



НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. Р. Е. Алексеева

ИЯЭ и ТФ  
Кафедра «ЯР и ЭУ»

## Уникальное воздействие ионизирующего излучения на технические объекты

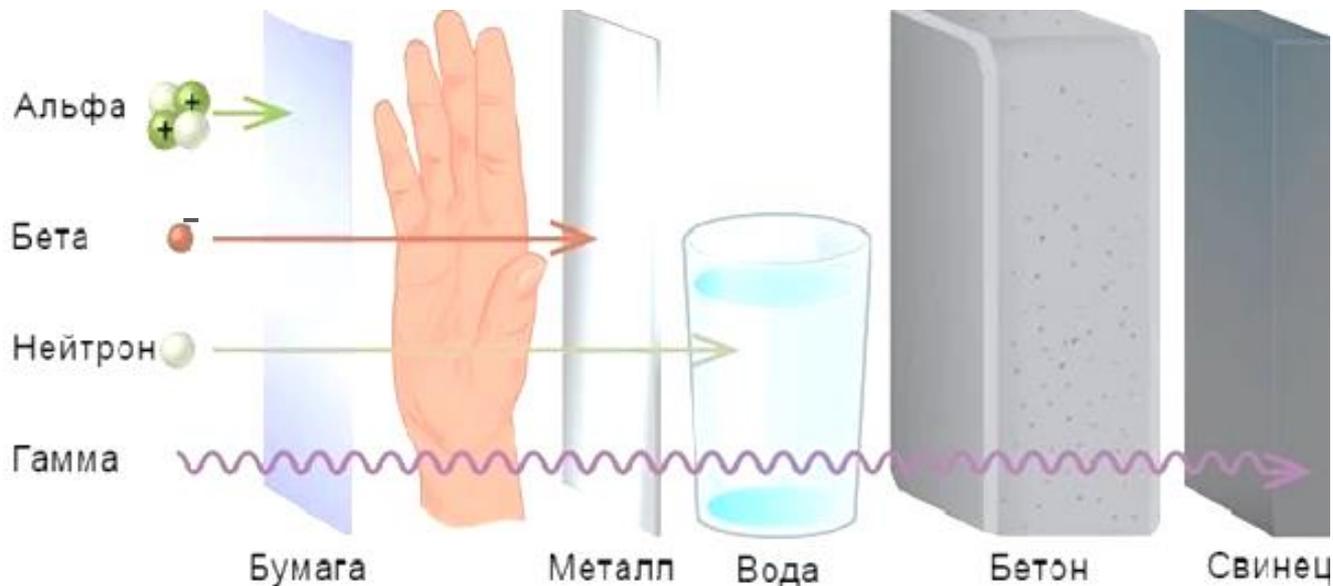
Материалы подготовил:

Инженер-расчетчик подразделения физических и теплогидравлических расчетов стационарных реакторных установок АО «ОКБМ Африкантов»  
Ассистент кафедры «ЯРиЭУ»  
Самойлов Александр Максимович



## Что такое радиация?

Радиация (ионизирующее излучения) – это потоки фотонов и других элементарных частиц или атомных ядер, способные ионизировать вещество.



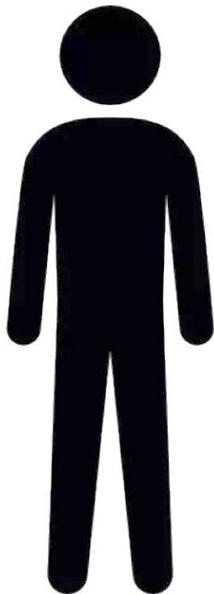


# Влияние ионизирующего излучения На человека и технические объекты

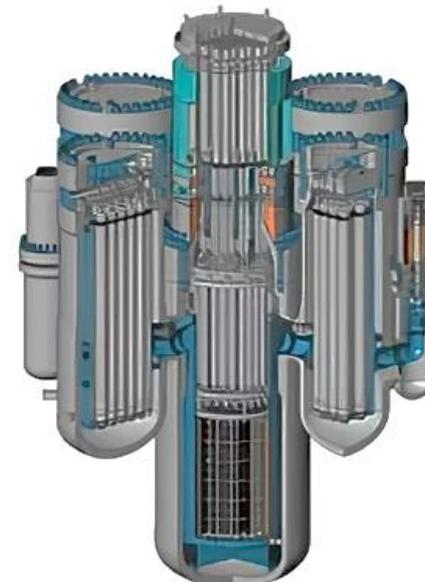
Влияние радиации на человека или технические объекты определяется количеством поглощенного ионизирующего излучения.

Чем определяется  
влияние радиации?

←  
поглощенная  
доза



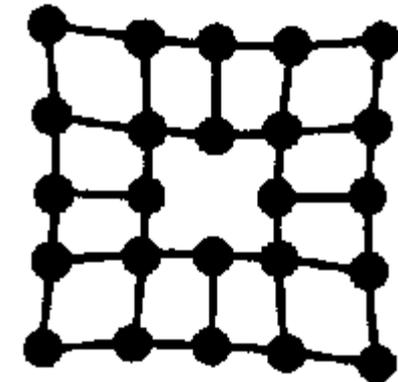
→  
Флюенс





# Радиационное охрупчивание

**Радиационное охрупчивание** — это радиационно-стимулированное изменение структурного состояния металла, которое приводит к повышению склонности к хрупкому разрушению.



Дефект типа  
«вакансия»

Охрупчивание топливных сборок

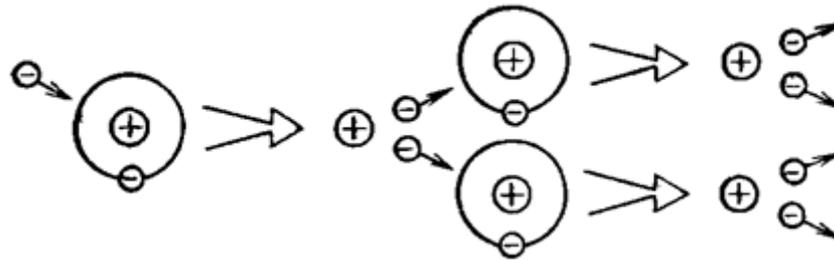


## Влияние ионизирующего излучения на электронику

Ионизирующее излучение в полупроводниковых материалах теряет свою энергию в основном за счёт двух физических процессов: атомных столкновений и ионизации.

1) При упругих столкновениях атомы полупроводника выбиваются из равновесных положений в кристаллической решётке, в результате чего образуются различного типа дефекты (как при охрупчивании).

2) Физический механизм при ионизации – кулоновское взаимодействие быстрых заряженных частиц с электронами оболочек атома вещества. Возникающие под действием ионизирующих излучений электроны и «дырки» в полупроводниках влияют на функционирование приборов.



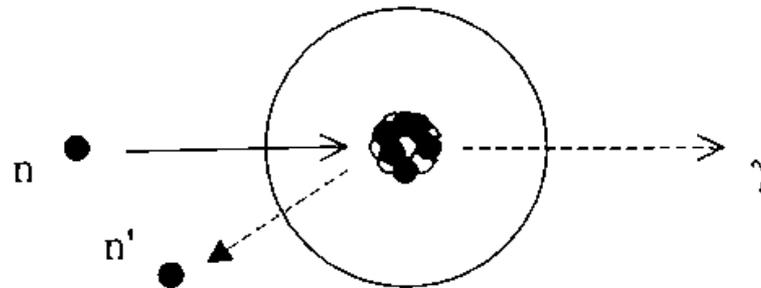
«Лавина электронов» в магнитном поле



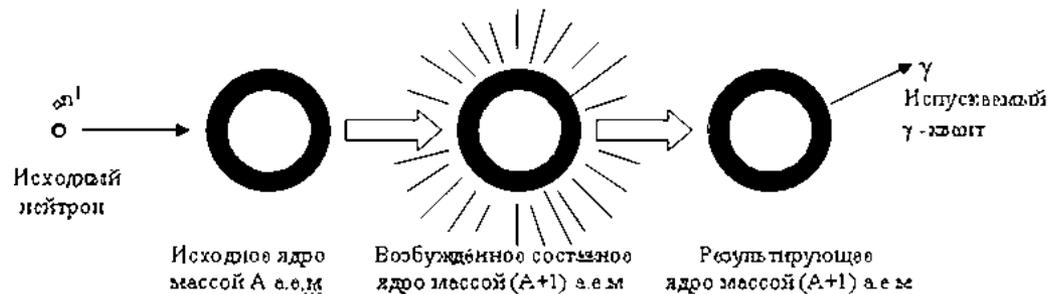
# Ядерные превращения

При прохождении (ослаблении) ионизирующего излучения в веществах происходят ядерные реакции. Грубо можно классифицировать эти реакции на реакции с образованием новых изотоп (активация) и без их образования.

## 1) Реакции без образования изотопов (рассеяние)



## 2) Реакции с образованием стабильных изотопов (активация)





## Ядерные реакции как источник тепла

При рассеянии ионизирующего излучения большая часть энергии частиц в конечном счете перейдет в тепловую энергию. Это происходит при возбуждении атомов, колебания которых (кинетическая энергия) переходит в тепло.

Для систем, в которых имеются источники ионизирующего излучения в теплоизолированных пространствах важно куда-то отводить это тепло, в противном случае температура окружающего пространства и объектов будет расти. Особенно актуальна данная проблема для космических аппаратов.

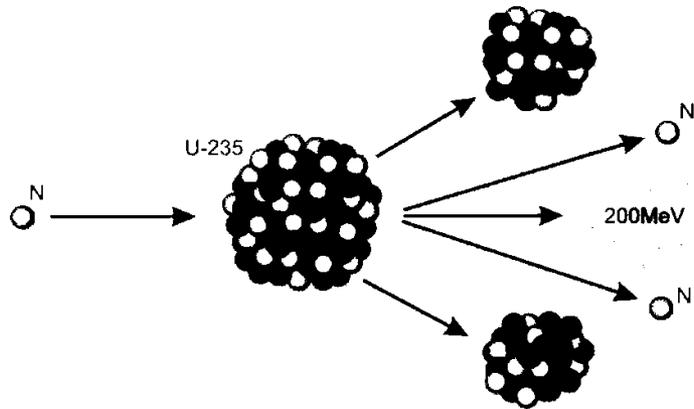
На фото справа первый в мире атомный термоэмиссионный реактор-преобразователь на промежуточных нейтронах «Топаз-1», предназначенного для космических аппаратов.





# Цепная реакция деления

Схематично цепная реакция деления имеет следующий вид:



Деление тяжелых ядер происходит при попадании нейтронов на эти ядра. Чем больше нейтронов попадает на ядра, тем больше делений и тем больше тепла выделяется в результате этих реакций. Так работают все ядерные реакторы.

В процессе управления реактором нужно поддерживать тонкий баланс нейтронов.

Когда этот баланс нарушается, реакция деления выходит из под контроля, мощность реактора увеличивается ~ в 3 раза за 1 секунду.





Спасибо за внимание