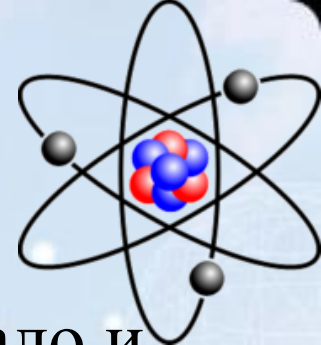


# Радиоактивное загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов



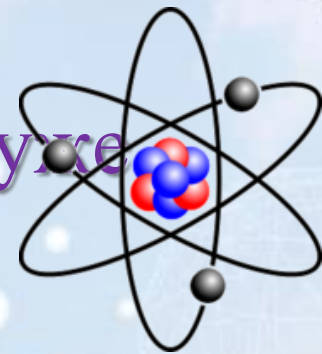
1. Основные представления о радиоактивности.
2. Радиоактивный фон и проблемы его снижения.
3. Возможные пути загрязнения пищевой продукции.

# Предистория



- Ионизирующее излучение сопровождало и Большой взрыв, с которого, как мы сейчас полагаем, началось существование нашей Вселенной около 20 миллиардов лет назад.
- С того времени радиация постоянно наполняет космическое пространство.
- Радиоактивные материалы вошли в состав Земли с самого ее рождения.
- Даже человек слегка радиоактивен, так как во всякой живой ткани присутствуют в следовых количествах радиоактивные вещества.

# История изучения радиоактивного ионизирующего излучения насчитывает уже более 100 лет:



- 1895 год – немецкий физик Вильгельм Конрад Рентген открыл неизвестные ранее  $X$ -лучи, которые впоследствии были названы рентгеновскими лучами;
- 1896 год – французский физик Анри Беккерель, работая с солями урана, первым в мире установил факт его естественной радиоактивности;
- 1907 год – английский физик Эрнст Резерфорд доказал, что излучение урана состоит из альфа- и бета-частиц.
- На основе этих открытий выросла новая наука – ядерная физика, благодаря которой XX век назван ядерным.

# Пьер и Мария Кюри

- Следующим заметным шагом исследований были результаты работы физиков Пьера Кюри и Марии Склодовской-Кюри.
- Они получили около 1 г нового химического элемента, радиоактивность которого оказалась в миллион раз выше, чем урана.
- Новый элемент получил название «радий» (от лат. Radium – лучистый).
- За последующие 20 лет учёные обнаружили большинство химических элементов, обладающих естественной радиоактивностью.



# Повреждающее действие радиации



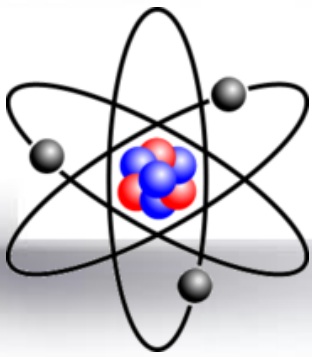
- А. Беккерель не только первым установил факт естественной радиоактивности, но и первым ощутил повреждающее действие радиации.
- Он в течение 6 ч носил в кармане жилета стеклянную пробирку с солями радия, подготовленную для демонстрации его свойств на конференции.
- Спустя 2 недели у него на коже под карманом образовалась длительно не заживающая язва.
- Это было первым столкновением человека с действием ионизирующего излучения.

# Новая наука - радиобиология

- Человечество дорогой ценой заплатило за полученные сведения – ценой здоровья и жизни первых исследователей и первых врачей-рентгенологов.
- За первые 40 лет развития рентгенологии погибло 200 врачей и рентгентехников от так называемого рентгеновского рака, вызванного облучением.

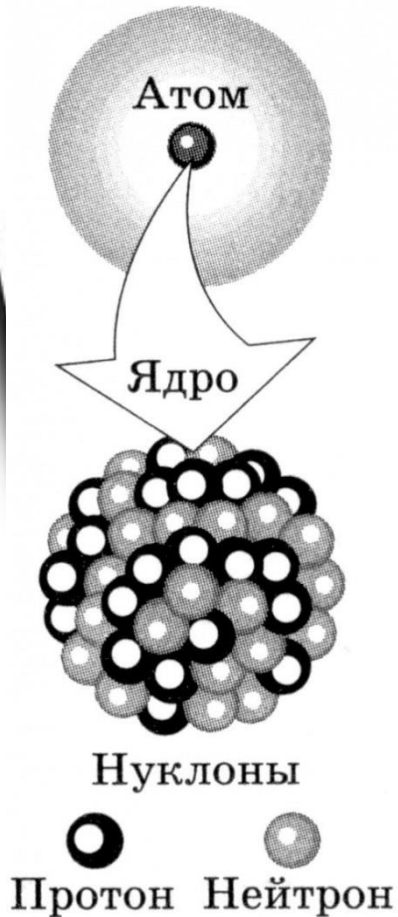




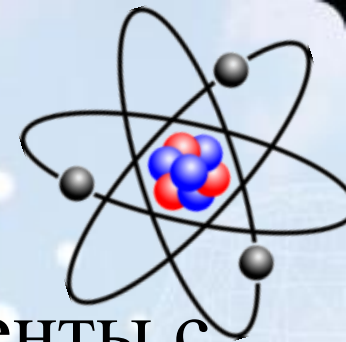


# Строение атома

- Как известно, атом состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.
- В состав ядра входят положительно заряженные протоны и нейтральные нейтроны, которые вместе называются нуклонами.
- Протоны и нейтроны имеют приблизительно одинаковую массу, в 1840 раз превышающую массу электрона, поэтому масса атома определяется в основном массой нуклонов.
- Число нуклонов в ядре характеризуется массовым числом  $A$ .

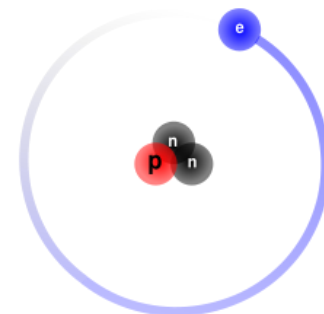
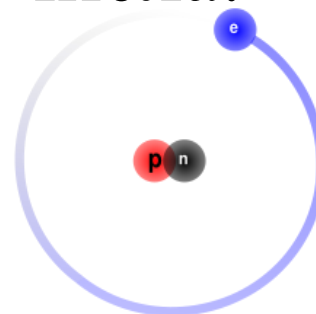
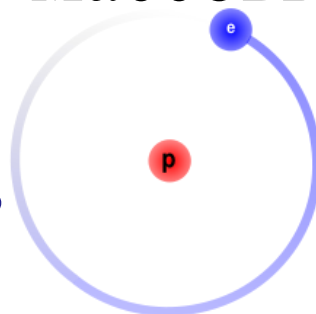


# Радионуклиды, изотопы



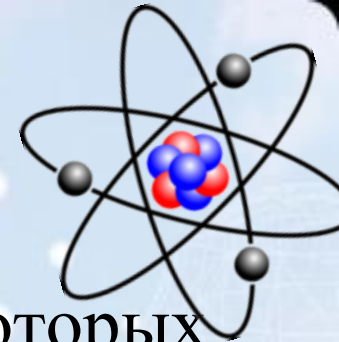
- **Радионуклиды** – радиоактивные элементы с нестабильным атомным ядром, вызывающие при самопроизвольном распаде мутагенные, канцерогенные и тератогенные изменения в живых организмах.
- **Изотопы** – атомы одного и того же элемента, имеющие разные массовые числа.

- 1 Протий,
- 2 Дейтерий,
- 3 Тритий



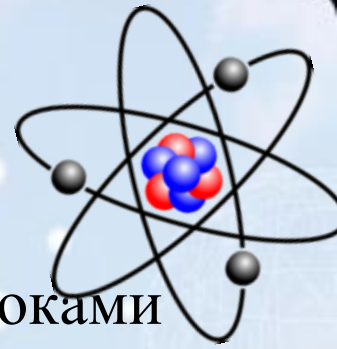


# Радиоактивность -



- самопроизвольный распад атомных ядер некоторых элементов, приводящий к изменению их атомного номера и массового числа.
- Радиоактивный распад не может быть ускорен или остановлен, осуществляется со строго определённой скоростью.
- Последняя измеряется периодом полураспада – временем, в течение которого распадается половина всех атомов.
- Период полураспада различных радионуклидов колеблется в широких пределах – от долей секунды до многих миллионов лет.

# Ионизирующие излучения



- Распад радиоактивных элементов сопровождается потоками ионизирующих излучений, каждый из которых характеризуется своими физико-химическими свойствами:
  - **альфа ( $\alpha$ )-частицы** – ядра атомов гелия, продукт ядерных реакций; при поглощении альфа-частиц живыми организмами могут возникнуть мутагенные, канцерогенные и другие отрицательные эффект;
  - **бета ( $\beta$ )-частицы** – электроны и позитроны, испускаемые ядрами атомов при распаде; вызывают в организмах канцерогенные и мутагенные эффекты вплоть до летального исхода;
  - **гамма ( $\gamma$ )-излучение** – поток фотонов с длиной волны 10-12 м; оказывает на организмы мутагенное и канцерогенное воздействие вплоть до летального исхода.

# Ионизация –



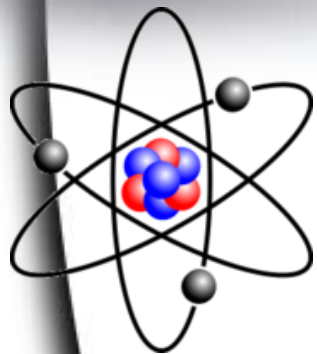
- ионизирующие излучения обладают способностью проходить через различные вещества живой и неживой природы. При этом они возбуждают их атомы и молекулы.
- Возбуждение приводит к выталкиванию отдельных электронов из электронных оболочек нейтрального атома, и он превращается в положительно заряженный ион. Это явление - *первичная ионизация* объекта воздействия излучений.
- Освобождённые электроны взаимодействуют со встречными атомами и молекулами, создавая новые ионы – происходит *вторичная ионизация*.

# Измерение радиации



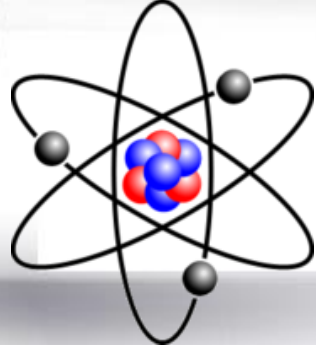
- Для измерения радиации существуют
  - старые единицы – бэр, рад, кюри (Ки) – равная активности нуклида, в котором происходит  $3,7 \cdot 10^{10}$  актов распада в одну секунду и
  - новые: грей, зиверт, в системе СИ единицей измерения радиоактивности служит беккерель (Бк) – одно ядерное превращение в секунду.
- Однако часто эти единицы используются с приставками – кило- (одна тысяча), милли- (одна тысячная), микро- (одна миллионная) или нано- (одна миллиардная), так как даже новые единицы слишком велики или малы для определения доз радиации, которые с их помощью приходится измерять.

## 2. ? ? ? Радиационное загрязнение

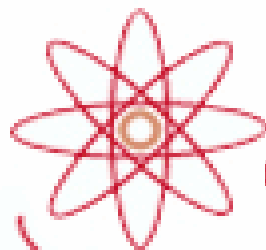


- Радиационное загрязнение среды не имеет ни цвета, ни вкуса, ни запаха.
- Радиация же приводит к генетическим поражениям, выкидышам, врождённым порокам развития, замедлению умственного развития, многочисленным заболеваниям взрослых, ускоренному старению, которые в каждом конкретном случае пока трудно юридически доказуемо.

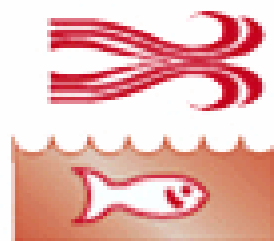




Радиоактивные  
излучения



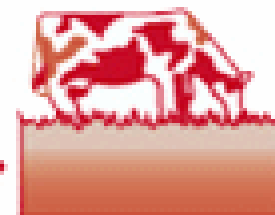
Воздух и Вода



Овощи



Потребление зеленых  
растений



Пути проникнове ния

Воздух



Дыхание

Питание



Вода





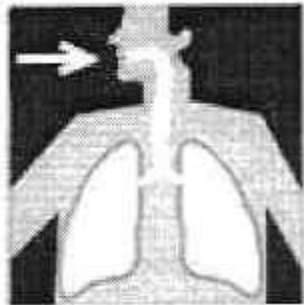
# Анализ радиоактивного фона

- Считается, что радиационный фон Земли складывается из трёх компонентов:
  - космическое излучение;
  - естественные радионуклиды, содержащиеся в окружающей среде и её объектах (грунт, вода, строительные материалы и другие источники);
  - искусственные радионуклиды, образовавшиеся в результате человеческой деятельности: ядерные испытания; радиоактивные отходы; отдельные радиоактивные вещества, используемые в медицине (флюорография, рентгенография зуба, рентгеноскопия лёгких), технике (полёты в самолёте, просмотр телевизора, АЭС, ТЭЦ на угле), сельском хозяйстве и другие источники.

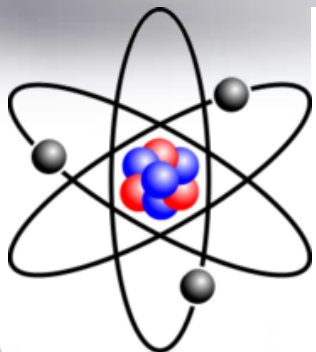
# Меры профилактики радиоактивного загрязнения



- Следующие направления работы:
  - охрана атмосферного слоя Земли как природного экрана, предохраняющего от губительного космического воздействия радиоактивных частиц;
  - соблюдение глобальной техники безопасности при добыче, использовании и хранении радиоактивных элементов, применяемых человеком в процессе его



# Пути попадания радионуклидов к человеку



# Пища (радионуклиды) - человек



- Среди путей поступления радионуклидов в организм человека с пищей следует выделить следующие:
- растение — человек;
- растение — животное — молоко — человек;
- растение — животное — мясо — человек;
- атмосфера — осадки — водоёмы — рыба — человек;
- вода — человек;
- вода — гидробионты — рыба — человек.



# Типы загрязнений радионуклидами: поверхностное и структурное

- При поверхностном загрязнении радиоактивные вещества из воздуха оседают на поверхности растений, частично проникая внутрь ткани.
- Более эффективно радиоактивные вещества удерживаются на растениях с ворсистым покровом и разветвлённой наземной частью, в складках листьев и соцветиях.
- При этом задерживаются не только растворимые формы радиоактивных соединений, но и нерастворимые.
- Однако поверхностное загрязнение относительно легко удаляется даже через несколько недель.

- Структурное загрязнение радионуклидами обусловлено физико-химическими свойствами радиоактивных веществ, составом почвы, физиологическими особенностями растений.
- Радионуклиды, выпавшие на поверхности почвы, на протяжении многих лет остаются в её верхнем слое, постоянно мигрируя на несколько сантиметров в год в более глубокие слои.
- Это в дальнейшем приводит к их накоплению в большинстве растений с хорошо развитой и глубокой корневой системой.



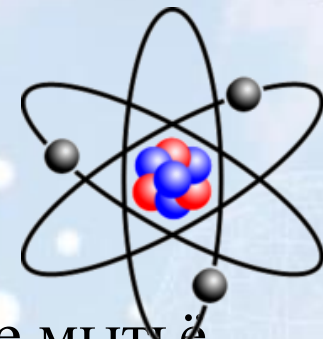
# Растения по степени накопления радиоактивных веществ располагаются в следующем порядке:



- табак (листья) → свёкла (корнеплоды) → картофель (клубнеплоды) → пшеница (зерно) → естественная травяная растительность (листья и стебли).
- Быстрее всего из почвы в растения поступают: стронций-90, стронций-89, йод-131, барий-140, цезий-137.



# Меры по снижению уровня радиоктивности



- Обработка пищевого сырья – тщательное мытьё, чистка продуктов, отделение малоценных частей – позволяет удалить от 20 до 60 % радионуклидов.
- Перед мытьём некоторых овощей целесообразно удалять верхние, наиболее загрязнённые листья (капуста, лук репчатый и др.).
- Картофель и корнеплоды обязательно моют дважды – перед очисткой от кожуры и после.
- Наиболее предпочтительным способом кулинарной обработки пищевого сырья в условиях повышенного загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами является варка.
- При отваривании значительная часть радионуклидов переходит в отвар.

Для получения отвара нужно варить продукт в воде 10 минут, а затем слить воду и продолжать варку в новой порции воды.

# Снижение содержания радионуклидов в продуктах питания при кулинарной обработке



Сырьё	Готовый продукт или блюдо	Снижение содержания по сравнению с исходным, %	
		$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
Молоко	Творог	18	20
	Сыр	55...58	91
	Сливки	75...94	74...90
	Масло	99	98
Рыба	Уха	95...99	15...28
Говядина	Бульон из мяса	55...58	-
	Мясо жареное	-	45
Томаты	Паста	20	-
Картофель	Отварной	-	45



# Места накопления радионуклидов в организме человека и период полураспада

Для выведения уже попавших в организм радионуклидов считается, что необходима высокобелковая диета. Употребление белка должно быть увеличено не менее чем на 10 % от суточной нормы.

