычно используют стеклянные фасады, где стекло и поверхность обрабатываются абсолютно по-разному. Помимо экстерьерного исполнения это переходит и в интерьер. Например, мы работали с зеркалом в интерьере и придумали нанести определенный рисунок на него. Получилось очень интересное сочетание гладкой зеркальной отражающей поверхности с матовой обработкой.

Мой проект — музей-реконструкция Парамоновских складов в Ростове-на-Дону. Мы придумали конструкцию, куда вставлялись большие стеклянные полотна: весь стеклянный объем встроено в исторический контекст из кирпича. Почему я выбрала такой материал? Во-первых, он светопрозрачный, а воздушность по-другому не передашь. Во-вторых, был исторический контекст, который надо было восстанавливать. Там в основном был кирпич, и его объемы следовало только подчеркнуть и создать крытое пространство. Стекло планировалось совместить со специальной пленкой, которая при нагревании от солнца становится более темной и меньше пропускает свет. **7**







5



6



- 5. Автор проекта: Мария Величинская, руководители проекта: доц. Соколов Г. А., доц. Силкина М. А.
- 6. Автор публикации: Диана Гаспарян. Сайт издания: v-marhi.com
- 7. Автор проекта: Виолетта Цибина. Руководители: архитекторы проф. Величкин Д. В., проф. Голованов Н. Н., кафедра «Жилые здания»



7

# Строительство и технологии лунных баз

**В поисках возможности летать люди изучали птиц и насекомых, исследовали устройство их крыльев и стремились сделать подобные. Со временем мы научились создавать летательные аппараты, побывали в космическом пространстве и на Луне, а теперь исследуем ее, чтобы основать на ней свои поселения. Мы строим свои лунные базы, опираясь на законы архитектуры. Здесь, на Земле, архитектура основывается на трех базовых принципах, описанных в Древнем Риме: польза, прочность, красота. Мы открываем новые земли и даем им имена. Один из кратеров Луны назван именем древнеримского архитектора Витрувия. Редакция журнала «Нау. Путеводитель по науке в Москве» исследовала его труд «10 книг об архитектуре» и нашла, что эти принципы сохранены при строительстве лунных баз, изменились только материалы. Мы попросили рассказать о том, как строятся лунные базы, кандидата физико-математических наук, научного сотрудника Института астрономии РАН Владислава Леонова.**



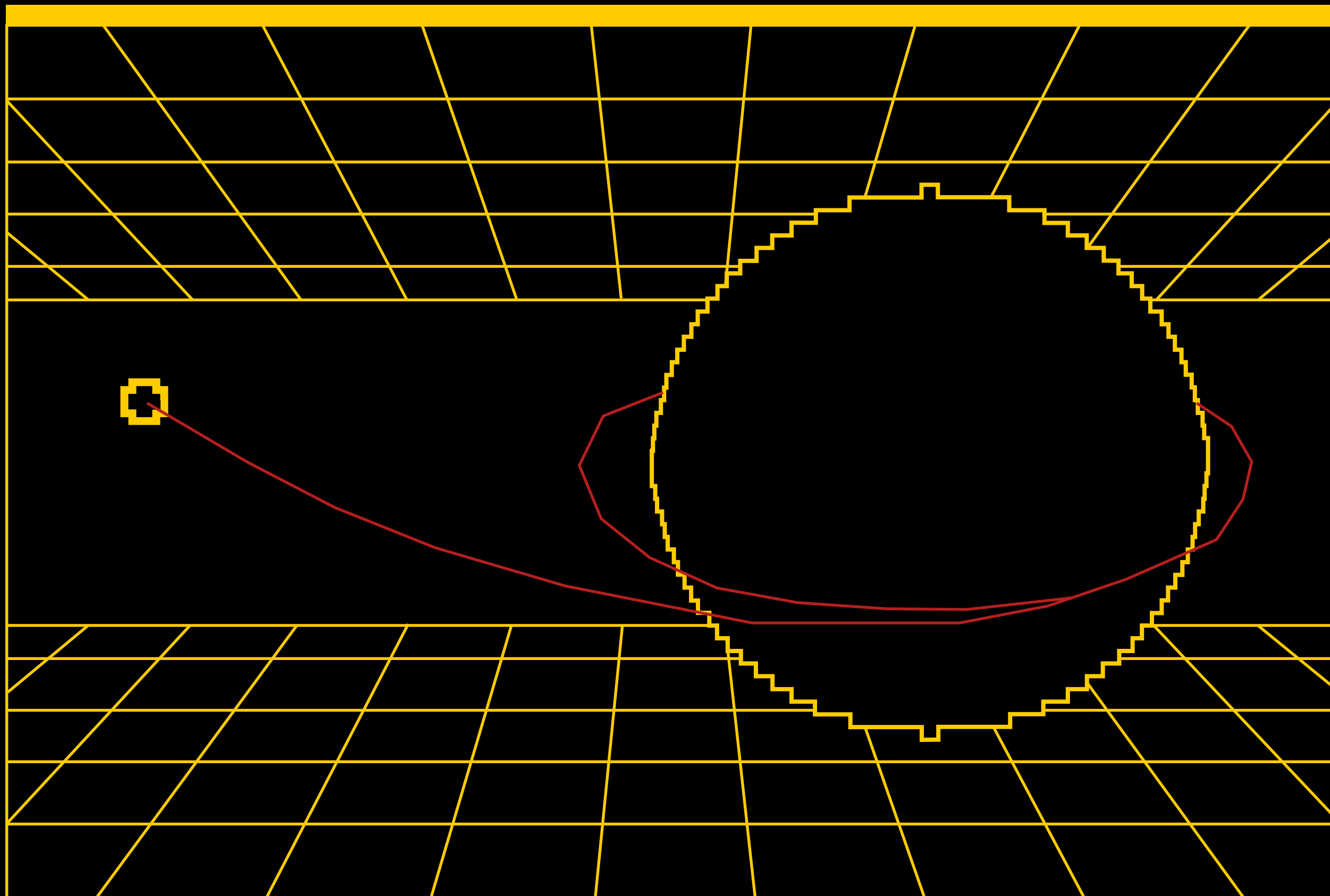
FIRMITAS UTILITAS VENUSTAS  
 ПОЛЬЗА ПРОЧНОСТЬ КРАСОТА

1

Наука архитектора образуется из практики и теории. Практика есть постоянное и обдуманное применение опыта для выполнения руками человека работ из любого материала по данному чертежу. Теория же заключается в возможности показать и обосновать исполнение в соответствии с требованиями искусства и целесообразности.

Выдержка из трактата римского архитектора Марка Витрувия Поллиона «10 книг об архитектуре»





## Лунные базы. Теория

1

Лунные базы — это обитаемые многофункциональные станции на поверхности Луны. Они предназначены для того, чтобы обеспечивать безопасность и комфорт первых лунных поселенцев. Базы должны иметь развитую инфраструктуру, полный набор необходимых инструментов, запас медикаментов, кислорода и продовольствия, а также бытовых предметов — всего того, что необходимо человеку для нормального существования и жизни в отличной от привычной и крайне агрессивной среде. Фактически лунные базы — это аналог Международной космической станции, но на поверхности Луны.

Идея о возможности существования человека на космических поселениях вне Земли была высказана еще русским ученым К. Э. Циолковским. Воодушевленный его идеями С. П. Королев вместе с пионерами советского ракетостроения планировал создать сверхтяжелую ракету-носитель Н-1, в том числе чтобы обеспечить долговременные экспедиции на Луну к 1979 году, а затем соорудить на ее поверхности советскую лунную базу «Звезда», она же «Колумб» и «Барминград». Но космическая гонка XX века завершилась. Кроме того, в 1976 году начались работы по программе «Энергия — Буран», в которой использовался принципиально новый сверхтяжелый носитель. Однако «Барминград» — это проект, опередивший свое время.

На текущем этапе развития науки и техники создать лунную базу представляется вполне возможным. Принципы строительства лунных баз заключаются в том, чтобы к моменту прибытия космонавтов на Луну все модули уже были бы построены роботизированной техникой. Достаточно доставить на Луну несколько 3D-принтеров, которые пусть медленно, но достаточно уверенно будут осуществлять строительство.

FIRMITAS UTILITAS VENUSTAS  
 ПОЛЬЗА ПРОЧНОСТЬ КРАСОТА

2

При постройке города надо соблюдать следующие правила. Прежде всего надо выбирать наиболее здоровую местность. Она должна быть возвышенной, не туманной, не морозной и обращенной не к знойным и холодным, а к умеренным странам света, а кроме того, необходимо избегать соседства болот. Если город будет расположен у моря и обращен на юг или запад, он не будет здоровым, так как летом южная часть неба нагревается при восходе солнца и в полдень пылает; точно так же часть, обращенная на запад, при восходе солнца теплеет, в полдень бывает нагрета, а вечером раскалена.

Выдержка из трактата римского архитектора Марка Витрувия Поллиона «10 книг об архитектуре»



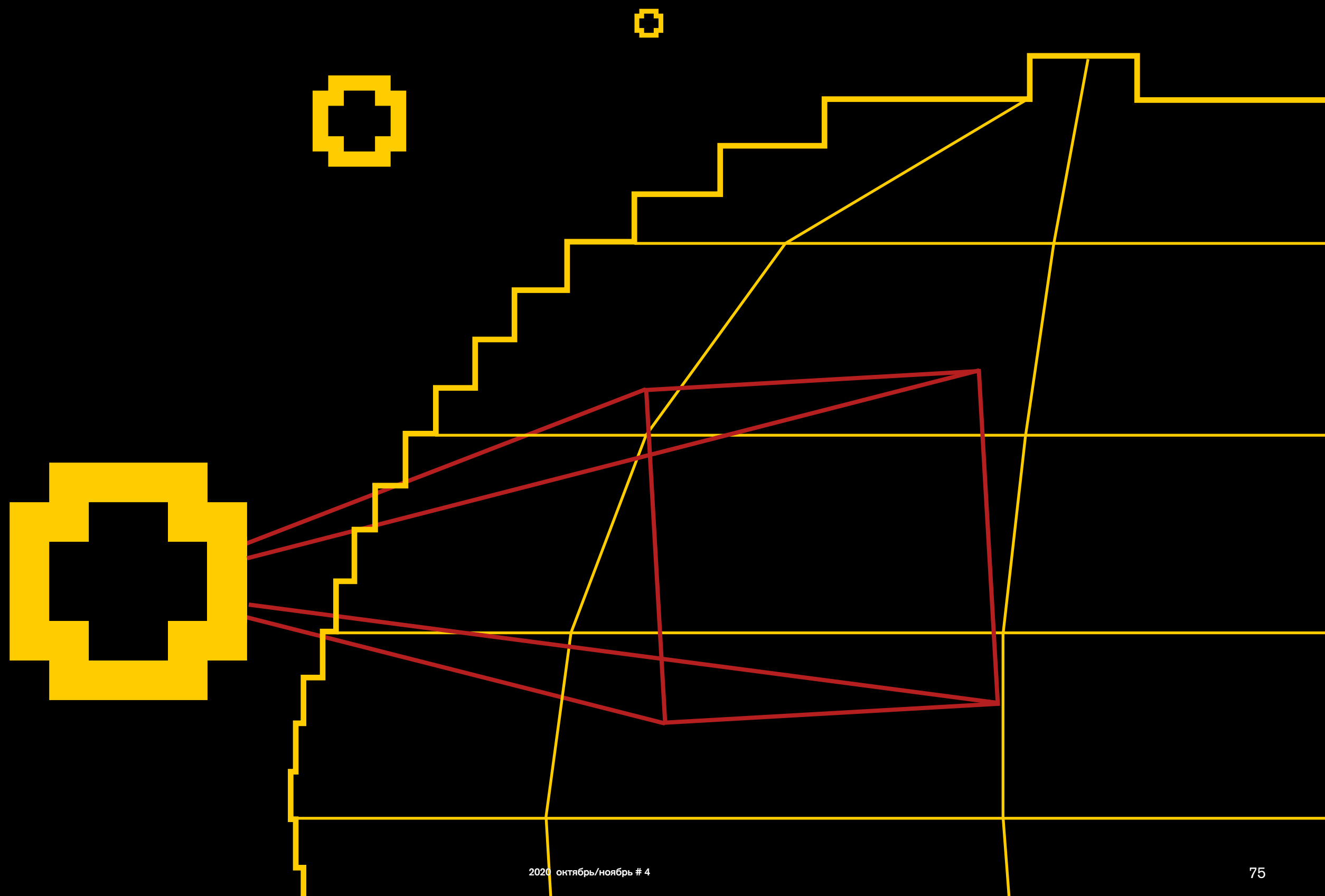
## Выбор места строительства

# 2

Можно представить, что у нас есть гигантская бетонная площадка и на ней мы строим бетонное здание. По сути, Луна сама по себе огромный фундамент. Там нет глинистых или песчаных грунтов, нет подземных вод. Пластичность грунта практически идеальная. Единственное, что предстоит сделать перед строительством лунных баз, — произвести полное обеспыливание близлежащей территории, в том числе космодрома, чтобы исключить налипание частиц реголита на элементы строительной техники.

В наше время стало понятно, что Луна — это огромный источник всевозможных ресурсов. Вещество Луны содержит практически все элементы, которые есть на Земле, но при этом многие из них на Земле закончатся в ближайшие пять десятилетий. Кроме того, ресурсная база Луны позволит решить проблему энергетики. Например, добывать гелий-3 на Луне в скором времени будет дешевле, чем заниматься активной добычей углеводородов на Земле.

Луну можно использовать как своеобразный «полигон» для освоения дальнего космоса. Экономически и экологически выгоднее запускать космические аппараты с поверхности Луны, соответственно, там собирать крупные космические аппараты, чтобы отправлять их к удаленным областям Солнечной системы. Опыт лунной космонавтики позволит начать разработку пилотируемых комплексов к другим планетам, в частности к Марсу.



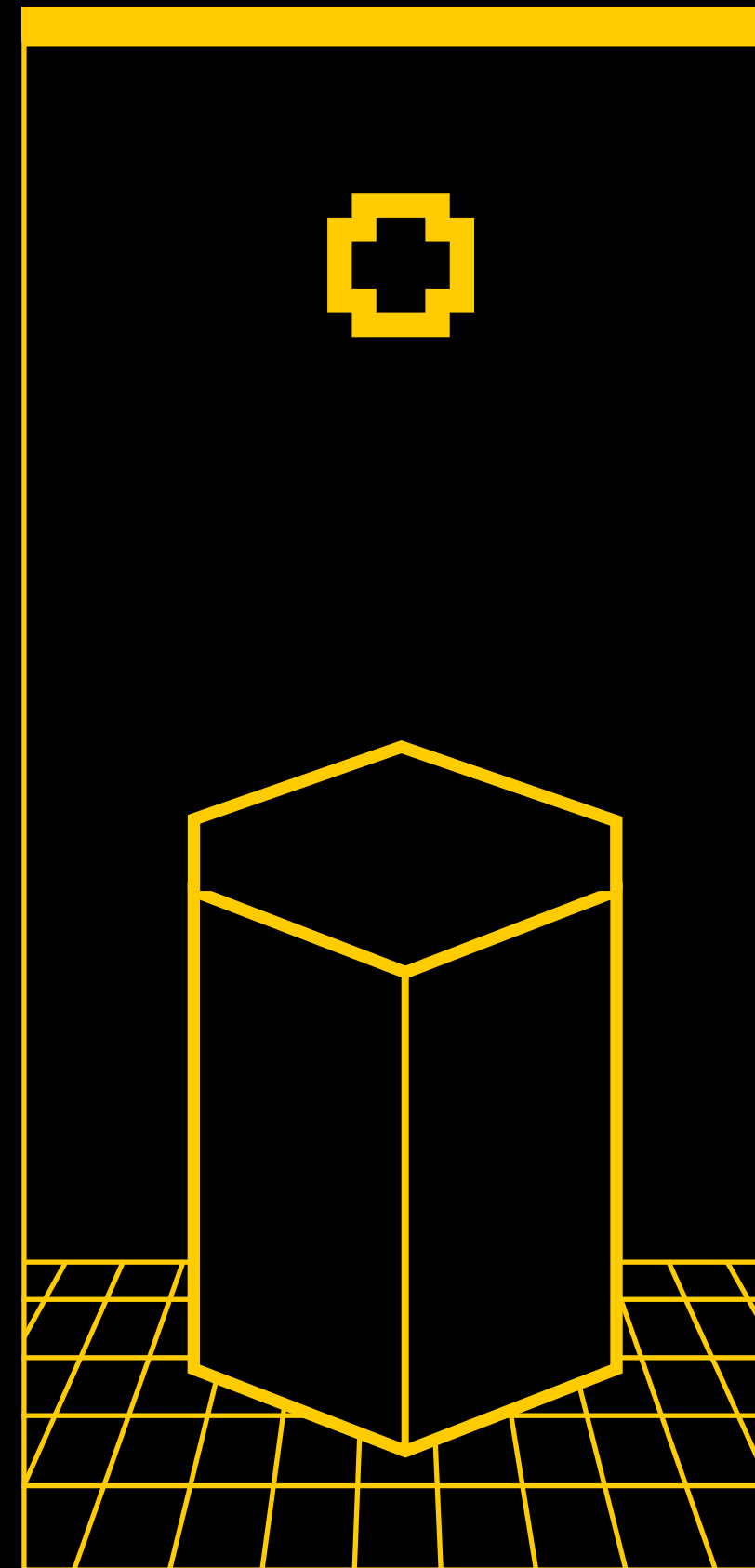
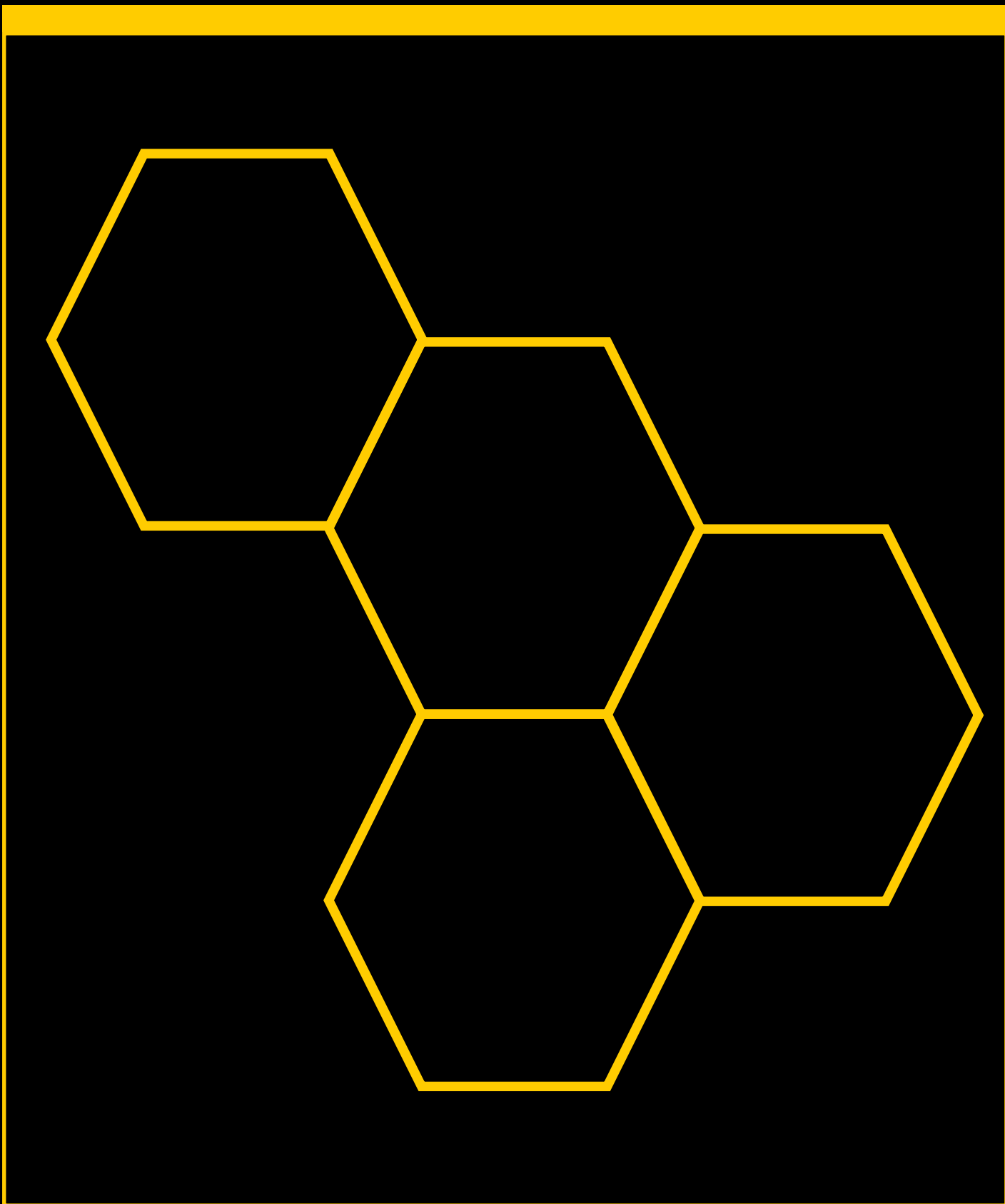
FIRMITAS UTILITAS VENUSTAS  
ПОЛЬЗА ПРОЧНОСТЬ КРАСОТА

3

Природа сложила человеческое тело так, что лицо от подбородка и верхней линии лба до начала корней волос составляет десятую долю тела, так же как и вытянутая кисть от запястья до конца среднего пальца; голова от подбородка до темени — восьмую, и вместе с шеей, начиная с ее основания от верха груди до начала корней волос — шестую, а от середины груди до темени — четвертую. Что до длины самого лица, то расстояние от низа подбородка до низа ноздрей составляет его треть, нос от низа ноздрей до раздела бровей — столько же, и лоб от этого раздела до начала корней волос — тоже треть. Ступня составляет шестую часть длины тела, локтевая часть руки — четверть, и грудь — тоже четверть. У остальных частей есть также своя соразмерность.

Выдержка из трактата римского архитектора Марка Витрувия Поллиона «10 книг об архитектуре»





## Форма базы и ее наполнение

3

Лунная база должна иметь такую форму, чтобы ее можно было многократно мультиплицировать, а также имелась возможность в перепрофилировании тех или иных модулей в зависимости от нужд. Очевидно, что создать базу в расчете на долгосрочное будущее практически невозможно. Задачи и предназначения элементов базы будут постоянно и неизбежно меняться. В то же время на Луне нет факторов, разрушающих здания (осадков, наводнений и ветров), а также низкая сейсмическая активность, поэтому они простоят сотни и тысячи лет.

Наиболее эффективной элементарной единицей лунного поселения можно с уверенностью назвать шестиугольную призму. Такая структура наиболее прочная: чем больше граней, тем больше ребер жесткости, в то же время шестигранники состыковываются между собой без потери полезных площадей. Самое сложное — выбрать размер этой элементарной единицы, чтобы площадь и объемы помещения были наиболее оптимальными.

Предполагается, что система жизнеобеспечения (СЖО) будет такой же, как и на Международной космической станции, с небольшими исключениями. Например, гораздо доступнее станут гигиенические процедуры. До тех пор пока люди не научатся добывать воду на Луне, она будет регенерироваться. А вот система утилизации мусора должна быть иной. Если, скажем, на МКС весь накопленный мусор погружается в большие мешки и выбрасывается за борт, где он сгорает в верхних слоях атмосферы, то на Луне этого делать категорически нельзя. Мы придерживаемся принципа «зеленой» космонавтики, и он должен лежать в основе освоения Луны.

Поскольку одна из важнейших целей пребывания первых космонавтов на Луне — проведение биологических исследований, то не исключено, что в лабораториях будут выращивать фрукты и овощи с помощью аэро- и гидропоники.

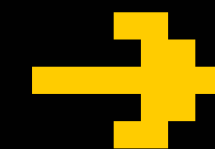


FIRMITAS UTILITAS VENUSTAS  
ПОЛЬЗА ПРОЧНОСТЬ КРАСОТА

4

Фалес считал началом всех вещей воду; Гераклит Эфесский — огонь; Демокрит и его последователь Эпикур — атомы, которые у нас называли несекомыми, а иные неделимыми телами; школа пифагорейцев к воде и огню прибавила воздух и землю. Итак, раз из их соединений, очевидно, составляются и возникают все вещи, необходимо остановиться на различных и разнообразных способах применения природных вещей и объяснить, какое значение имеют их качества в строительном деле, чтобы, по ознакомлении с ними, собирающиеся строить не впадали в ошибки, но могли бы заготовить подходящие для построек материалы.

Выдержка из трактата римского архитектора Марка Витрувия Поллиона «10 книг об архитектуре»



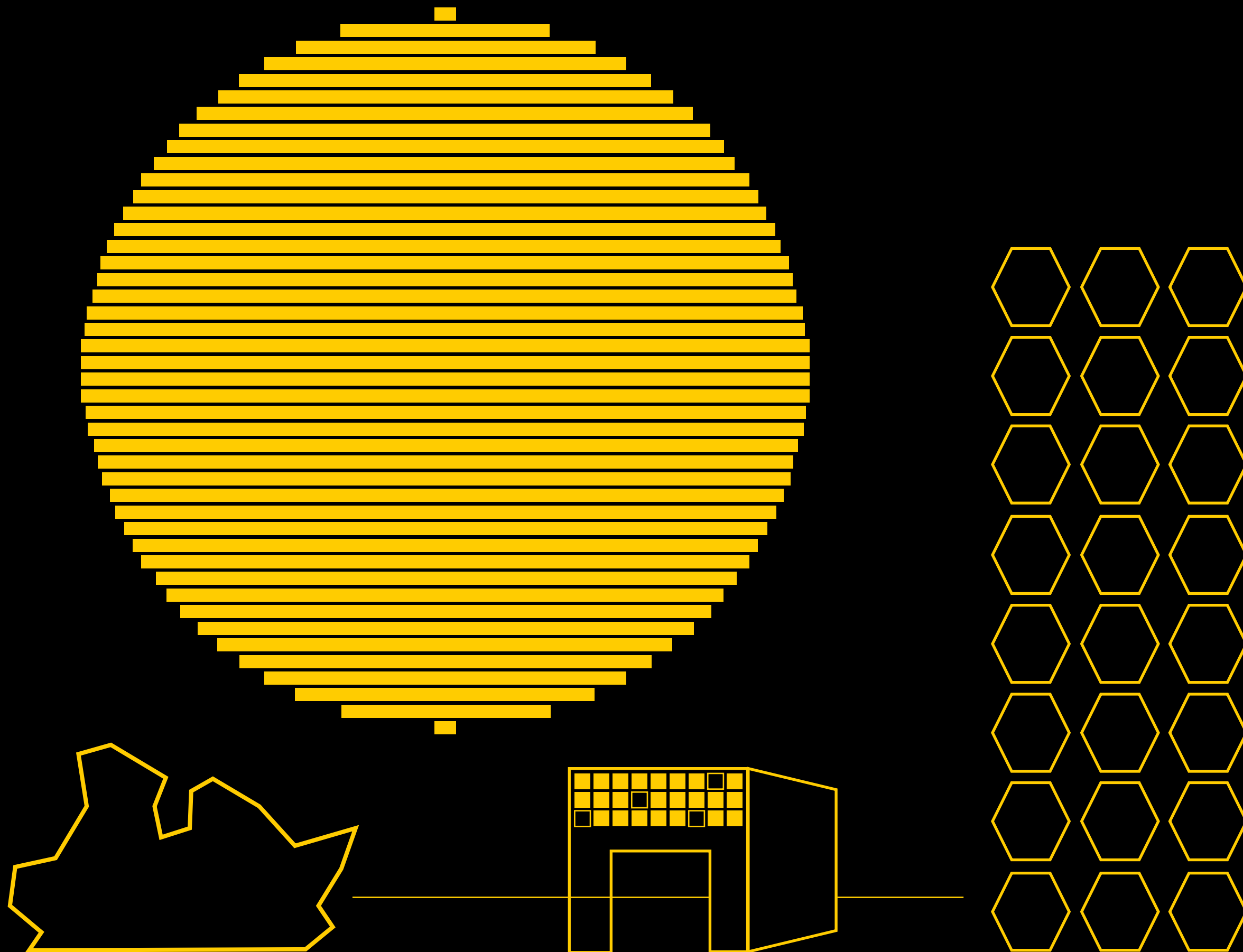
## Строительные материалы

# 4

Перед началом строительства базы на другой планете, нужно понять, из чего ее делать. В этом отношении Луна крайне интересна. Ее поверхность засыпана реголитом (смесью из обломков метеоритов и коренной породы Луны — базальта). Сам реголит и особенно базальты являются отличными строительными материалами, к тому же после переплавки они становятся газонепроницаемыми. Сооружения из этих материалов будут достаточно крепкими, а учитывая, что на Луне сила гравитации в шесть раз меньше, чем на Земле, это позволит в будущем строить очень высокие здания, высотой в сотни этажей. Кроме этого, современные технологии позволяют использовать данные материалы для 3D-печати.

Прежде чем думать о материалах для внутренней отделки помещений, необходимо решить, как их утилизировать или экологично и безотходно перерабатывать. Вся внутренняя инфраструктура, бытовые приборы, мебель и другие элементы должны быть сделаны из универсальных перерабатываемых материалов. На данный момент существует достаточное количество прочных и экологически чистых композитных материалов, нужно лишь подобрать подходящие.

На лунных базах будет использоваться солнечный 3D-принтер, где в качестве источника энергии будет служить Солнце. Лунный «день» длится 12 земных суток. За этот период принтер переработает 12 тонн реголита, то есть создаст около 50 м<sup>2</sup> прочного покрытия. К тому же принтер можно оборудовать ковшом, отвалом или конвейером для автоматической подачи строительного материала.



## Почему Луна

Луна — это место, куда можно доставлять добытые в космосе ресурсы и перерабатывать их полностью или частично. В перспективе на Луну можно безопасно доставить и переработать астероид или комету. Некоторые астероиды могут содержать большое количество полезных ископаемых. Наиболее востребованными для добычи на них являются железо, никель, кобальт, алюминий, редкоземельные металлы и элементы платиновой группы. Кометы состоят из разнообразных летучих соединений или водяного льда. Например, кислород и водород — это основные элементы ракетного топлива.

Окрестности полюсов являются практически идеальным местом для размещения астрономических приборов. Телескопы на поверхности Луны, в отличие от орбитальных телескопов, будут работать неограниченно долго, а стоимость их строительства будет существенно ниже.

Есть еще один важный аспект. По прогнозам климатологов, температура на Земле в ближайшие несколько десятилетий будет очень сильно повышаться. Несмотря на то что мы живем в эпоху глобального масштабного похолодания, в этом столетии ожидается потепление, обусловленное техногенными причинами. Растаявшие ледники затопят огромное количество территорий, поэтому Луна еще и своеобразный ковчег для человечества в ближайшем будущем.

## Предполагаемые блоки лунных баз



**Оборудование**

5 интерактивных стендов  
Экран-проектор  
Звуковая система

**Три отсека**

Теоретический  
Экспериментальный  
Лабораторный

**Длительность занятия**

45 минут

**Количество участников**

от 20 до 32

**Педагоги**

Химик  
Физик  
Инженер

**Направления интерактивных стендов**

Медицина  
Электроника  
Радиопоглощающие материалы  
Нанотехнологии в природе

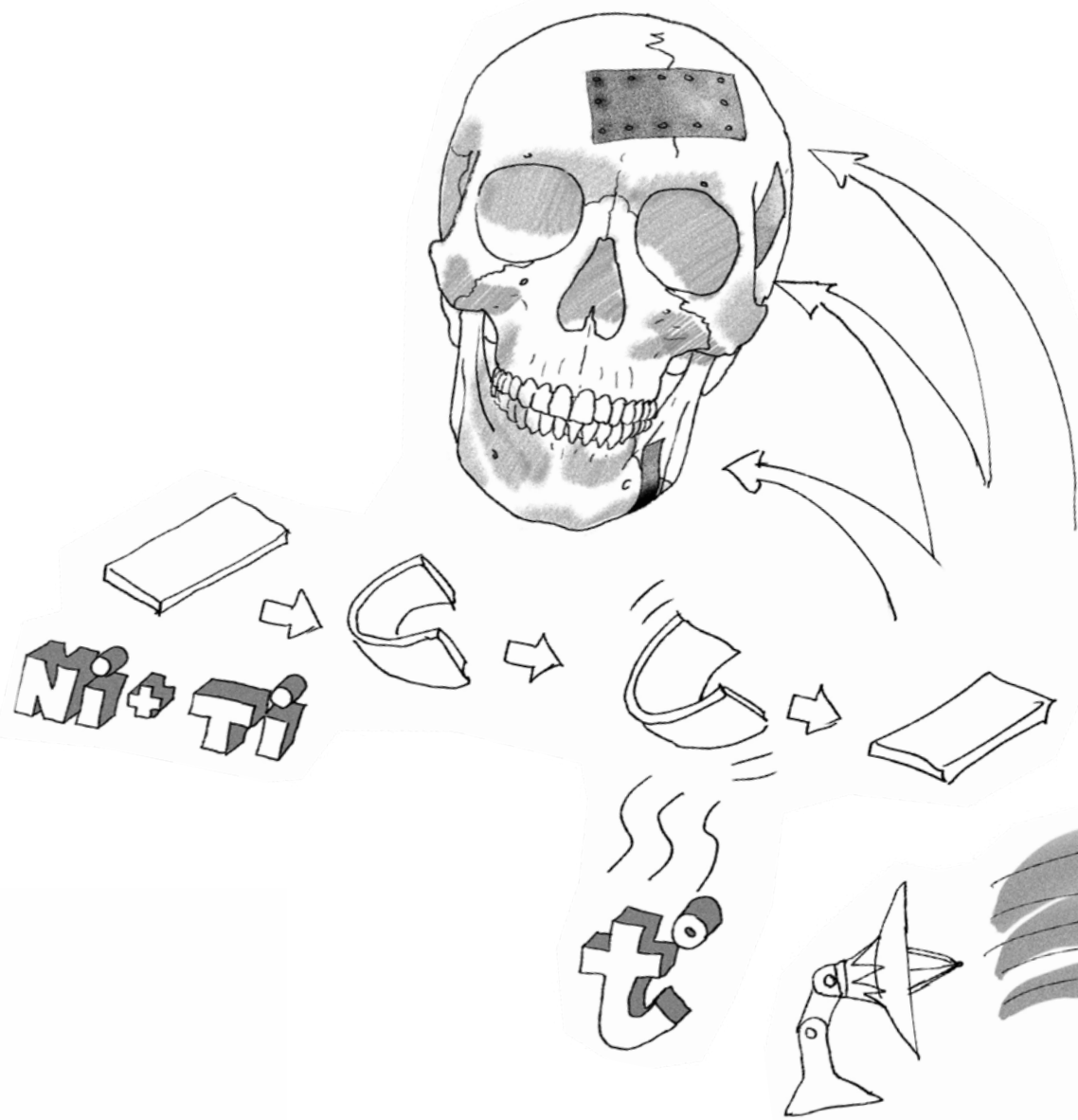
# «Нанотрак» в городе

Днем на московских улицах можно встретить автобус под названием «Нанотрак». Он останавливается у зданий школ и превращается в лабораторию, где можно проводить эксперименты и ставить опыты. Передвижной образовательный комплекс знакомит с методами и технологиями, которые используются в современной науке.



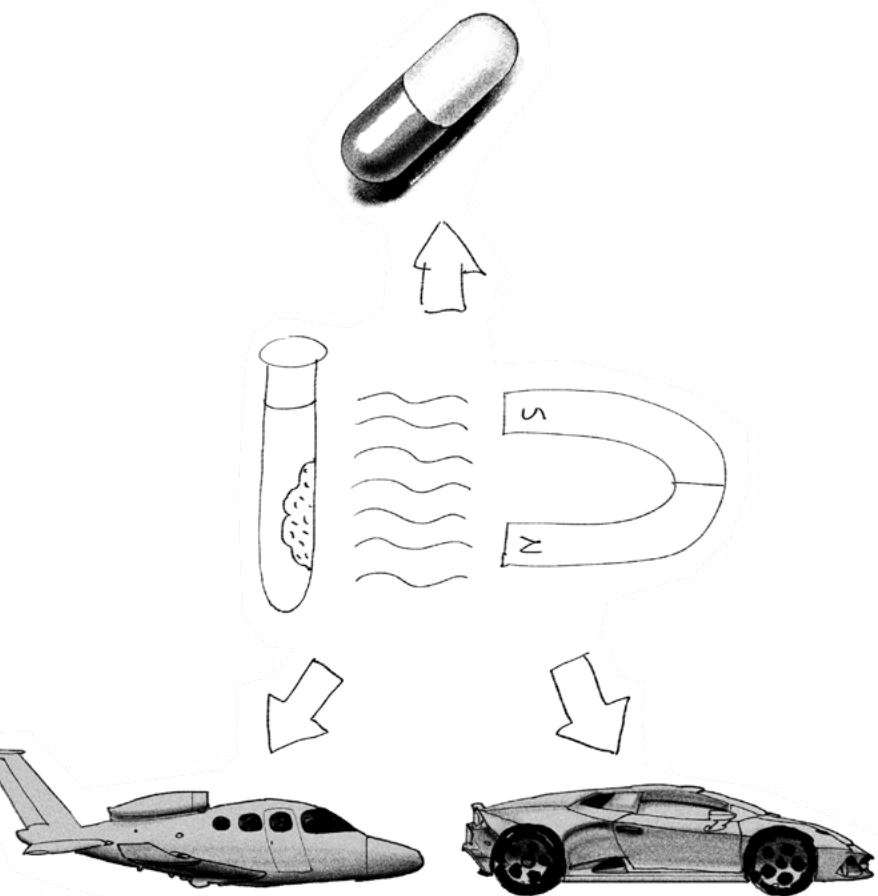
## Ферромагнитная жидкость

Это частицы нанометровых размеров, которые смешивают с жидкостью-носителем (чаще всего это вода). Такая жидкость обладает магнитными свойствами и может применяться в самых разных областях: в авиакосмической промышленности ее планируют использовать для стабилизации космического корабля в пространстве, в машиностроении — для улучшения ходовых свойств подвески автомобиля, в медицине — для разрушения опухолей тканей. Достаточно выпить ферромагнитную жидкость, чтобы она попала в организм, после медицинского работник может «доставить» магнитом жидкость до опухоли, где наночастицы с помощью ультразвука можно разогреть до температуры, при которой разрушаются раковые клетки.



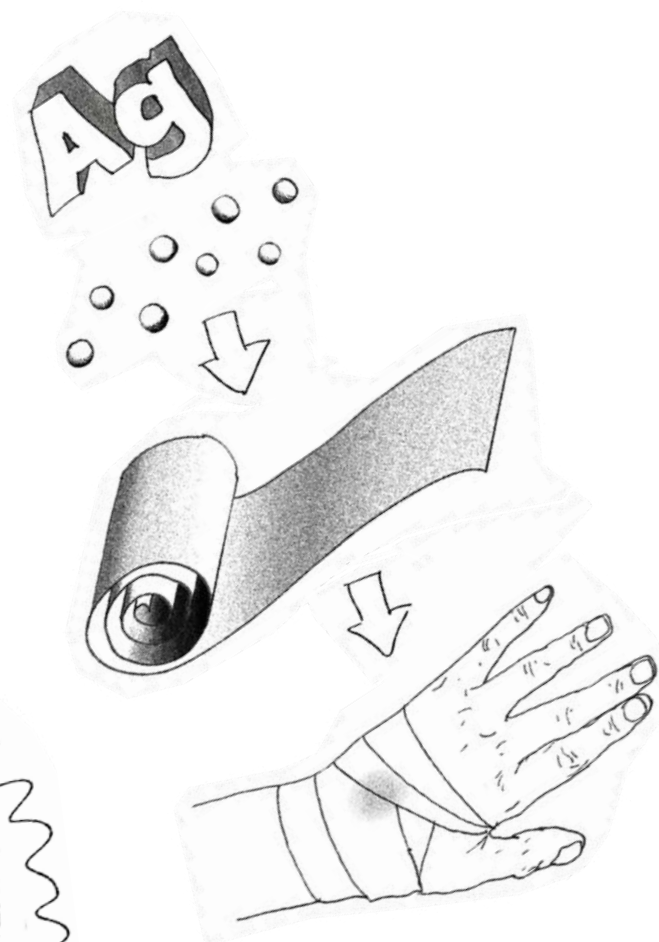
## Нитинол

Это химический синтез титана и никеля. Материал обладает эффектом памяти формы и может изменять ее в зависимости от температуры. Если нагреть деталь, сделанную из нитинола, до красного каления, то она запомнит свою форму. Эту форму можно будет изменить при комнатной температуре, но при повторном нагреве деталь вернется в исходную. Нитинол активно применяется в медицине: для лечения травм и переломов, а также в стоматологии.



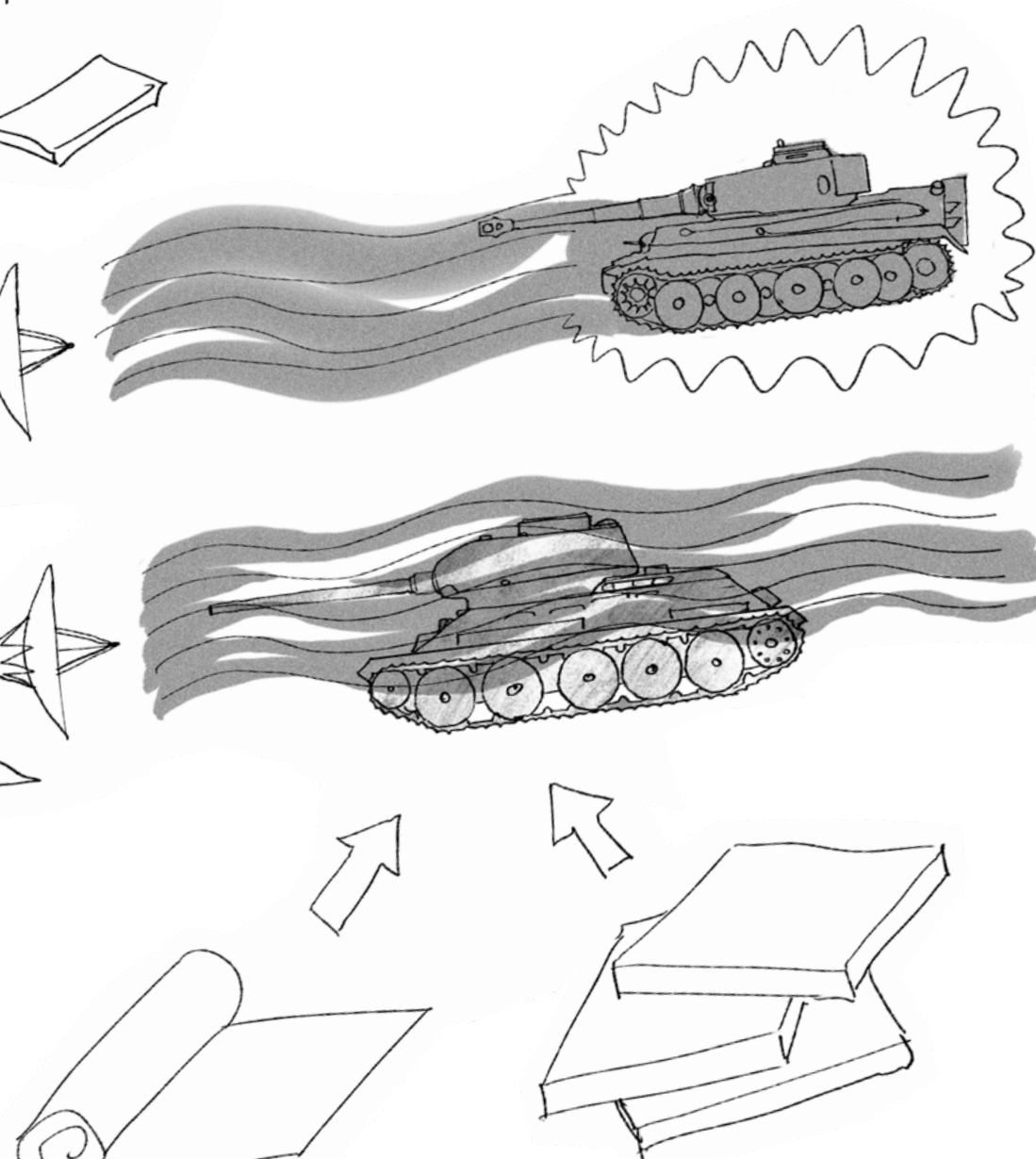
## Коллоидное серебро

Это наночастицы серебра, которые могут входить в состав раствора, ускоряющего заживление ран. Коллоидное серебро может использоваться в медицине, в том числе для пропитки бинтов и пластырей. При контакте с воздухом такое серебро окисляется, в процессе образуются соли серебра, которые переходят в раствор. Благодаря этому коллоидные частицы серебра «генерируют» ионы серебра.



## Радиопоглощающие материалы и покрытия

Это класс материалов, которые обеспечивают снижение видимости объектов. Материал или покрытие наносится на объект и частично поглощает радиоволны, направленный радар не замечает объекта. Благодаря своим свойствам они используются в военной отрасли и помогают оставить боевую технику незамеченной противником. Материалы могут быть разными по структуре и составу, от этого будет зависеть их способность поглощать высокочастотное излучение. Способы снижения видимости объектов в радиолокационном и инфракрасном спектрах называются стелс-технологиями.





## Как разрабатываются образовательные и арт-объекты

Экспонаты «Нанотрака» — это отдельная тема для исследования. Корреспонденты журнала «Нау. Путеводитель по науке в Москве» поговорили с Андреем Ждановым, генеральным директором компании «Андивэй», специалисты которой разрабатывали и конструировали объекты для «Нанотрака», Музея профессионального образования Москвы и других проектов.

Для «Нанотрака» выставочные интерактивные экспонаты были придуманы специально, но на самом деле это не является обязательным условием любого проекта. В некоторых случаях, как с «Нанотраком», существует идея, которую нужно воплотить, в других — задачи ясны и нужно только подобрать материалы и технологии, которые будут использоваться. Технологическая цепочка выстраивается индивидуально для каждого объекта. В работе мы

используем различные пластики, оргстекло, композитные материалы. Чтобы иметь возможность работать в таком режиме, нужно знать свойства материалов, держать в уме массу технологий. В качестве примера приведем недавний проект нашей компании — Музей профессионального образования Москвы. Экспонаты, которые мы делали для музея, разработаны специально. Мы получили эскизы и начали искать решения.

Например, для флага, который является частью объекта «Время, вперед», делалась специальная матрица. Из толстого оргстекла вырезалась форма на лазерном станке, на ней лазером гравировалось изображение. Потом на матрицу укладывалась заготовка флага и отжигалась в печи, чтобы зафиксировать форму развевающейся материи.



## Ну и нау! Комикс «Новый материал»

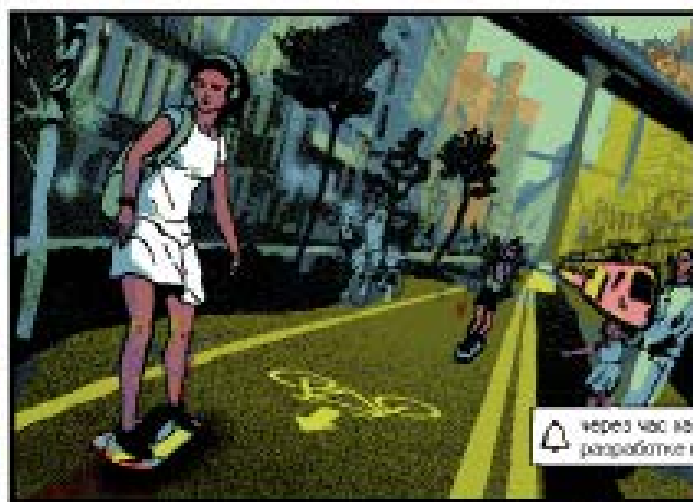
Говорить о непростых вещах понятным языком? Почему бы и не попробовать! Каждый день мы сталкиваемся со сложными задачами, которые, на самом деле, не такие уж и невыполнимые. Чтобы их решить, нужно лишь сосредоточиться, вспомнить все, что касается предмета, и не бояться действовать. Лучше в команде! Что-то забыть, упустить деталь или просто ошибиться может каждый. Поэтому *прежде, чем начинать новый проект, лучше всего заручиться поддержкой единомышленников.*

Москва. 2025 год. Хакатон по разработке новых материалов. Женя и Женья ищут возможность создать небьющееся стекло. *Получится у них или нет?* Какие задачи им предстоит решить и смогут ли они найти общий язык? Читайте в регулярном комиксе «Новый материал»!



### НОВЫЙ МАТЕРИАЛ

СЦЕНАРИЙ: ВАЛЕНА РОЙЗЕН (ФИЗИК-МАТЕРИАЛОВЕД),  
ЛИДА ГУМЕНЮК (НАУЧНЫЙ КОММУНИКАТОР)  
ХУДОЖНИК: МИХАИЛ ЛЕВИУС



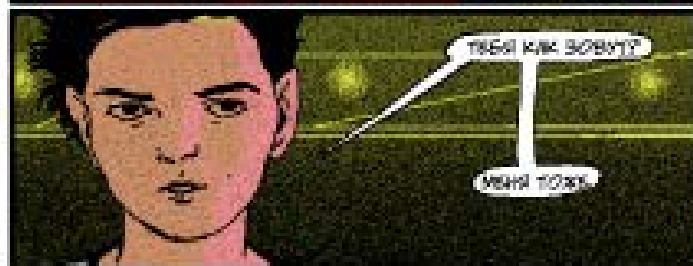
Короб Нас выкатил по разработке новых материалов



УР, ВРОДЕ КОДЕВНО...



РЕБЯТА, ДОБРО ПОЖАДОВАТЬ НА 5-й ежегодный хакафон по разработке новых материалов не буду уточнять вас другим реглам. Все будет стандартно. Разберитесь на команды, выберите проект, реализуйте его за 48 часов, а затем презентуйте и победите. Удачи, и пока!



ТБСО как бовут?  
Меня тоже!



КЕНО!



ТБСО

1. Искусственный интеллект  
2. Физика сверхпроводимости  
3. Материалы для космоса  
4. Биоматериалы  
5. Искусственный интеллект  
6. Искусственный интеллект  
7. Искусственный интеллект  
8. Искусственный интеллект  
9. Искусственный интеллект  
10. Искусственный интеллект



ИТАК, НЕН ВАЖНО СДЕЛАТЬ СТЕКЛО, КОТОРОЕ НЕ ПОДАЕТ ТРЕЩИНЫМ, ЕСЛИ ЕГО УРОНИТЬ ПРАВИЛО...



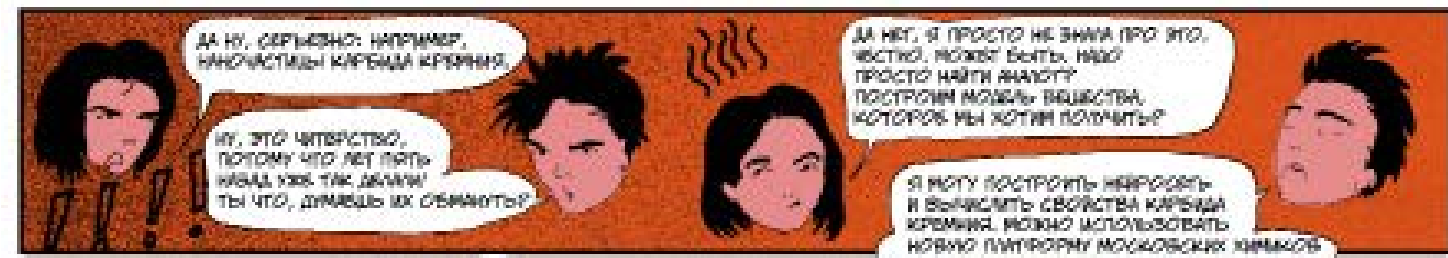
...ЕСЛИ ОНО СТУКНЕТСЯ БОКОМ.

А ЧТО, ЕСЛИ ДОБАВИТЬ ПРОЧНОСТИ НА КАКОУРОВОЕ?

ВОТ ТАК НАДО!

НИКОГДА БЫ НЕ ДОТАРАНС!

НАНОУ!



ДА НУ, СЕРЬЕЗНО: НАПРИМЕР, НАНОЧАСТИЦЫ КАРБИДА КРЕМНИЯ.

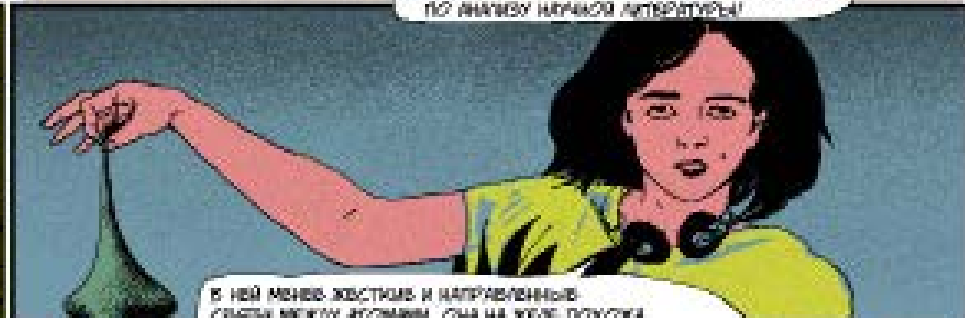
НУ, ЭТО ЧИСТЕШЬ, ПОТОМУ ЧТО ЛЕГ ПУТЬ НАЗАД КЭК ТАК ДАВНО! ТЫ ЧТО, ДУМАЕШЬ ИХ ОБМАНЫТЬ?

ДА НЕТ, Я ПРОСТО НЕ ЗНАЮ ПРО ЭТО. НЕКТО, МОЖЕТ БЫТЬ, НЕДО ПРОСТО НАЙТИ АНАЛОГ? ПОСТРОИМ МОДЕЛЬ ВЕЩЕСТВА, КОТОРОЕ МЫ ХОТИМ ПОЛУЧИТЬ?

Я МОГУ ВОССТРОИТЬ НЕИРОСЕТЬ И ВЫЧИСЛИТЬ СВОЙСТВА КАРБИДА КРЕМНИЯ. МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ НОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПО АНАЛИЗУ НАНОВОЙ ЛИТЕРАТУРЫ!



ОНО ИЛИ НЕИРОКОДЕВНОЕ КЕРМИКА!



С НЕЙ МЕНЬШЕ ЖЕСТКИЕ И НАПРАВЛЕННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ АТОМАМИ, ОНА НА ЖЕЛЕ ПОХОЖА. ВООТРИ ОНА ПОЛУЧАЕТСЯ КАК БЫ БОЛЕЕ ОБЪЕМОМ, ЗНАЧИТ, И ЭНЕРГИИ БУДЕТ ПОТРАЩАТЬ БОЛЬШЕ, МАТЕРИАЛ С НЕЙ БУДЕТ МЕНЬШЕ ТРЕСОКАТЬСЯ.



ИСПОЛЬЗУЕМ ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ: ОН БУДЕТ ВОСПРОИЗВОДИТЬ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОТБОРА, НО ДЛЯ НАНОЧАСТИЦ, ТО ЕСТЬ ПЕРЕБИРАТЬ РАЗЛИЧНЫЕ СОСТАВЫ ВЕЩЕСТВ ТАК, ЧТОБЫ...

...ОТБИРАТЬ САМЫЕ СТАБИЛЬНЫЕ.



МОДЕЛЬ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ СТЕКЛА

НЕОБЪЯВЛЕННЫЙ ДАН

И МЫ МОЖЕМ ДОПОЛНИТЬ ИНТЕРФЕЙС АЛГОРИТМА ТАКИМ ОБРАЗОМ, ЧТОБЫ ВСЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРЕСЫЛАЛИСЬ НА ПРОВЕРКУ НА ПЛАТФОРМУ, ГДЕ ВСЕ САМЫЕ СТАБИЛЬНЫЕ ОТБИРАЮТСЯ ТЕ, ЧЬИ СВОЙСТВА ПОХОЖАТ ДЛЯ НАШЕГО СТЕКЛА!

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ ОТБОР ЧАСТИЦ

СТАБИЛИЗИРОВАНИЕ

ПЛАТФОРМА ВЫЧИСЛЕНИЯ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВА



ВАЖНО КАК ПРИВЕТС ПОДГОТОВИТЬ ПРЕЗЕНТАЦИО...

НА СЛАЙДАХ ДАНО

УР, Я ПОЧТИ ОДИН!

У МЕНЯ ЕСТЬ НЕИРОСЕТЬ, КОТОРАЯ УМЕЕТ ПРЕОБРАЩАТЬ ДАННЫЕ ПРОГРАММЫ В ПРЕЗЕНТАЦИО.

В НАЧАЛ УБОРКУ, ДВА ЖИВЫХ ОБЪЕКТА, ДАТЬ ВРЕМЯ - 23:30. ДАТЬ, ИДИТЕ СЛАТЬ.



ГОТОВА?

ДА

ОТПРАВЛЯЮ.





15:48  
А ТЕПЕРЬ ЖЕНЯ И ЖЕНЯ И ПРОЕКТ НЕБЫВШЕГО СТЕКЛА!

...И МЫ РЕШИЛИ ДОБАВИТЬ В СТЕКЛО НАНОЧАСТИЦЫ, СХОДНЫЕ ПО СВОЙСТВАМ С НАНОЧАСТИЦАМИ КАРБИДА КРЕМНИЯ...

РЕБЯТА, ВЫ БОЛЬШИЕ МОЛОДЦЫ, НО... ЭТО ВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИ ВСЕ ТАК ЗАДОРОВО ПОСЧИТАЛИ, А НА ПРАКТИКЕ СОЗДАТЬ ТАКИЕ НАНОЧАСТИЦЫ ПРАКТИЧЕСКИ НЕВОЗМОЖНО! К ТОМУ ЖЕ В СОСТАВЕ ВАШИХ НАНОЧАСТИЦ ЕСТЬ БОР — ДОСТАТОЧНО ТОКСИЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ, И ЭТО ОПАСНО ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ.

СПУСТЯ 45 МИНУТ

Я ВОТ НЕ ВЕРЮ, ЧТО ТАКОЕ СТЕКЛО НЕВОЗМОЖНО СДЕЛАТЬ.

О, ОТЛИЧНЫЙ БОРД!

ХОЧЕШЬ ПРОКАТИТЬСЯ НА МОЕМ БОРДЕ? САМА ПРОКАЧАЛА — ОН БЫСТРЕЕ ОБЫЧНОГО.



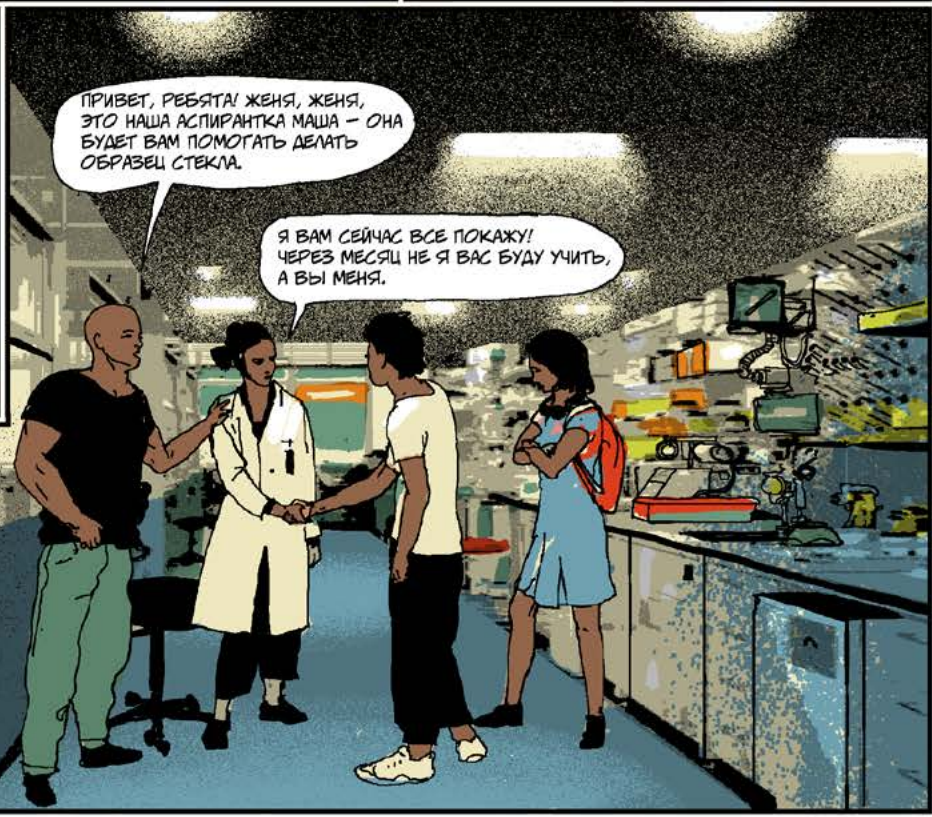
РЕБЯТА, А ВЫ БЫ НЕ ХОТЕЛИ СДЕЛАТЬ ВАШЕ СТЕКЛО В НАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ? МЫ КАК РАЗ РАБОТАЕМ В ЭТОМ НАПРАВЛЕНИИ И МОЖЕМ ДРУГ ДРУГУ ЗАДОРОВО ПОМОЧЬ!

ДА...ДА, КОНЕЧНО, ОЧЕНЬ БЫ ХОТЕЛИ!

КОГДА И ГДЕ?



Мам  
Ну как?  
15.53  
Первое место не заняли, но зато нас позвали поработать в настоящую лабораторию! В настоящую!))))))  
16.56  
Мам  
Кого нас? А как же лагерь?  
16.58  
Приду — поговорим! Все супер!  
16.59



ПРИВЕТ, РЕБЯТА! ЖЕНЯ, ЖЕНЯ, ЭТО НАША АСПИРАНТКА МАША — ОНА БУДЕТ ВАМ ПОМОГАТЬ ДЕЛАТЬ ОБРАЗЦЫ СТЕКЛА.

Я ВАМ СЕЙЧАС ВСЕ ПОКАЖУ! ЧЕРЕЗ МЕСЯЦ НЕ Я ВАС БУДУ УЧИТЬ, А ВЫ МЕНЯ.



ИТАК, МЫ С ВАМИ В ТАК НАЗЫВАЕМОЙ МОКРОЙ ЛАБОРАТОРИИ, ГДЕ МОЖНО РАБОТАТЬ С РАСТВОРИТЕЛЯМИ И ДРУГИМИ ЖИДКОСТЯМИ. МЫ СЕЙЧАС ИСПРОБУЕМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ-ПРОЦЕСС...

...ЭТО КОГДА МЫ РАСТВОРЯЕМ ВЕЩЕСТВО, А ЗАТЕМ, МЕНЯЯ ВНЕШНИЕ УСЛОВИЯ, ПРЕВРАЩАЕМ ЕГО В ГЕЛЬ, КОТОРЫЙ ОЧИЩАЕМ И ВЫДЕЛЯЕМ ИЗ НЕГО НАНОЧАСТИЦЫ.

ТЕПЕРЬ ИЗУЧИМ ПОЛУЧЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА И ЯМР-СПЕКТРОСКОПИИ, ЧТОБЫ ОПРЕДЕЛИТЬ ВНЕШНИЙ ВИД ЧАСТИЦ И ИХ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

И... НА ЭТУ РАБОТУ У НАС УЙДЕТ МНОГО ВРЕМЕНИ...



МЫ УЖЕ МЕСЯЦ ВЫДЕЛЯЕМ ЧАСТИЦЫ, И ВСЕ ОНИ СЛИПАЮТСЯ ДА СЛИПАЮТСЯ, МЕЖДУ СОБОЙ. МАШ, ЭТО ВСЕГДА ТАК?

КОГДА КАК. НО ВООБЩЕ В НАУКЕ МАЛО ЧТО ПРОИСХОДИТ ОЧЕНЬ БЫСТРО

СЛУШАЙТЕ, А ЕСЛИ МЫ ЧАСТИЦЫ БУДЕМ ДОЛЖЕ ОСТАВЛЯТЬ В РАСТВОРЕ, А ПРОСУШИМ ТОЛЬКО ПРЯМО ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ НА СТЕКЛО МИКРОСКОПА? МЫ СЕЙЧАС ПОПРОБУЕМ, А ТЫ, МАШ, ОТДОХНИ!



ПОЛУЧИЛОСЬ! ПОЛУЧИЛОСЬ!

НУ КАК?

ВСЕ? Я СВЯЗЫВАЮСЬ С ЛАБОРАТОРИЕЙ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СТЕКОЛ?



ТАК И НЕ ТРЕЩУНО?

НЕТ!

ОФИГЕННО! ДО СИХ ПОР НЕ ВЕРЮ!

ДАЙ ПЯТЬ!

# Словарь

## Новые материалы

Перечень понятий, которые пригодятся для лучшего понимания материалов этого номера журнала.

### Биотехнология

В настоящее время под биотехнологией обычно понимают использование методов микробиологии, биохимии, генной инженерии и других биологических наук в промышленном производстве разнообразных товаров и услуг. Одной из важнейших целей современной биотехнологии является разработка и производство медицинских препаратов и диагностикумов нового поколения.

### Гибридные материалы

Материалы, полученные за счет взаимодействия химически различных составляющих (компонентов), чаще всего органических и неорганических, формирующих определенную (кристаллическую, пространственную) структуру, отличающуюся от структур исходных реагентов, но часто наследующую определенные мотивы и функции исходных структур.

### Магнитная жидкость (феррожидкость)

Коллоидный раствор высокодисперсных магнитных

частиц размером от 5 до 50 нм, находящихся, как правило, в суперпарамагнитном, ферро- или ферримагнитном состояниях (частицы металлов, оксидов железа и пр.). Магнитная жидкость обладает уникальным сочетанием текучести и способности взаимодействовать с магнитным полем. Свойства магнитной жидкости определяются совокупностью характеристик входящих в нее компонентов (твердой магнитной фазы, дисперсионной среды и стабилизатора), варьируя которые можно в довольно широких пределах изменять параметры магнитной жидкости.

### Метаматериал

Искусственный композитный структурированный материал, электромагнитные свойства которого существенно отличаются от свойств компонентов, входящих в его состав, и определяются особым упорядочением и структурой компонентов (кольцеподобной, рулонной, проводной и т. д.).

### Нано-

Дольная приставка в системе СИ, обозначающая  $10^{-9}$  часть объекта (например, нанометр:  $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ).

### Умные материалы, «интеллектуальные» материалы

Класс различных по химическому составу и агрегатному состоянию материалов, которые объединяет проявление одной или нескольких физических (оптических, магнитных, электрических, механических) или физико-химических (деформационных и др.) характеристик, значительно (обратимо или необратимо) изменяющихся под влиянием внешних воздействий: давления, температуры, влажности, pH-среды, электрического или магнитного поля и др.

### Фотоника

Область науки и техники, которая занимается изучением фундаментальных и прикладных аспектов генерации, передачи, модуляции, усиления, обработки, детектирования и распознавания оптических сигналов и полей, а также применением указанных явлений при разработке и создании оптических, электрооптических и оптоэлектронных устройств различного назначения.



При составлении глоссария был использован Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов.

# Задачи номера из истории Московских олимпиад

## Задания LIX Московской олимпиады по химии — 2003

### 8 класс

Больше всего в воздухе содержится: а) азота; б) кислорода; в) озона; г) углекислого газа.

### 9 класс

Напишите два уравнения окислительно-восстановительных реакций, в одном из которых азот в виде простого вещества проявляет свойства окислителя, а в другом — свойства восстановителя. Укажите условия проведения этих реакций.

### 10 класс

Смесь этена и пропена объемом 11,2 л имеет плотность по водороду 16,8. К смеси прибавили такой же объем водорода и пропустили ее над платиновым катализатором. Объем смеси на выходе из реактора составил 17,92 л. Определите состав начальной и конечной смеси газов (в % по объему) и степень превращения (в %), считая, что она одинакова для обоих алкенов. Все объемы измерены при н.у.

### 11 класс

На нейтрализацию водного раствора, образовавшегося при гидролизе 1,000 г некоторого ангидрида X, было израсходовано 22,73 мл одномолярного раствора NaOH. Определите строение органического соединения X и предложите метод его получения из неорганических веществ.

Ответы вы найдете в следующем номере журнала «Путеводитель по науке в Москве».

### Ответы на задачи из предыдущего номера (XX Московская биологическая олимпиада)

#### 7 класс

Веки у ящериц подвижны, в отличие от змей. У змей чешуйки в нижней части тела более крупные и вытянутые, в отличие от безногих ящериц, у которых все чешуйки одинаковы. У безногих ящериц кости ротового аппарата сочленены более жестко, чем у змей, поэтому заглатывать крупную добычу, в отличие от змей, не могут. У ящериц, в отличие от змей, присутствуют слуховые отверстия.

#### 8 класс

Да, поговорку можно считать справедливой. Запах еды раздражает рецепторы, находящиеся в носовой и ротовой полости.

#### 9 класс

Вода является не только растворителем, но и продуктом многих биохимических реакций, избыток жидкости вылился через край. Кроме того, при повышении температуры интенсивнее идет дыхание, в результате которого тоже образуется вода.

#### 10 класс

А. Ген, ответственный за распознавание красного и зеленого цветов, находится в X-хромосоме. У мужчин хромосомы XY, у женщин — XX. Таким образом, если в мужской X-хромосоме случится генетический сбой, то дальтонизм неизбежен. Если в женской X-хромосоме произойдет такое, то остается вторая X-хромосома, которая с большей долей вероятности будет функционировать нормально.  
Б. Син не унаследует дальтонизм, а дочь станет носителем, так как сын наследует X-хромосому от матери, а дочь от отца.

# ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В МОСКОВСКОЙ ШКОЛЕ



## **АКАДЕМИЧЕСКИЙ КЛАСС (НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ)**

28 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
23 ФЕДЕРАЛЬНЫХ ВУЗА  
26 НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
БОЛЕЕ 2000 ОБУЧАЮЩИХСЯ

## **ИНЖЕНЕРНЫЙ КЛАСС**

117 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
25 ФЕДЕРАЛЬНЫХ ВУЗОВ  
БОЛЕЕ 9000 ОБУЧАЮЩИХСЯ

## **ИТ-КЛАСС**

67 ШКОЛ  
8 ПРОФИЛЬНЫХ ВУЗОВ  
БОЛЕЕ 1000 ОБУЧАЮЩИХСЯ

## **КАДЕТСКИЙ КЛАСС**

138 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
20 ПРОФИЛЬНЫХ ВУЗОВ  
БОЛЕЕ 20 000 ОБУЧАЮЩИХСЯ

## **МЕДИЦИНСКИЙ КЛАСС**

75 ШКОЛ  
2 ФЕДЕРАЛЬНЫХ ВУЗА  
БОЛЕЕ 5000 ОБУЧАЮЩИХСЯ

## **КУРЧАТОВСКИЙ ЦЕНТР НЕПРЕРЫВНОГО КОНВЕРГЕНТНОГО (МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО) ОБРАЗОВАНИЯ**

36 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
НИИ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»  
БОЛЕЕ 60 000 ОБУЧАЮЩИХСЯ\*

\*В ТОМ ЧИСЛЕ ПО ПРОГРАММАМ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ