



# УЖАСНО ПРЕКРАСНЫЕ НЕДРА ЗЕМЛИ

ПОЛЬЗА И ВРЕД  
НЕЖИВОЙ ПРИРОДЫ  
ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА



TARTU ÜLIKOOL  
loodusmuuseum ja  
botaanikaaed

**Информационный материал для выставки**  
**«Ужасно прекрасные недра земли» (1.02.2019-31.10.2019)**  
**Естественнонаучного музея Тартуского университета**

**Составители:** Кайри Пылдсаар и Эрик Пуура

**Перевод на русский:** Екатерина Маадла, Меэлис Леэсик

**Редакторы перевода:** Алина Чугай-Цырульникова, Тыню Пани

**Авторы фото:** Юри Лыун (стр. 4), Хейкки Бауерт (стр. 14), Тыню Мейдла (стр. 31)

**Иллюстрации:** Сигрид Хаде, карты распространения граптолитового арриллита (стр. 12), Центр геологии Эстонии – «Атлас радонового риска и естественного радиационного фона почв Эстонии» (стр. 15), Pearson Education Inc., Benjamin Cummings – круговорот фосфорита в природе (стр. 21)

**Оформители:** Юри Лыун, Кристина Арувее

**Авторское право:** Тартуский университет 2019

ISBN 978-9985-4-1158-2

## УЖАСНО ПРЕКРАСНЫЕ НЕДРА ЗЕМЛИ

-  **5** АСБЕСТ –  
КОВАРНЫЙ ЗАГРЯЗНИТЕЛЬ ВОЗДУХА
-  **9** РТУТЬ –  
ОПАСНЫЙ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЯД
-  **12** ГРАПТОЛИТОВЫЙ АРГИЛЛИТ –  
МИНЕРАЛЬНЫЙ РЕСУРС ДЛЯ  
БУДУЩЕГО ЭСТОНИИ
-  **15** РАДОН –  
РАДИОАКТИВНЫЙ ГАЗ ИЗ НЕДР ЗЕМЛИ
-  **18** ФОСФОРИТ –  
СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС
-  **22** ВОДА –  
ОСНОВА ЖИЗНИ
-  **24** ГОРЮЧИЙ СЛАНЕЦ –  
ОПОРА ЭНЕРГЕТИКИ
-  **28** МИНЕРАЛЬНАЯ ВОДА –  
БУДЬТЕ ЗДОРОВЫ!

# АСБЕСТ — КОВАРНЫЙ ЗАГРЯЗНИТЕЛЬ ВОЗДУХА

Хризотиловый асбест — природный минерал, который по своим свойствам является отличным огнеупорным материалом, но в то же время чрезвычайно опасен для здоровья человека.

Асбест устойчив к погодным условиям, очень эластичен и стоек к действию сильных кислот и щелочей. Вдобавок асбест очень плохо проводит тепло, электрический ток и шум. Благодаря этим свойствам, асбест представляет собой великолепное сырье для изготовления противопожарных строительных конструкций, для производства электро- и теплоизоляционных материалов и огнеупорной одежды. Однако, при обработке асбеста и материалов с его содержанием в окружающую среду попадает очень опасная асбестовая пыль, которая, в силу своих физических свойств, подолгу витает в воздухе, превращаясь в опаснейший загрязнитель.

Природный хризотиловый асбест



## ПОМНИТЕ!

**Асбест не опасен, если его не трогать.** Вредные для здоровья волокна асбеста могут попасть в воздух только тогда, когда изготовленные из асбеста конструкции разрезаются, просверливаются или повреждаются иным способом. Наиболее опасны 5-микронные или чуть более длинные летучие волокна.

# УЖАСНО ПРЕКРАСНЫЕ НЕДРА ЗЕМЛИ

Часто мы склонны думать, что природные ресурсы и вода для нас не опасны, а всё синтетическое и искусственное вредно для человеческого организма.

Со временем люди узнали, что натуральные вещества — такие как ртуть, асбест, радон, фтор — могут тоже навредить нашему здоровью, и даже нас убить. А также вред здоровью может нанести употребление совершенно натуральной воды. В данной брошюре вы найдете информацию о некоторых представителях неживой природы, с которыми вы можете столкнуться в повседневной жизни, выезжая на природу или используя предметы, в состав которых они входят.

## АСБЕСТ В НАШИХ ДОМАХ

Как правило, сейчас асбест используется очень редко, так как существуют менее опасные альтернативные материалы. Но все же, асбест присутствует в покрытии крыш, стен, пола более старых зданий, в старой рабочей одежде, изоляционных материалах и трубах, печах и плитах. И сейчас он может валяться или даже использоваться на предприятиях, в домах, гаражах, на чердаках и вокруг хуторских построек. Строительные или промышленные материалы, заказанные за пределами Европейского союза (например, в России или Китае), могут содержать асбест.

## СТРАШНЫЕ БОЛЕЗНИ

Вдыхание находящихся в воздухе асбестовых волокон может вызвать серьезные заболевания. Обычно эти заболевания появляются у людей, регулярно работающих или работавших ранее с асбестом. Заболевания развиваются в течение длительного периода времени, симптомы могут возникнуть лишь спустя 10-20 лет. Симптомы болезни — это одышка, поверхностное дыхание, кашель, хрипы на вдохе, появляющиеся в разное время. Болезни прогрессируют даже если больной больше не соприкасается с асбестом. Затруднение дыхания, поначалу проявляющееся только при физической нагрузке, в дальнейшем беспокоит и в повседневной деятельности. В тяжелых случаях болезнь может стать смертельной.

## РАК ЛЕГКИХ

Риск заболевания самый высокий у людей, которые регулярно работают с асбестом.

## АСБЕСТОЗ —

это необратимый процесс появления рубцов на легочной ткани, ведущий к тяжелым нарушениям дыхания. Асбестоз возникает при вдыхании большого объема волокон асбеста в течение длительного времени или в результате очень интенсивного краткосрочного соприкосновения с ним. Рубцевание может усугубиться и после окончания соприкосновения с асбестом.



ЗДОРОВОЕ ЛЕГКОЕ



ПОВРЕЖДЕННОЕ ЛЕГКОЕ

## МЕЗОТЕЛИОМА —

неизлечимый рак плевры или брюшины, который очень редко встречается среди обычного населения. Работа с асбестом значительно повышает риск заболевания.

## ИСПЫТАНИЕ НА СТАРОМ ЗАВОДЕ!

Пришло время принять сумасшедший и опасный вызов — найти безопасный путь на сетке, содержащей скрытые очаги асбестового загрязнения!

### ПРАВИЛА

1. Загрязнение может быть в любом пустом квадрате сетки.
2. Число в квадрате показывает количество загрязненных соседних и диагональных квадратов.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ

	1	0		1	0
		1	★		1
	3		★	3	★

**ЗАДАНИЕ**  
**ПРОЙДИТЕСЬ ПО ЗАБРОШЕННОМУ И РАЗВАЛИВАЮЩЕМУСЯ ЗАВОДУ ПО ОБРАБОТКЕ АСБЕСТА, НЕ СОПРИКАСАЯСЬ С АСБЕСТОВЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ. ЗА КАКИМИ КВАДРАТАМИ СКРЫТЫ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ?**

### ИСПЫТАНИЕ НА СТАРОМ ЗАВОДЕ

	0		0		1	1	1
1							
	3			0			
			1			0	
1	2	1		0			1
0		0		3	1	4	
	0						

## АРТ БРЕЙК!



## РТУТЬ — ОПАСНЫЙ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЯД

Понимание большой опасности ртути начало появляться после 1956 года, когда в Японии в больнице Минамата врачи должны были лечить вспышку болезни, поражающей центральную нервную систему, в особенности вызывающей нарушения речи и движения, а также судороги.

То, что причина заключалась в жидких отходах химического завода Chisso Corporation, выяснилось после того, как на основании полученной от пострадавших информации заболевание было связано с употреблением в пищу пойманной в местном заливе рыбы.

Тем не менее, потребовалось еще два года, чтобы выяснить, что вспышка была вызвана отравлением именно ртутью.

Тогда не знали, что органическое соединение ртути — **метилловая ртуть**, попавшая в море со сточными водами, накапливается в пищевой цепи.

Через рыбу и крабов ртуть попала в пищу людей и привела к множественным серьезным случаям отравления и человеческим жертвам. Во всем мире потребовалось несколько десятилетий для понимания связи между загрязнением метилловой ртутью и случаями массовых отравлений. Пока начали принимать соответствующие меры, пострадало много людей.



### ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РТУТНОГО ОТРАВЛЕНИЯ

ДОСТАТОЧНО, ЕСЛИ В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ПОПАДЕТ 0,4 МГ РТУТИ В ТЕЧЕНИЕ ДНЯ. СМЕРТЕЛЬНАЯ ДОЗА РТУТИ 150-300 МГ.

## ТЕРМОМЕТРЫ

Хотя теперь ртутные термометры больше не продаются в аптеках, они до сих пор используются во многих домашних хозяйствах. Если такой термометр разбивается, то обязательно надо собрать все шарики ртути, так как постепенно выделяющиеся в воздух пары ртути опасны для здоровья. Лучше всего осторожно собрать ртуть с помощью бумаги или пипетки в стеклянную тару, налить воды и плотно закрыть. А также нужно собрать осколки, поместить их в несколько пластиковых пакетов, вложив их один в другой, и отнести вместе со стеклянной тарой в пункт сбора опасных отходов. Помещение, в котором разбился термометр, необходимо интенсивно проветривать в течение 24 часов. Если в помещении имеется подогрев пола, то его нужно отключить, чтобы не способствовать испарению ртути. Ни в коем случае нельзя собирать ртуть пылесосом, потому что таким образом испарившаяся ртуть попадает в фильтры и систему пылесоса и постепенно поступает из них в те помещения, где он используется.

Ртуть из термометра относительно безопасна для касания и даже проглатывания. Из поступившей в организм в жидкой форме ртути всасывается только 0,01%, что при учете объема ртути в термометре, не наносит вреда здоровью. Однако, при проглатывании ртути, целесообразно сделать рентгеновский снимок, чтобы убедиться, что ртуть не осталась в желудочно-кишечном тракте.



**РТУТНЫЙ ТЕРМОМЕТР**  
содержит 2 мг Hg



**ЦИФРОВОЙ ТЕРМОМЕТР**  
не содержит Hg



**ТЕРМОМЕТР БЕЗ РТУТИ**  
содержит 2 мг экологически чистой смеси галлия (Ga), индия (In) и олова (Sn)

**РТУТЬ  
ВНЕСЕНА ВО  
ВСЕ СПИСКИ  
ОПАСНЫХ  
ВЕЩЕСТВ**

## ПРИРОДНАЯ РТУТЬ

В природе ртуть встречается редко и входит в основном в состав минеральных веществ. Ртуть обычно добывают из ископаемых минералов — чаще всего, из киновари (HgS). В составе минералов ртуть не опасна. Не нужно бояться, что прикасаясь к содержащей ртуть породе, можно навредить здоровью, если сразу же после контакта с породой избегать рукопожатий и приема пищи руками.



Ртуть в природе

## РТУТЬ БРОСАЕТ ВЫЗОВ!

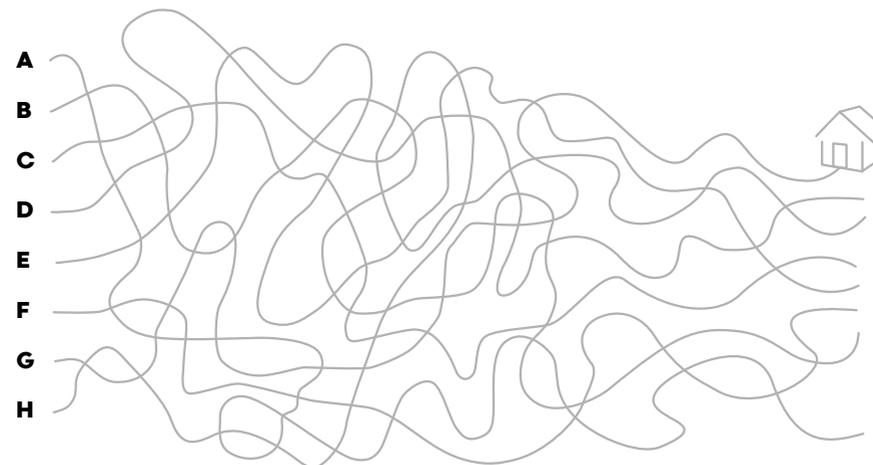
### ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ЛАМПОЧКИ

Некоторые из продаваемых энерго-сберегающих и галогеновых лампочек и сегодня содержат ртуть. Когда такая лампочка разбивается, в воздух попадает опасная газообразная ртуть, очень вредная для здоровья.

NB! Когда разбивается энерго-сберегающая лампочка, необходимо проветрить комнату в течение 15 минут, собрать осколки в несколько пластиковых пакетов, вложенных друг в друга и отнести в пункт сбора опасных отходов.

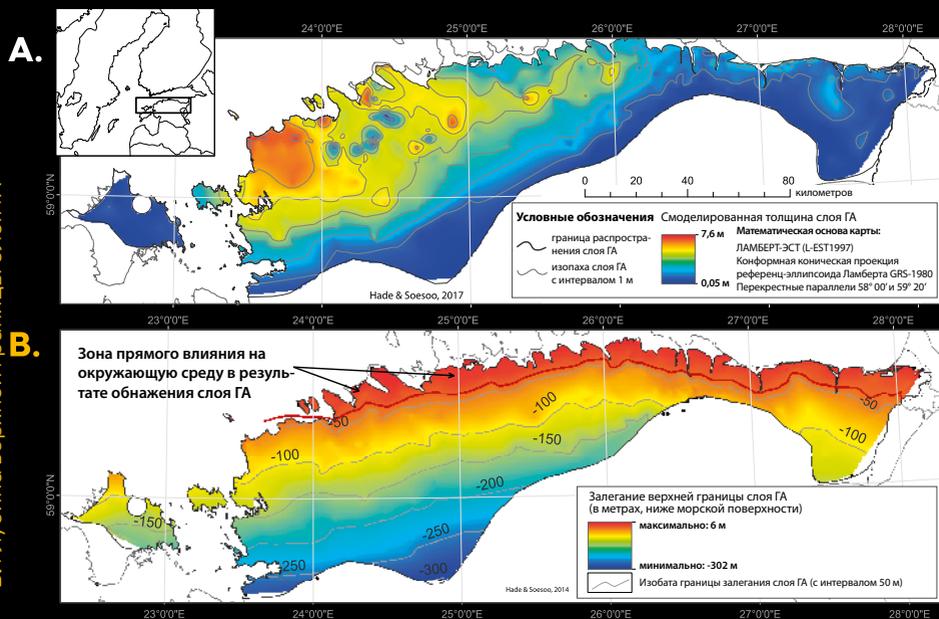


**ЗАДАНИЕ**  
ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ  
ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, КОТОРЫЙ,  
НЕ СМОТЯ НА ПЕРЕПУТАН-  
НЫЕ ПРОВОДА, ЗАЖЖЕТ  
В ДОМЕ СВЕТ!



# ГРАПТОЛИТОВЫЙ АРГИЛЛИТ — МИНЕРАЛЬНЫЙ РЕСУРС ДЛЯ БУДУЩЕГО ЭСТОНИИ

Граптолитовый аргиллит относится к **горючим сланцам второго сорта**, обладая гораздо меньшей теплотворностью по сравнению с используемым на электростанциях в нынешнее время кокерситом. Низкая теплотворность (калорийность) не позволяет применять его в современной энергетической и нефтяной промышленности. С другой стороны, эстонский граптолитовый аргиллит обладает экономической ценностью в связи с превышающей обычную концентрацией редких элементов, содержа уран, торий, ванадий, молибден, рений и другие редкоземельные металлы. Граптолитовый аргиллит сейчас в Эстонии не добывается из-за возникающих в результате добычи экологических проблем.



## РАДИОАКТИВНОСТЬ

Удаление и складирование в отвалах 70 млн. тонн граптолитового аргиллита в 1964-1991 годах на территории фосфоритной шахты в Маарду привело к многочисленным самовозгораниям и горению отходов добычи, а также к распространению выделяемых при горении опасных газов. В ходе радиоактивного распада, входящего в состав граптолитового аргиллита урана (до 600 граммов на тонну) в качестве промежуточного продукта образуется радон — газ, оказывающий сильное воздействие на окружающую среду. Регионы Маарду и Силламяэ по сей день являются зонами самого высокого радонового риска в Эстонии.

Зона распространения **граптолитового аргиллита** охватывает около 1/4 территории Эстонии. Располагаются пласты аргиллита прежде всего в Северной Эстонии и имеют наибольшую толщину на северо-западном побережье, достигая 8 метров. Пласты выклиниваются (уменьшаются в толщине) в южном и восточном направлениях.



Ввиду геологического строения Эстонии, ближе всего к поверхности земли слои граптолитового аргиллита залегают в Северной Эстонии, причём глубина верхней границы слоя возрастает в южном направлении. Всего в материковой части Эстонии около 67 миллиардов тонн граптолитового аргиллита, в котором, в свою очередь, содержится 5,67 млн тонн урана, 16,53 млн тонн цинка и 12,76 млн тонн молибдена.



## ПИРИТ ОКИСЛЯЕТ ВОДУ

Из пирита в воде образуется кислота. 10 граммов пирита может окислить (рН 3) до 400 литров воды. Если пирит залегает глубоко под землей, то контакта с кислородом не происходит, и пирит не опасен. Находящийся на музейной витрине пирит тоже не вступает в активные химические реакции. Для образования кислоты нужна вода, кислород, серо- и железобактерии, и время. Поэтому блестящие кристаллы на витрине можно даже поместить в стакан с водой и выпить из него. Но если на поверхности породы или минерала видны продукты разложения в виде новых минералов (например, желтый ярозит или темно-коричневый гидроксид железа), то такой кусочек пирита в питьевой воде уже опасен.

В Европе из-за окисленной воды из шахт уже загрязнено более 3 000 км рек. В Эстонии от окисленной воды спасает известняк, который немедленно нейтрализует кислотные продукты разложения пирита.

## СЛУЧАЙ В ПЯРНУ

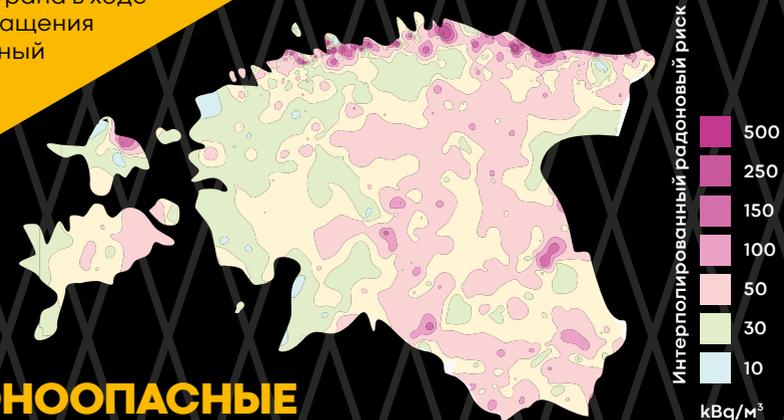
Жители садоводческого хозяйства Лиллевяля в Пярнуском уезде годами страдали из-за проблем с питьевой водой. Случайно прорубленный прямо в слое пирита и других сульфидных минералов шахтный колодец причинил много вреда в течение четырех лет потребления семьей воды из колодца для хозяйственных и растениеводческих нужд. Вдобавок вода испортила много бытовых приборов и часто вызывала у семьи проблемы с зубами и пищеварением. Только после лабораторных анализов выяснилось, что источником проблем могло быть повышенное содержание в питьевой воде железа, тяжелых металлов и соединений серы. Когда со дна колодца подняли 300 кг богатых пиритом кусков известняка, все стало понятно — именно окисление пирита привело к повышению концентрации в воде железа, серы и многих других опасных элементов: мышьяка, свинца и цинка. В данном случае проблему решили путем замены шахтного колодца более глубоким буровым.

Источник: Pärnu Postimees (30 сентября 2017)

# РАДОН — РАДИОАКТИВНЫЙ ГАЗ ИЗ НЕДР ЗЕМЛИ

Человек живет под постоянным влиянием естественного радиационного фона. Менее четверти данного фона составляет космическое излучение, остальное является результатом распада содержащихся в земной коре радиоактивных веществ.

В Эстонии главный природный источник излучения — радиоактивный инертный газ радон. Радон возникает как промежуточный продукт при радиоактивном распаде урана в ходе его превращения в стабильный свинец.



## РАДОНООПАСНЫЕ РЕГИОНЫ ЭСТОНИИ

В Эстонии очень распространены радиоактивные породы, богатые ураном. В Северо-Эстонском глинтте из них представлены граптолитовый аргиллит и фосфорит, что часто приводит к превышению природного фона излучения. Поэтому наряду с Финляндией, Чешской Республикой, Словакией и Албанией мы входим в пятерку стран с самым высоким уровнем радонового риска.

Зоны с высоким и особо высоким уровнем радонового риска характерны для Северо-Эстонского глинтта от Нарвы до островов Паكري, где предельные значения содержания радона в восемь раз превышают рекомендуемые. Прежде всего радон распространяется вокруг обнажений граптолитового аргиллита и фосфорита.

Регионы с высоким уровнем содержания радона (более 50 беккерелей на 1 кубометр) расположены и в Южной Эстонии (районы Луунья, Пылва, Тырва, Вильянди), реже рассредоточены по остальной Эстонии. Только в Западной Эстонии и на островах содержание радона в почвенном воздухе в основном не превышает предельных значений.

## ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ

Всемирная организация здравоохранения ВОЗ установила, что радон находится на втором месте после курения в списке причин рака легких, а также может способствовать истончению костной ткани, малокровию и возникновению ряда других проблем со здоровьем. Из-за радиации человек может заболеть лучевой болезнью. Основная угроза для здоровья — это рак, особенно лейкемия, а также рак легких, щитовидной железы и ободочной кишки. Радон проникает в организм преимущественно через дыхательные пути. Высокорадиоактивные дочерние элементы радона могут в малой степени попасть в организм человека и через еду и воду. Так как дочерние элементы радона способны присоединяться к пыли и другим витающим в воздухе мелким частицам, то наличие в доме пыли и дыма повышает уровень содержания радона в помещении. По тем же причинам радон особенно опасен для курильщиков.

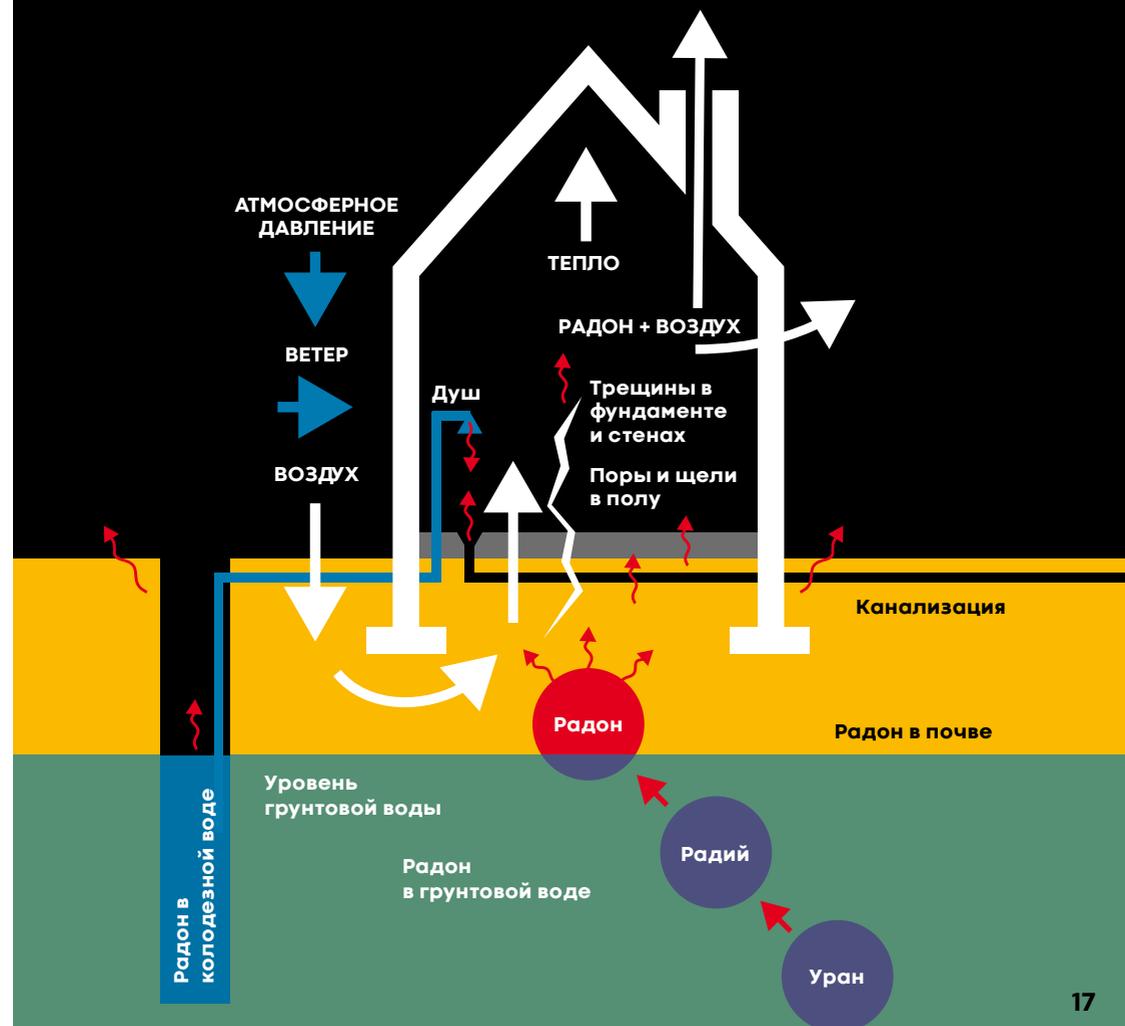
## РАДОН НЕ ОПАСЕН НА ПРИРОДЕ

Радон опасен для здоровья человека, когда он накапливается в жилых, рабочих и бытовых помещениях, и его вдыхают в течение продолжительного периода. Вдыхаемый при прогулках на природе, рассеянный в воздухе радон никакой опасности для здоровья не представляет.

## ЖИЗНЬ В РАДОНООПАСНОЙ ЗОНЕ

При строительстве на грунте с высоким и особо высоким уровнем радонового риска следует внедрять меры предосторожности. Для этого укрепляется фундамент, в здании устанавливается вентиляция или рядом с домом строится специальный радоновый колодец.

Основными источниками радона в помещениях являются содержащие уран минералы, встречающиеся на разных глубинах в земле под постройкой. Образующийся из них радон поступает в здание в результате миграции вместе с другими почвенными газами. Обычно радон попадает в здания через щели в полах и стенах, через соединения несущих конструкций, через трещины вокруг канализационных труб и через подпольные проемы и пустоты.



# ФОСФОРИТ — СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС

Фосфорит является одним из стратегических ресурсов Европейского союза и, следовательно, критически важным сырьем. В Эстонии находится крупнейший в Европе запас фосфорита — около 3 млрд тонн пассивного фосфорита. Причисление находящихся в Эстонии залежей к пассивным запасам означает, что сейчас здесь фосфорит добывать нельзя. Прежде всего потому, что добыча местного фосфорита с помощью современных технологий добычи привела бы к крупным проблемам с окружающей средой и отсутствует уверенность в его экономической окупаемости, которая зависела бы от колебаний цен на мировом рынке.

В Эстонии залежи потенциально годных по объемам для добычи фосфоритов достаточной концентрации находятся в **Северной Эстонии в Раквере, Тоолсе, Азери и Цитре**. В эстонском фосфорите содержание опасных элементов, например, кадмия, достаточно низкое. Немаловажен также факт, что вдобавок к фосфору наш фосфорит содержит и ценные редкоземельные металлы.

## КАРТА ЗАЛЕЖЕЙ ФОСФОРИТА



## ФОСФОР ЖИЗНЕННО ВАЖЕН

### ФОСФОР В РАСТЕНИЯХ

- посредник в фотосинтезе
- входит в состав нуклеиновых кислот, белков и ферментов
- способствует росту корня
- усиливает рост растений
- способствует формированию цветов и плодов
- увеличивает единообразие полевых культур
- ускоряет рост и созревание плодов
- увеличивает устойчивость к заболеваниям растений
- улучшает общее качество полевой культуры
- увеличивает способность связывать кислород у бобовых

### В ЧЕЛОВЕЧЕСКОМ ТЕЛЕ ОКОЛО 1% ФОСФОРА, КОТОРЫЙ

- входит в состав костей и зубов
- помогает формировать молекулы ДНК и РНК
- участвует в передаче энергии (АТФ)
- формирует фосфолипиды в клеточных мембранах
- способствует затвердеванию костей
- помогает работе почек, мышц, сердца и нервной системы

### ФОСФОР ПОСТУПАЕТ В ОРГАНИЗМ

прежде всего в составе богатых белком продуктов, например, молока, мяса и сои. Небольшую долю необходимого объема фосфора мы получаем также из фруктов и овощей.



## ЭСТОНСКИЙ ФОСФОРИТ

Эстонский фосфорит — это песчаник, образовавшийся на морском дне из отложений раковин или их осколков плеченогих моллюсков (брахиопод). Его также называют оболочным песчаником. Такой фосфорит отложился на дне покрывавшего Эстонию мелководного моря 488–472 млн лет назад в конце кембрийского и в начале ордовикского периодов. Фосфор содержится в раковинах этих самых животных, состоящих из минерала карбонатфторапатита (франколита), который в свою очередь содержит примерно одну треть используемого в промышленности пентаоксида фосфора ( $P_2O_5$ ).

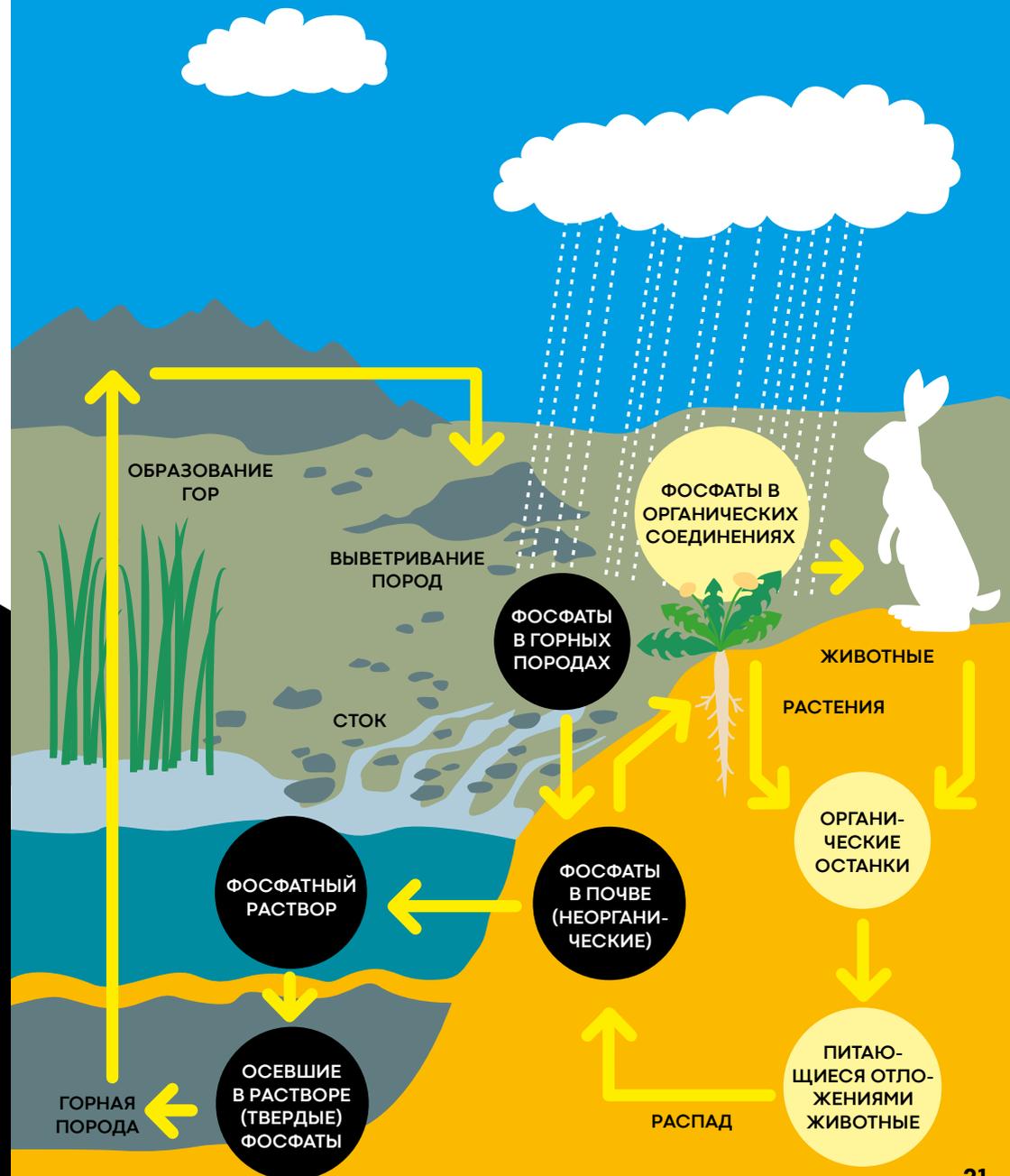
### ФОСФОРИТ

В виде горной породы фосфорит не опасен, наоборот, он содержит довольно большое количество жизненно важного химического элемента фосфора, а также редкоземельные металлы. Наряду с азотом и кальцием, фосфор входит в ряд трех основных питательных веществ в удобрениях. В среднем на гектар сельскохозяйственной культуры в мире добавляется 107 кг питательных веществ, из которых около 15% являются фосфатными удобрениями.

Фосфорит в природе

В отличие от Эстонии, добыча фосфатов, например, в Марокко или в Западной Сахаре относительно проста. В тамошнем пустынном климате до залегающего в недрах земли фосфорита можно добираться карьерным способом и не нужно беспокоиться о загрязнении или инфильтрации в шахты грунтовых вод. Кроме того, залегание слоя фосфорита там не настолько осложнено в геологическом плане, как в Эстонии, где прямо поверх залежей фосфорита находится содержащий радиоактивные вещества слой граптолитового аргиллита.

## КРУГОВОРОТ ФОСФОРИТА В ПРИРОДЕ





# ГОРЮЧИЙ СЛАНЕЦ — ОПОРА ЭНЕРГЕТИКИ

Горючий сланец или кукерсит уже более 100 лет считается самым важным энергетическим ресурсом Эстонии. Из него производится около 90% всей электро- и тепловой энергии страны. Вдобавок из горючего сланца можно производить топочное масло, смоляной кокс, пек, битум и различные химпродукты. Эстонский кукерсит занимает второе место в мире по маслоёмкости.



2,5–3-метровый слой кукерсита располагается в отложениях пород Кукрузеского горизонта в Северной Эстонии и на северо-западе России. С северной стороны слои сланца расположены достаточно близко к поверхности, и он добывается наземным способом, в открытых карьерах. Однако, так как геологические слои в Эстонии в южном направлении несколько под уклоном, то на юге для разработки сланца необходимо копать глубже. В южной части шахты Эстония слой сланца уже находится на глубине 70–100 м.

Основные месторождения сланца взяты на учет как Тапаское и Эстонское месторождения. Поскольку границы между странами не останавливают распространение пород, то эти названия в широком плане условны, и можно сказать, что вместе с находящимися на северо-западе России Гдовским, Веймарнским и Чудово-Бабинским месторождениями они формируют единый Прибалтийский сланцевый бассейн.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ДОБЫЧИ ГОРЮЧЕГО СЛАНЦА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Как в любой отрасли энергетики, производство сланцевого масла также оказывает воздействие на окружающую среду. По сравнению с бездумным загрязнением советского времени, влияние современного производства сланцевого масла, благодаря строгим экологическим стандартам и требованиям Европейского союза, гораздо мягче. Сократились объемы выбросов в воздух и воду, сточных вод в производственном процессе практически не возникает. Однако, о наследии сланцевой промышленности напоминают полукоксосвые горы в Кохтла-Ярве и Кивиыли. Полукокс — это побочный продукт производства сланцевого масла при использовании газообразного теплоносителя.

## САМОВОЗГОРАНИЕ ОТВАЛОВ

Самовозгорание — это опасный процесс, о котором нужно знать, как при выводе отходов сланцевой промышленности в окружающую среду, при производстве торфа, так и при складировании отходов деревообрабатывающей промышленности. Если возгорание уже произошло, его очень сложно потушить, так как использование воды для тушения обычно не дает хороших результатов. Текущие проблемы горы Кукрузе можно считать последствиями тушения водой — лучше было бы позволить процессу горения дойти до конца.

## БУДУЩЕЕ

Мы знаем, что при сжигании горючего сланца на электростанциях и использовании сланцевого масла для изготовления различных видов топлива, мы не полностью используем возможности содержащегося в горючем сланце своеобразного органического вещества керогена, из которого, при надлежащей обработке, можно создать гораздо более дорогие и нужные химические продукты. Вдобавок как горючий сланец, так и изготовляемое из него сланцевое масло — это ископаемые виды топлива, которые при сжигании выделяют в воздух парниковые газы, влияющие на климат нашей планеты. Так как по всему миру сейчас изыскиваются решения для снижения объема выбросов в атмосферу парниковых газов, выявление новых возможностей использования горючего сланца очень актуально.



Горючий сланец в природе

## СЛАНЦЕВОЙ ЗОЛЫ НЕ НУЖНО БОЯТЬСЯ

При сжигании горючий сланец превращается в золу, объем которой составляет примерно половину изначального объема сланца. Сланцевая зола или мелкие фракции остатка сжигания сланца в пылевидном состоянии не содержат вредных тяжелых металлов или радиоактивных элементов в концентрациях, представляющих опасность для окружающей среды. Часть сланцевой золы находит себе применение в строительной промышленности, при строительстве дорог и известкования полей с кислотными почвами. Зола не нашла более широкого применения в строительстве потому, что состав и соотношение долей цементных минералов, возникающих при нагреве неорганической доли сланца, не являются оптимальными. Так как качество строений зависит от качества строительного материала, даже факт практически нулевой стоимости сланцевой золы не является достаточным аргументом для ее использования в строительстве. Однако, золу можно использовать вместо гипса как добавку для портландцемента. Высококачественный портландцемент использовался наряду с другими материалами при строительстве Таллинской телебашни.

Произведенный на базе сланцевой золы бетон хорошо подошел бы для менее требовательных решений, например, для заполнения туннелей шахт. К сожалению, транспортировка золы обратно к шахтам и смешивание на ее базе бетона сейчас экономически нецелесообразно.

Подвергаясь воздействию атмосферных осадков, связывающие свойства сланцевой золы ухудшаются, вследствие чего зола начинает реагировать с содержащимися в воздухе водой и углекислым газом. Из золыных плато выщелачивается щелочная вода, которая, к счастью, быстро связывается в грунтовых водах и выпадает в осадок в виде снежно-белого карбоната кальция. Таким образом круг замкнулся — опять сформировался распавшийся при первоначальном сжигании горючего сланца карбонат кальция.

Сейчас сланцевая зола **причисляется к опасным отходам** в основном только по одной причине — негашёная известь в составе сланцевой золы очень быстро преобразует вступающую с ней в контакт воду в щелочную. Например, при нуле градусов pH такой воды 13,6, при 25 градусах pH 12,4. Такая вода оказывает разъедающее влияние на ткани, если в нее упасть или ее выпить. Однако, аналогичными свойствами обладает и используемая при известковании цементная вода, при этом ее люди особо не опасаются. Мы стоим перед выбором: если продолжим причислять сланцевую золу к опасным отходам, это будет придавать ей препятствующую ее использованию негативную репутацию. В то же время, если мы признаем ее безопасной, это не уменьшит разъедающее воздействие золовых отвалов и выщелачивающейся из них воды, которое все равно надо будет принимать во внимание.

## ИСПЫТАНИЕ ДЛЯ ШАХТЕРА!

Будь готов найти в подземной шахте верный путь к ценному слою горючего сланца!

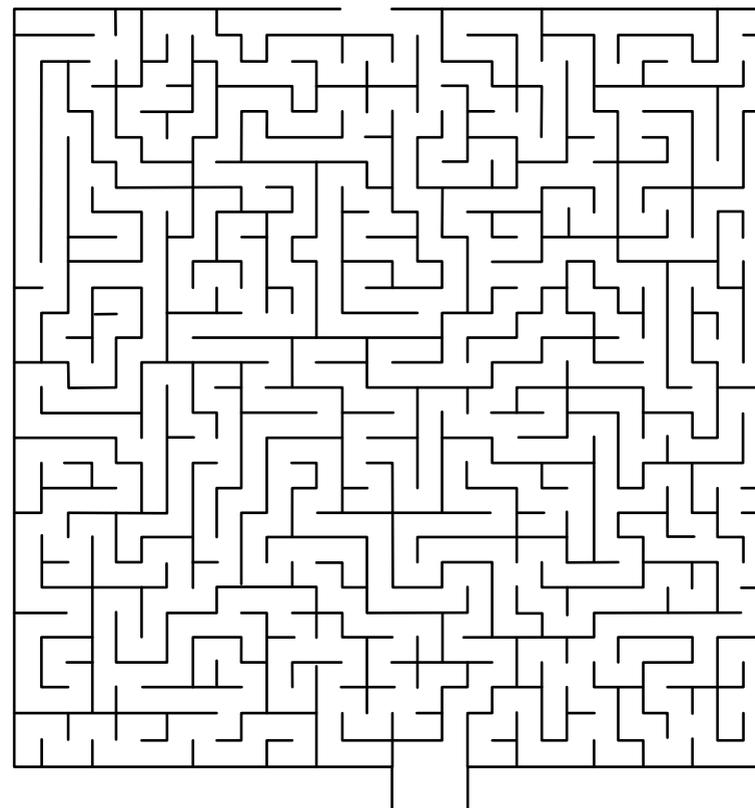
Мое время:

Время друга:



**ЗАДАНИЕ**  
ВКЛЮЧИТЕ СЕКУНДОМЕР  
И ПРОВЕРЬТЕ, КТО  
ИЗ ВАС САМЫЙ УМЕЛЫЙ  
И БЫСТРЫЙ ШАХТЕР!

Вход в шахту



# МИНЕРАЛЬНАЯ ВОДА — БУДЬТЕ ЗДОРОВЫ!

Природная минеральная вода содержит много минералов, газов, ионов и биоактивных компонентов. Минеральный состав воды зависит от места ее добычи, возраста и многих других факторов. Поэтому ни одна минеральная вода не бывает точной копией другой.

Многие минеральные воды обладают лечащим действием. Их лечебные свойства зависят от химического состава воды. В Европейском союзе для производителей минеральной воды есть правило, по которому на упаковке товара необходимо четко указывать объемы входящих в его состав химических соединений.

**Знайте, что вы пьете!**

## ПРИ ВЫБОРЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ ПОМОГУТ СЛЕДУЮЩИЕ СОВЕТЫ:

- хлоридная вода стимулирует желудочную деятельность и секрецию поджелудочной железы, помогает при проблемах с пищеварением
- сульфатная вода способствует восстановлению функций желудка и желчного пузыря
- богатая натрием вода регулирует баланс жидкости в организме
- богатая магнием вода помогает справляться со стрессом
- вода с высоким содержанием железа помогает при анемии
- богатая кремнием вода имеет противовоспалительное действие
- калий (содержится в определенной концентрации почти в любой минералке) способствует понижению высокого кровяного давления, важен для здоровья кожи, стимулирует функцию почек
- богатая магнием вода помогает регулировать работу сердечной мышцы и кровообращение, способствует метаболизму кальция и витамина С
- кальций регулирует свертываемость крови, предотвращает воспаление, снимает аллергические реакции, влияет на нервную и сердечную деятельности и ускоряет обмен веществ

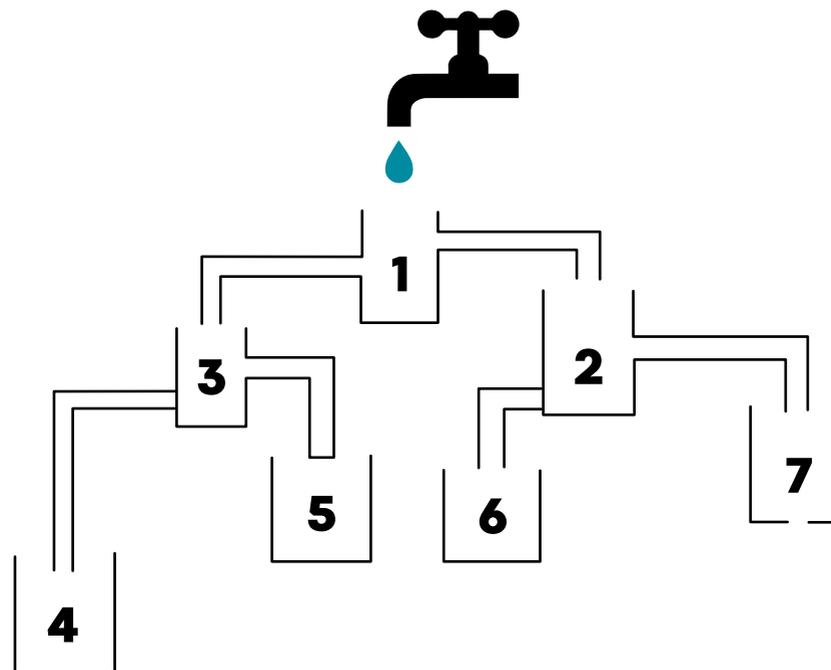
Источник: Домашняя страница Varska Originala

## ИСПЫТАНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДОЙ!

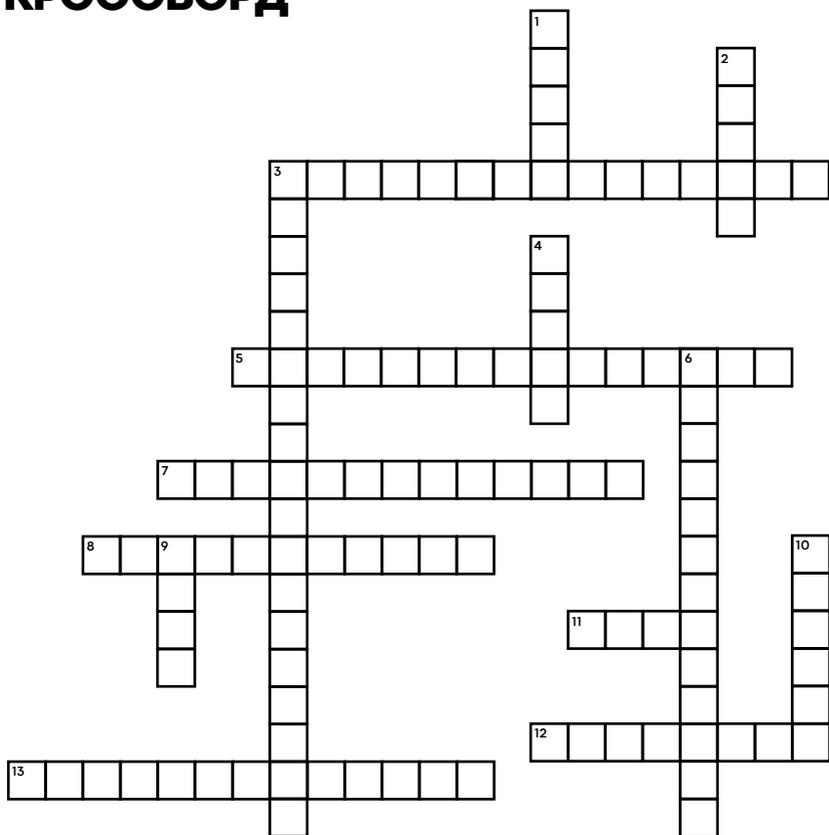
По сравнению с обычной питьевой водой в выкачиваемой из сланцевых шахт воде гораздо больше сульфатов. Химический состав незагрязненной воды из шахты по своему содержанию сульфатов и других химических элементов и соединений (кальций, магний, калий, хлориды и т.п. вещества) очень похож на сульфатную минеральную воду, например, такую как вода San Pellegrino из Альп.



**ЗАДАНИЕ**  
ОТКРОЙТЕ КРАН  
И ВЫПЕЙТЕ ГЛОТОК  
БОДРЯЩЕЙ МИНЕРАЛКИ  
SAN PELLEGRINO. ПОД  
КАКИМ КРАНОМ СТАКАН  
ЗАПОЛНИТСЯ БЫСТРЕЕ  
ВСЕГО?



# КРОССВОРД



## ПО ГОРИЗОНТАЛИ:

3. Природная вода с лечебными свойствами
5. В чём опасность урана?
7. Основной источник питьевой воды в Эстонии
8. Заболевание, вызываемое вдыханием асбестовых волокон
11. Основа жизни
12. Полезное ископаемое, используемое для производства удобрений
13. Опора эстонской энергетики

## ПО ВЕРТИКАЛИ:

1. Опасный для окружающей среды яд
2. Просачивающийся из-под земли радиоактивный газ
3. Богатства земных недр
4. Научное название кошачьего золота
6. Отходы сжигания горючего сланца
9. Какая часть нашего тела больше всего нуждается во фториде?
10. Опасное волокнистое природное вещество

ОБЩАЯ МОЩНОСТЬ ПЛАСТА  
ОСАДОЧНЫХ ПОРОД В СЕВЕРНОЙ  
ЭСТОНИИ ДОСТИГАЕТ ~150 М

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ СЕВЕРНОЙ ЭСТОНИИ

	СОВРЕМЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ		ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД 2,58 МЛН ЛЕТ НАЗАД ДО СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ	ГОРИЗОНТЫ	
	ИЗВЕСТНЯК С ПРОСЛОЯМИ ГОРЮЧЕГО СЛАНЦА		ОРДОВИКСКИЙ ПЕРИОД 485-444 МЛН ЛЕТ НАЗАД	КУКУРУЗСКИЙ	
	ИЗВЕСТНЯК			УХАКУСКИЙ	
	ИЗВЕСТНЯК			ЛАСНАМЯГИСКИЙ	
	ИЗВЕСТНЯК			АЗЕРИСКИЙ	
	ИЗВЕСТНЯК			КУНДАСКИЙ	
	ИЗВЕСТНЯК			ВОЛХОВСКИЙ	
	ГЛАУКОНИТОВЫЙ ПЕСЧАНИК		БИЛЛИНГЕНСКИЙ	ГУННЕБЕРГСКИЙ ВАРАНГУСКИЙ	
	ГРАПТОЛИТОВЫЙ АРГИЛЛИТ			ПАКЕРОРДСКИЙ	
	ОБОЛОВЫЙ ПЕСЧАНИК (ФОСФОРИТ)				
	ПЕСЧАНИК		КЕМБРИЙСКИЙ ПЕРИОД 541-485 МЛН ЛЕТ НАЗАД	ДОМИНОПОЛЬСКИЙ	
	ГОЛУБАЯ ГЛИНА С ПРОСЛОЯМИ ПЕСЧАНИКА			ЛОНТОВСКИЙ	
	ГОЛУБАЯ ГЛИНА				

ВЫСТАВКА

# **УЖАСНО ПРЕКРАСНЫЕ НЕДРА ЗЕМЛИ**

**1.02.2018—31.10.2019**

Естественнонаучный музей Тартуского университета

Ванемуйзе 46, Тарту / Открыто Вт — Вс 10-18

[www.natmuseum.ut.ee](http://www.natmuseum.ut.ee)