



Профиль

17

Публикации

238

Комментарии

2

Избранное

60

Подписчики

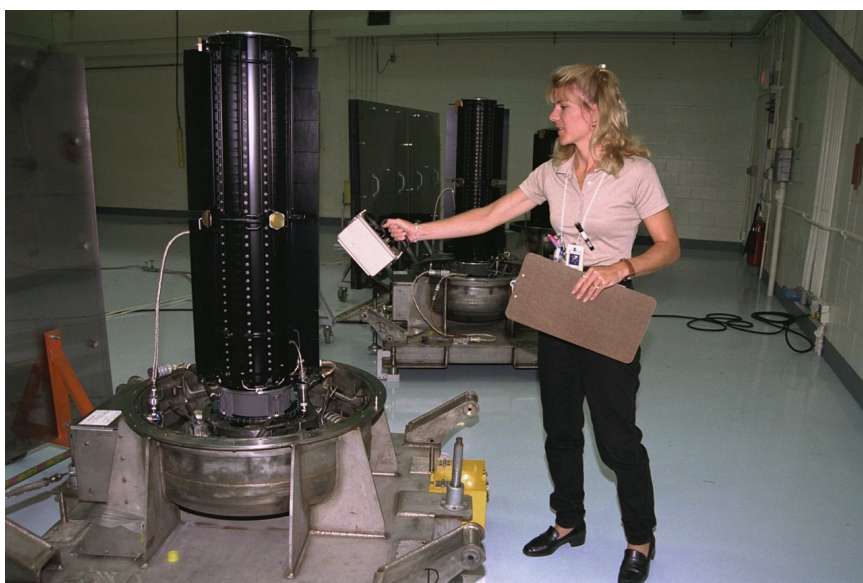
Реклама

9 октября в 00:47

Астронавт Марк Уотни и РИТЭГ

Физика*, Научно-популярное*, Космонавтика*

В только что вышедшем фильме Марсианин ([трейлер](#), [книга](#)). меня зацепил один сюжетный поворот. В какой-то момент для того, что бы отправится в далекую поездку по Марсу на ровере, Марк решает задачу обогрева по ночам (на Марсе температура может падать ночами до -80°C). Решает он ее положив себе в кабину что-то очень похожее на радиоизотопный генератор(!) (РИТЭГ) [MMRTG](#), использованный в работе Curiosity. В свою очередь MMRTG является практически половиной классических американских **GPHS-RTG** какие использовались на космических аппаратах Galileo, Cassini, New Horizons для снабжением их электроэнергией далеко от Солнца. Сегодня мы разберемся, насколько опасно класть радиоизотопный генератор в свой ровер.



Как мы видим на картинке выше, с реальными РИТЭГ, которые были поставлены на Кассини обращаются довольно аккуратно — дозиметрия, щиты снижающие облучение персонала в помещении.

Что такое **GPHS-RTG**? Это модульный РИТЭГ, использующий тепло распада ^{238}Pu для превращения его в электроэнергию его на полупроводниковом термоэлектрическом преобразователе. Впрочем, снаружи виден только радиатор, который работает холодным концом преобразователя.



Сейчас

Неделя

Месяц

На телеканал CBS подали в суд из-за колыбельной «Soft kitty, warm kitty», которую иногда напевают Шелдону Куперу 4

В Netflix придумали как заставить детей лечь спать пораньше в новогоднюю ночь 7

Делаем «вечный» датчик массового расхода воздуха на ATiny13 16

Регистраторы приостановили действие доменов Rutor и большинства The Pirate Bay 60

Подписан Указ об упразднении Федерального космического агентства 7

Как я сделал снегоуборщик 3.0 с управлением по Bluetooth с Android смартфона 11

Бегущая строка на Arduino + управление со смартфона 2

Топ 5 самых невероятных дронов 4

О замене, ремонте и опыте эксплуатации Pebble Watch 7

Самодельный дешевый Dotwork-принтер 12

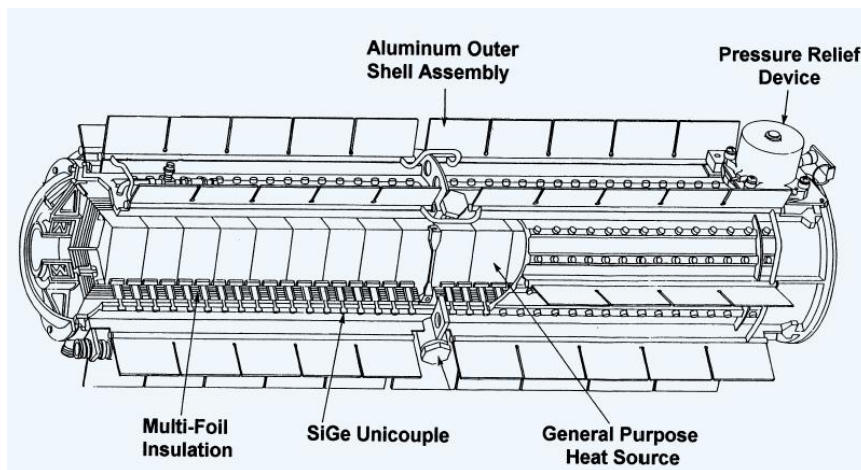
Яндекс.Директ

Зарабатывай дома! Всё по честному ×

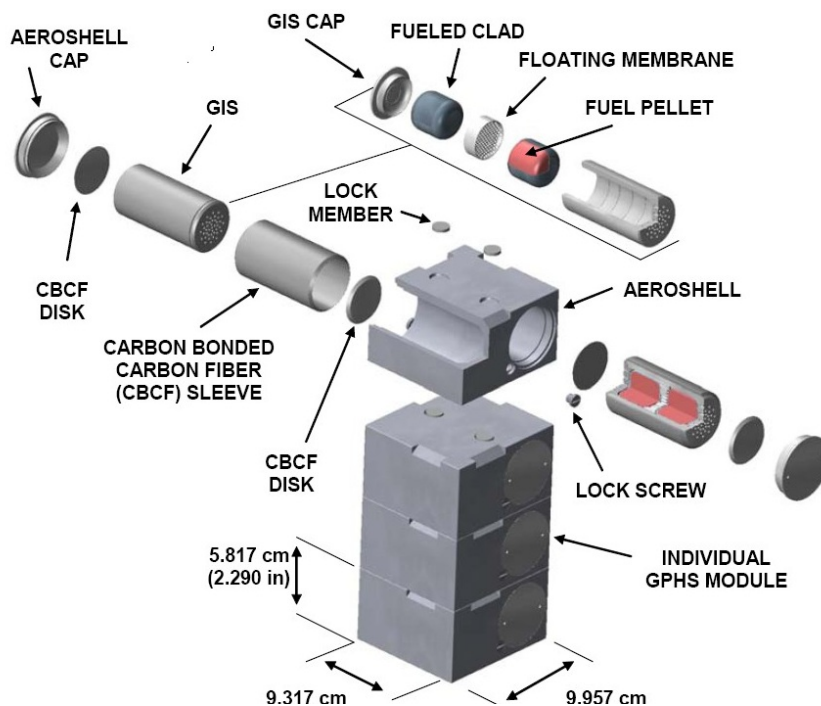
proamazon.ru

Пошаговая инструкция по продажам через интернет! Гарантия результата! Жми!

[Адрес и телефон](#)



В центре этого устройства установлены 18 квадратных General Purpose Heat Sources — источников тепла общего назначения, собственно и содержащих плутоний. Они в свою очередь устроены так:

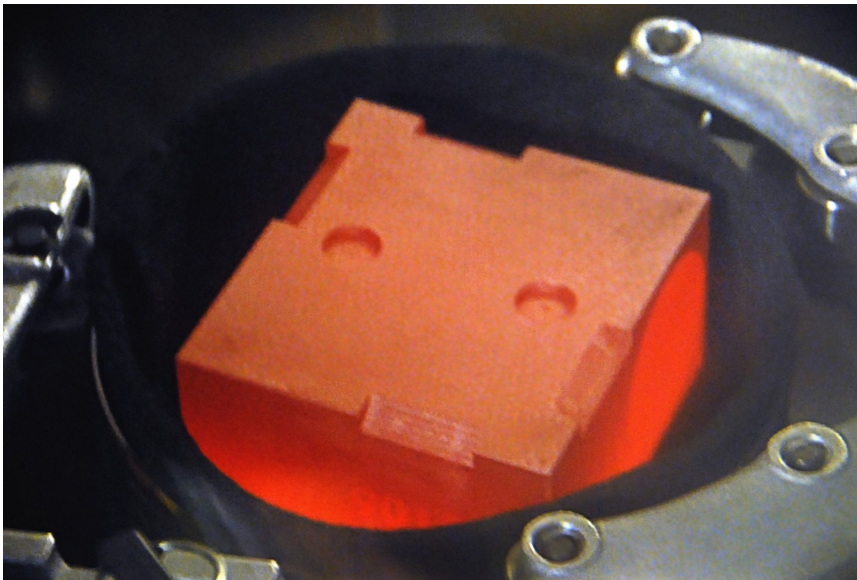


2 таблетки (Fuel pellet), размером с крупный орех из оксида плутония (151 грамм оксида или ~116 грамм плутония), покрытые иридиевой оболочкой (о которой мы поговорим дальше) укладываются в цилиндрическую емкость из углерод-углеродного композита, служащей защитой на случай падения такого РИТЭГ на этапе выведения. Две такие емкости, в свою очередь упаковываются в один призматический блок из графита, который и является одним GPHS. Вес одного собранного блока 1,43 килограмма, и со свежим радионуклидом он вырабатывает 250 ватт тепла, разогреваясь в генераторе до 1000 С.

Работа на сайте 700\$
в месяц

job-the-best.ru

интересная, высокооплачиваемая
работа в интернете, свободный
график



Собранный GPHS

Учитывая КПД примерно в 6%, в начале своей жизни GPHS-RTG вырабатывал примерно 300 электрических ватт рассеивая с радиатора ~4400 ватт. Для MMRTG эти цифры 125 и 2000 ватт. Через 14 лет после извлечения плутония из реактора мощность падает примерно на четверть. Самое интересное, что мощность падает не только из-за естественного распада изотопа, но и из-за деградации термопар. Как источник тепла, это устройство более привлекательна — 1,6% снижения тепловой мощности в год.

Что ж, 2 киловатта тепла выглядит обнадеживающими для Марка Уотни, поговорим теперь об опасностях.

^{238}Pu — Хороший выбор для РИТЭГ. Он распадается в ^{234}U с испусканием альфа-частицы с энергией ~5,5 МэВ. От альфа-частицы легко заэкранироваться — все они затормозятся еще в иридиевой оболочке топливной таблетки (иридий здесь нужен, что бы в любом случае, например при падении в тундру, противостоять радиационной коррозии). К сожалению, на пути к абсолютной нерадиоактивности нашего источника тепла стоят три препятствия:

- Основной рабочий изотоп плутония распадается в U234 , который порождает ряд радиоактивных изотопов, среди которых есть и гамма-эммитеры.
- Плутониевые таблетки содержат другие, не столь дружелюбные с точки зрения радиоактивного излучения изотопы — ^{236}Pu , ^{239}Pu , ^{241}Pu и продукты из распада, например жесткий гамма-излучатель ^{208}Tl . К сожалению, процесс производства (облучением мишеней из другого радиоактивного изотопа — Нептуния 237 в реакторе) всегда сопровождается появлением этих паразитных изотопов. Лучшие образцы ^{238}Pu содержат порядка 17% других изотопов.
- Наконец, самое интересное. Энергичные альфа-частицы плутония взаимодействуют с кислородом (который содержится в оксиде плутония) и порождают через ядерные реакции с ним нейтронное излучение. Часть нейтронного излучения приходит и от самопроизвольного распада плутония (не альфа-распада, а развала на 2 части — как у урана в ядерной цепной реакции).

Все вместе дает для GPHS-RTG уровень радиации (или как правильнее это называется — мощность эквивалентной дозы) **от 20 до 50 миллирентген в час** в разных направлениях на расстоянии метра. Этот уровень складывается из нейтронной и гамма радиации, причем доля последней для реальных РИТЭГов не так и велика - **5...10 мр/час**.

Для MMRTG, который использует Уотни, уровни должны быть более чем в 2

раза ниже — **порядка 8..20 мр/час**. Причем, чисто теоретически, от нейтронной части можно заэкранироваться сантиметром-другим полиэтилена (лучше борированного). Даже в самом неудачном раскладе, при 20 мр/час, какой-то уровень, который может отразиться на здоровье (100 рентген) герой «Марсианина» **будет набирать 5000 часов, или порядка 202 сола (марсианских суток)**. С годами гамма-излучение от РИТЭГ будет расти, а нейтронное — падать, но эти изменения заметны на десятилетних периодах и не сильно влияют на общий уровень радиоактивности.

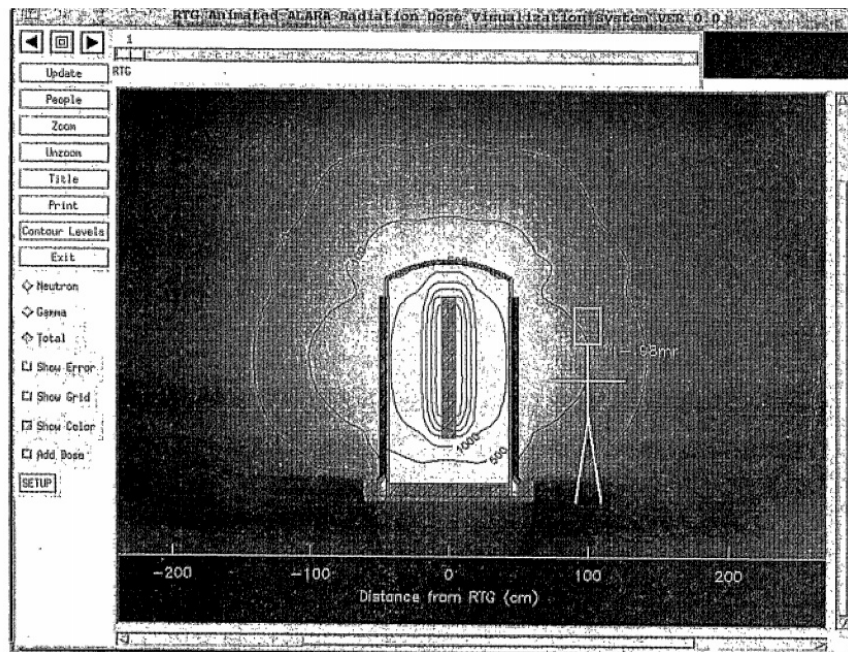


Figure 2. Dose Rate Visualization Tool Showing Fully Shielded RTG.

Впрочем, моделирование американских ядерщиков полей GPHS-RTG показывает, что контактно РИТЭГ может дать гораздо более опасные уровни в 1 и даже 5 рентген/час

Что ж, если вы попадете в схожую ситуацию — смело грейте салон своего ровера РИТЭГом, только обязательно убедитесь он наполнен Pu238 а не злобным бетта-эмиттером Sr90, как в отечественных наземных генераторах :).

P.S. Кстати, фильм вполне себе ничего, хотя для фанатов изначального, наполненного массой технических подробностей, текста уровень популяризации может быть разочаровывающим.

ритэг, радиация, марсоход curiosity

↑ +36 ↓

25,4k

★ 37

Валентин @tnenergy

Инженер-электронщик

карма

рейтинг

88,0

52,5

Реклама

+264

Марсоход Curiosity завершил основную научную миссию

55,1k

★ 89

49

+7

Марсоход Curiosity использовал лазерную пушку спектрометра более 100000 раз

8,8k

★ 5

3

+359 Водитель марсохода Curiosity отвечает Хабру

120k 295 133



4)



GunneR666 9 октября 2015 в 08:19 #

+11 ↑ ↓

Следующий раз делайте так — если упоминаете в статье момент из очень нового фильма, укажите ПЕРЕД упоминанием про наличие (отсутствие) спойлеров.



tenergy 9 октября 2015 в 09:45 # h ↑

+4 ↑ ↓

Да, вы правы. Просто настолько проходной эпизод в фильме (примерно 30 секунд экранного времени), что как-то не подумалось.



Snakecatcher 9 октября 2015 в 10:55 #

+4 ↑ ↓

Обогрев от РИТЭГа, еще был в отечественном фильме «Как я провел этим летом». Там герой, чтобы не замерзнуть насмерть, в буквальном смысле обнимает генератор.



tenergy 9 октября 2015 в 10:59 # h ↑

+13 ↑ ↓

Да. Вот этот вариант — отечественный наземный РИТЭГ и обнимать — смертельно опасен.



JerleShannara 13 октября 2015 в 17:19 # h ↑

0 ↑ ↓

Поправочка, разобранный отечественный ритэг. Впрочем как показала практика нескольких групп лиц, не обремененных знаниями физики, разобранный ритэг справляется с идиотами быстро и качественно без постороннего вмешательства.



lexa777 15 октября 2015 в 01:51 # h ↑

0 ↑ ↓

Он не только грелся, но и рыбой из РИТЭГа угощал



tenergy 15 октября 2015 в 10:10 # h ↑

0 ↑ ↓

Распространенное заблуждение, кстати, что рыба станет радиоактивной. Для это нужно нейтронное излучение (и довольно приличного уровня), а оно бывает в РИТЭГ только если он использует трансурановые элементы (Pu238, Am241). От стронция 90 ничего не активируется, только стерилизуется, если есть возможность рыбу прям внутрь положить (только я бы не делал это рукой).



stalinets 15 октября 2015 в 10:34 # h ↑

0 ↑ ↓

Я читал, что очень энергетичная гамма тоже может вызвать «наведёнку» как нейтроны.



tenergy 15 октября 2015 в 10:44 # h ↑

+1 ↑ ↓

Есть такой класс фотоядерных реакций, самой распространенной из которых является «выбивание» нейтрона из ядра гамма-квантом. Но у них высокий нижний энергетический порог — гамма-квант должен быть обычно 5-6 МэВ и выше и низкое сечение. Для такой активации нужен яркий источник гамма-квантов, обычно это всякие ускорительные или лазерные установки.



lexa777 15 октября 2015 в 14:55 # h ↑

0 ↑ ↓

Я уже не помню, давно смотрел, но ведь вроде бы в самом фильме и говорится, что угрозы съевшему такую рыбу нет. Да и вообще герой в фильме обратно все извлек из себя на всякий случай



Sudno 9 октября 2015 в 12:47 #

0 ↑ ↓

А ритэги хоть как то маркируются на предмет того, что у него там внутри? Т.е. как отличить стронциевый и плутониевый? А то вдруг захочется погреться :).



Сейчас Вчера Неделя

Mozilla думает над выпуском устройств на Firefox OS вместо недавно почившего смартфона 5

Как я сделал снегоуборщик 3.0 с управлением по Bluetooth с Android смартфона 11

DEXP Ursus KX210i – планшет-трансформер на Windows 10 с процессором Intel® Atom™ 8

Делаем «вечный» датчик массового расхода воздуха на ATiny13 16

О замене, ремонте и опыте эксплуатации Pebble Watch 7



alcanoid 9 октября 2015 в 13:08 # h ↑

0 ↑ ↓

Если погреться захочется *настолько*, то будет в достаточной мере всё равно, что там у него внутри.



tneenergy 9 октября 2015 в 13:22 # h ↑

+2 ↑ ↓

Да как вам сказать, маркируются ли они...

Правда, справедливости ради — подавляющая часть советских РИТЭГов за последние 7 лет собрана и утилизированна Росатомом, у них была большая программа.



Zenitchik 9 октября 2015 в 14:48 #

+1 ↑ ↓

Не «что-то похожее», а именно РИТЭГ. Причём, как и почему в книге расписано. И опасность сего мероприятия указана.



tneenergy 9 октября 2015 в 15:23 # h ↑

0 ↑ ↓

Дочитывайте фразу до конца «Решает он ее положив себе в кабину что-то очень похожее на радиоизотопный генератор(!) (РИТЭГ) MMRTG,». Если вы способны по двум мелькающим кадрам понять MMRTG это или что-то другое — снимаю шляпу.

>Причём, как и почему в книге расписано.

Я перечитал этот момент в книге перед тем как написать пост, спасибо. Никаких особых деталей там нет. Но есть уверенность, что автор срисовал этот РИТЭГ именно с MMRTG.



Zenitchik 9 октября 2015 в 15:34 (комментарий был изменён) # h ↑

+1 ↑ ↓

Каюсь, облажался. Спасибо за поправку.



Zenitchik 9 октября 2015 в 14:53 #

-1 ↑ ↓

UPD: не себе в кабину, а во вторую секцию сочлѐнного марсохода, который перед этим он к тому же сильно переоборудовал под установку РИТЭГа. Если в фильме это переврали — то ну нафиг такой фильм.



Voiddancer 9 октября 2015 в 15:01 # h ↑

0 ↑ ↓

Я читал, но не смотрел. А кто-то не читал и не смотрел. Не надо спойлерить.



Zenitchik 9 октября 2015 в 15:18 # h ↑

-1 ↑ ↓

Спойлер спойлеру рознь. Я теперь точно решил, что я на этот фильм не пойду. И своим друзьям тратить на него деньги не советую. А вот книга — напротив, весьма и весьма годная.



rroyter 9 октября 2015 в 17:30 # h ↑

+2 ↑ ↓

Глупость какая. На фильм надо идти, потому что Мэтт Дэймон замечательно играет. Фильм опустил некоторые маловажные подробности чтобы вписаться в два часа, но тем не менее он остался верен книге.



Zenitchik 9 октября 2015 в 18:43 # h ↑

-1 ↑ ↓

Какая разница, как он играет, если опустили как раз те подробности, ради которых писалась книга? Чему он остался верен?

Nika_BlackHat 9 октября 2015 в 23:34 (комментарий был изменён) # h ↑

0 ↑ ↓

Традиции тратить постоянно кучу денег на спасение Мэта
<http://cs540106.vk.me/c540103/v540103302/2777f/0qxQ4mmyoc.jpg>



isden 9 октября 2015 в 15:17 # h ↑

0 ↑ ↓

► [В фильме все не так :\(](#)



Zenitchik 9 октября 2015 в 15:20 (комментарий был изменён) # h ↑

0 ↑ ↓

Спасибо за информацию. Тем хуже для фильма.
Вся книга построена вокруг технических решений выживания на Марсе.
Возможно, неправильных, но интересных. Сюжет там — глубоко вторичен.
Порезанные технические решения — равносильны порче продукта.



kAIST 9 октября 2015 в 22:32 # h ↑

+1 ↑ ↓

Я читал книгу несколько раз и ходил на фильм.
Да, в фильме упустили много деталей. Но если бы сняли полностью по книге, без переработки, то фильм получился бы нудноватым и понравился бы только фанатам книги.

Nika_BlackHat 10 октября 2015 в 00:08 #

0 ↑ ↓

Задолго до этого интересовался подобным вопросом после просмотра фильма «Как я провёл этим летом». Там тоже часть действий происходит около РИТЭГа.
http://media.filmz.ru/photos/full/f_39814.jpg



tneenergy 10 октября 2015 в 00:25 # h ↑

0 ↑ ↓

Судя по обзорному [документу](#) по программе утилизации РИТЭГов у кинематографистов был фейк — не существовало РИТЭГов такой формы. Ну в общем, наверное проще сделать фейковый генератор, чем возится даже с деактивированным корпусом.



tneenergy 10 октября 2015 в 00:28 # h ↑

0 ↑ ↓

Кстати, картинка есть классная — кошмар радифобов, сотни тысяч юри на одной площадке :)



Raegdan 12 октября 2015 в 13:17 #

0 ↑ ↓

Миллирентгенный фон настолько безопасен?

Недавно скидывали в другой статье про радиацию видео от сталкера:

Там было: «30 миллирентген. Пойду-ка я отсюда нахрен.» Потом сталкер всё-таки вернулся перемерить, чтобы дозик всё-таки досчитал, намерил 80 мР/ч и очень эмоционально это прокомментировал, выскочив из комнаты.

Понятное дело, что сталкер не радиолог и мог преувеличить опасность, но в любом случае это превышение естественного фона на три порядка...



Zenitchik 12 октября 2015 в 14:51 # h i



«Пойду-ка я отсюда нахрен» — я бы сказал, если бы были единицы Р/ч. А миллирентгены — вредно, конечно, но не настолько, чтобы торопиться уйти.



JerleShannara 13 октября 2015 в 17:22 # h i



Как говорится, если дозиметр-радиометр переключился на рентгены/миллизиверты, то стоило думать заранее.



stalinets 13 октября 2015 в 21:58 (комментарий был изменён) # h i



Ну кратковременно, скорее всего, можно и больше. Читал воспоминания испытателей ядерных бомб на Новой Земле, там был такой случай:

uzm.spb.ru/archive/nz_nuke.htm#nz_a9

Если вкратце, производили подрыв двух ядерных бомб внутри горы, но всё пошло не совсем по плану, высокорadioактивные газы от взрыва прорвались сквозь трещины наружу, и этот шлейф потёк вниз с горы, отрезав часть людей от берега и корабля. Тогда за наблюдателями срочно поехали на вездеходе ГТ-Т, но проскочить перед радиоактивным шлейфом дыма было нельзя и пришлось проехать сквозь него. Приборы показывали до 250 Р/ч, после чего их выключили. Тогда пострадало довольно много людей — как я понял, и ждавшие на корабле, и катавшие в радиоактивном дыму, но никто не умер.

— Кстати, интересно. В этих мемуарах есть такие строки:

«Если в штольне А-7 регистрирующая аппаратура показывала отсутствие радиоактивности, то в приустьевом участке штольни А-9 мощность дозы составляла десятки тысяч рентген в час и наблюдался рост давления и температуры.»

А какими, собственно, приборами меряются такие активности??



Zenitchik 14 октября 2015 в 14:48 (комментарий был изменён) # h i



Да любыми счётчик гейгера будет исправно выдавать импульсы, чем их подсчитывать — вопрос интересный, но, думаю, можно подобрать какой-нибудь совсем дубовый счётчик, которому будет пофиг на радиацию.

А 250 Р/ч — это реально много. По военным понятиям, 200 Р за раз считается смертельной дозой. 50 Р за раз — предельной дозой, переносимой без серьёзных последствий.



JerleShannara 14 октября 2015 в 15:25 # h i



На такие дозы и ставятся мега-дубовые счетчики. В военке нашей ставили два счётчика — дубовый и древний СИЗ на диапазон «делай ноги» и СБМ20 на остальные.



tnenergy 14 октября 2015 в 16:06 # h i



200 бэр за раз — это лучевая болезнь легкой-средней тяжести. Смерти начинаются с 500 бэр за короткий период.



Mad_Max 19 октября 2015 в 21:19 # h i



Ну так именно за раз и общей полученной дозы(Р), а не скорости ее набора (Р/ч).

Если случайно зайти даже в крайне активную зону с 250 Р/ч, но сразу это заметить (благодаря работающему дозиметру/датчику) и не торопясь выйти через минуту — другую, то вообще никаких последствий, т.к. успеешь набрать всего несколько рентген дозы — безопасный уровень.

А уж увидев десяток-другой миллирентген/ч на приборе начинать очковать и «делать ноги» это то ли не знание вопроса, то ли

специальное «накручивание» самого себя (например для адреналинчика и впечатлений — за чем собственно часто и лазают в «зоны»)



stalinets 13 октября 2015 в 22:05 #

0 ↑ ↓

Все вместе дает для GPHS-RTG уровень радиации (или как правильнее это называется — мощность эквивалентной дозы) от 20 до 50 миллирентген в час в разных направлениях на расстоянии метра. Этот уровень складывается из нейтронной и гамма радиации, причем доля последней для реальных РИТЭГов не так и велика — 5...10 мр/час.

Интересно, разве можно мерить нейтроны в рентгенах? Рентген ведь только для электромагнитного излучения (рентген и гамма).



Zenitchik 14 октября 2015 в 14:52 # h i

0 ↑ ↓

А почему бы нет? Википедия пишет: «определяемая по их ионизирующему действию на сухой атмосферный воздух». Вряд ли такой способ измерения позволяет отличить нейтроны. Специфические счётчики нейтронов они, ЕМНИП, имеют специальное покрытие в баллоне датчика.



tenergy 14 октября 2015 в 16:11 # h i

0 ↑ ↓

Нейтронные счетчики работают по совершенно другому принципу. В них используется что-то, реагирующее с нейтронами (гелий 3, литий-6, бериллий) и измеряются продукты реакции (например гамма-кванты).



tenergy 14 октября 2015 в 16:09 # h i

0 ↑ ↓

Метрологически — нет, нельзя, т.к. рентгены — это ионизационный ток, который у самих нейтронов отсутствует. Есть всякие паразитные ядра отдачи и т.п. — они ионизируют, но это уж больно сложная зависимость.

Тем не менее для нейтронного излучения известного спектра (от известных нуклидов) стараются выполнять приведение к рентгенам, что бы понимать биологическую опасность нейтронного эмиттера.



Mad__Max 19 октября 2015 в 21:24 # h i

+2 ↑ ↓

Нейтронное излучение(ну или «микс» из излучений разных видов) приводят к Зивертам. Ну или к БЭР (биологический эквивалент рентгена) если пользоваться устаревшими единицами.

Но никак не к самим рентгенам — это прямая ошибка, а получающиеся в этом случае числа не имеют физического смысла.



tenergy 19 октября 2015 в 21:39 # h i

+1 ↑ ↓

Зато есть бюрократический смысл, который часто посильнее физики. Кроме БЭРов дозиметристам нужна МЭД, что бы рассчитывать дозонагрузки, времена безопасного нахождения и т.п. Так что БЭРы тут быстренько пересчитываются в рентгены/час, хотя это число уже действительно не имеет физического смысла.

Вообще говоря, задача персонального нейтронного дозиметра не решена, и я подозреваю, что мы оба знаем — почему. Поэтому и пересчеты какого-то потока нейтронов от какого-то нуклида в БЭРы/Грей/Зиверты то же строгого смысла не имеет (точнее имеет при слишком большом для практики количестве «если»).



Mad__Max 22 октября 2015 в 20:15 (комментарий был изменён) # h i

0 ↑ ↓

Так даже если и бюрократических бумагах. Эквивалентную и эффективную дозу и мощность эквивалентной дозы ведь тоже в БЭРах и бэрах/час считали (или считают если по старым документам/нормативам учет ведется) а сейчас в Зивертах и зиверт/час.

Что в каких-то документах именно рентгены и именно с точки зрения оценки биологического воздействия (а не там допустим влияния на электронику и материалы)?

По-моему такими «заскоками» только военные и ГО страдали (там действительно все поголовно в Рентгенах и Р/час)



Zenitchik

22 октября 2015 в 20:52

h ↑

0 ↑ ↓

У военных ещё и теория размерностей сдохла в корчах вместе с логикой. Помню одного кап.2, который всё мерял в Р/ч.

Только зарегистрированные пользователи могут оставлять комментарии. Войдите, пожалуйста.

Исходники



- H** Rayon: параллелизм данных в Rust 0
- H** Прототип сервиса обмена сообщениями Geotalk 3
- H** Сервис HPE: суровые будни и курьезные истории 0
- H** Dolphin Smalltalk 7 выходит под open source лицензией MIT 2
- GT** Делаем «вечный» датчик массового расхода воздуха на ATiny13 16
- H** Автоматизированное создание NuGet-пакетов 1
- H** Третий новогодний коллцентр: сверхбыстрая разработка на ReactJS и Typescript 6
- GT** В Netflix придумали как заставить детей лечь спать пораньше в новогоднюю ночь 7
- GT** Бегущая строка на Arduino + управление со смартфона 2
- H** Тонкие места в React.js 0

Реклама

Работа

Мой круг

iOS разработчик

Москва • Полный рабочий день • от 60 000 до 100 000 руб.

Разработчик Python

Москва • Полный рабочий день • от 90 000 до 110 000 руб.

Дизайнер (web и графика)

Москва • Полный рабочий день

Full Stack разработчик PHP

Москва • Полный рабочий день

Фронтенд Разработчик / Frontend Developer

Оренбург • Полный рабочий день • от 20 000 до 35 000 руб.

Создать резюме

Разместить вакансию

Зв

Фрилансим

[Копировать сайт и его функционал \[PHP\]](#)

29.12.2015 • 4 отклика • **Цена договорная**

[Нужны инсталлы на приложение](#)

29.12.2015 • 1 отклик • **Цена договорная**

[Решить математическую задачу](#)

29.12.2015 • 3 отклика • **400 руб./за проект**

[Написать seo-текст для сайта \(Аренда офисов\)](#)

29.12.2015 • 3 отклика • **Цена договорная**

[Верстка лендинга](#)

29.12.2015 • 12 откликов • **6000 руб./за проект**

[Зарегистрироваться](#)

[Разместить заказ](#)

[Войти](#)

[Регистрация](#)

[Разделы](#)

[Публикации](#)

[Хабы](#)

[Компании](#)

[Пользователи](#)

[Q&A](#)

[Песочница](#)

[Инфо](#)

[О сайте](#)

[Правила](#)

[Помощь](#)

[Соглашение](#)

[Услуги](#)

[Реклама](#)

[Спецпроекты](#)

[Тарифы](#)

[Контент](#)

[Вебинары](#)

[Разное](#)

[Приложения Хабра](#)

[Тест-драйв](#)

[Помощь стартапам](#)

[Работа в IT](#)

[© ТМ](#)

[Служба поддержки](#)

[Мобильная версия](#)

