**1.Состав ядра. Характеристики атомных ядер. Изотопы. Радионуклиды.**Ядро состоит из протонов и нейтронов. Они носят название нуклонов. Протон обладает +зарядом и массой mp= 1,672621777·10⁻²⁷ кг. Заряд нейтрона равен нулю, а масса mn=1,67492735·10⁻²⁷ кг. Сумма чисел протонов и нейтронов называется массовым числом(A=Z+N). N – число нейтронов Z – порядк-ый № хим.эл-та в табл.Менделеева, атомный номер ядра. А – массовое число ядра. Ядра с одинаковым Z, но разными А называются изотопами. Большинство химических элементов имеет по несколько стабильных изотопов. Радионуклиды – это группы атомов, обладающих свойством радиоактивности, с определенным массовым числом, атомным номером и энергетическим статусом ядра.

**2. Масса атомного ядра. Энергия связи. Удельная энергия связи.**Масса атомного ядра измерятеся в атомных единицах массы: 1 а.е.м. = 1,65976 10-27 кг. Минимальная энергия, необходимая для разделения ядра на составляющие его нуклоны, называется энергией связи ядра.  
 , где дефект массы. Дефект массыразность между массой связанной системы взаимодействующих частиц и суммой их масс в свободном состоянии.  
Важной характеристикой ядра служит удельная энергия связи ядраэнергия связи, приходящаяся на нуклон

**3. Явление радиоактивности. Основной з-н радиоактивного распада. Период полураспада. Постоянная распада.  
Радиоактивность** – это самопроизвольные превращения (распады) атомных ядер некоторых химических элементов в атомные ядра других элементов с испусканием особого рода излучения. Радиоактивность приводит к изменению атомного номера и массового числа исходного химического элемента. А. Беккерель открыл явления радиоактивности. А. Беккерель обнаружил, что соли урана самопроизвольно испускают невидимые лучи, вызывающие почернение фотопластинки и флуоресценцию некоторых веществ. В 1898г. Супруги Пьер Кюри и Мария Склодовская-Кюри открыли еще два элемента- полоний и радий, которые давали подобные излучения, но интенсивность их во много раз превышала интенсивность излучения урана. Формулировка закона: число распадов, произошедшее за короткий интервал времени пропорциональноно числу [атомов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC)  в образце. . Период полураспада Время в течение которого система распадается в примерном отношении ½. Постоянная распада (λ) —вероятность распада атома за единицу времени.

**4. Активность. Удельная, объемная, поверхностная активность. Единицы измерения.**Активность вещества определяется скоростью распада его ядер. Пропорциональна числу радиоактивных атомов, содержащихся в данном веществе. Активность – это мера количества радиоактивного вещества, которая выражается числом радиоактивных распадов ядер в единицу времени. Чем больше ядер распадается в единицу времени, тем выше активность. За единицу активности в СИ принят беккерель (Бк). Внесистемной единицей является кюри (Ки). Виды активности радио-нуклида: Удельная– активность, приходящаяся на единицу массы вещества– Бк/кг, Ки/кг. В случае распределения радионуклидов на поверхности активность называется поверхностной– Бк/м2, Ки/м2.

**5. Основные закономерности альфа-распада ядер.**Альфа-распад –самопроизвольное превращение атомного ядра с числом протонов Z и нейтронов N в другое ядро, содержащее число протонов Z – 2 и нейтронов N – 2. При этом испускается α-частица – ядро атома гелия . Примером такого процесса может служить α-распад радия: . Этот распад наблюдается для тяжелых ядер с А>200.

6. **Основные закономерности бета-распада ядер.**

Термином «бета-распад» обозначают три типа ядерных превращений: 1)электронный (b-) распад (при котором выбрасываются электрон β-и антинейтриноhttp://ok-t.ru/studopediaru/baza3/660667025747.files/image682.png, а дочернее ядро получает заряд на единицу больший, чем материнское, так как в ядре уменьшается число нейтронов на единицу за счет увеличения на единицу числа протонов.); 2)позитронный (b+) распад ( при котором выбрасываются позитрон β+ и нейтрино ν, а дочернее ядро получает заряд на единицу меньший, чем материнское, так как в ядре увеличивается на единицу число нейтронов из-за уменьшения на единицу числа протонов); 3) электронный захват (е - или К - захват)(где е- - атомный электрон. В результате *Е*-захвата один из электронов захватывается ядром. При этом выбрасывается нейтрино ν, а дочернее ядро получает заряд на единицу меньше, чем материнское.).

**7. Гамма-излучение ядер. Рентгеновское излучение.**Гамма-излучение  — вид [электромагнитного излучения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), характеризующийся чрезвычайно малой [длиной волны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B) . Гамма-излучение представляет собой поток [фотонов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD), имеющих высокую энергию. Явление γ-излучения ядер состоит в том, что ядро (A,Z) испускает квант без изменения массового числа А и заряда ядра Z. Испускание γ-излучения обычно происходит после α- или β-распадов атомных ядер, если образовавшееся ядро образуется в возбужденном состоянии. Рентгеновское излучение— [электромагнитные волны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B), энергия [фотонов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD) которых лежит на [шкале электромагнитных волн](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD) между [ультрафиолетовым](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82) [излучением](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) и [гамма-излучением](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0-%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5). рентгеновские лучи испускаются при участии [электронов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD) в то время как гамма-излучение испускается в процессах девозбуждения [атомных ядер](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE).

**8. Взаимодействие альфа-излучения с веществом.**  
При прохождении *α*-частиц через вещество их энергия, в основном, расходуется на ионизацию и возбуждение атомов поглощающей среды за счет кулоновского взаимодействия с электронами атомов среды. К концу пробега, когда энергия *α*-частицы уменьшается и становится недостаточной, чтобы производить ионизацию, она, присоединив к себе два электрона, превращается в атом гелия.

**9.** **Взаимодействие бета-излучения с веществом.**

По сравнению с альфа-частицами, бета-частицы очень маленькие. Они обладают одним отрицательным элементарным зарядом и практически незначительной массой. На самом деле, они идентичны орбитальным электронам атомов поглотителя и то что их заряды идентичны может вызвать непосредственную ионизацию путем отталкивания орбитальных электронов от атома.

**10.Взаимодействие гамма и рентгеновского излучения с веществом.**

Механизм взаимодействия гамма и рентгеновского излучений с веществом, через которое они проходят, отличается от взаимодействия альфа и бета излучений. Альфа и бета частицы имеют определенные пробеги в веществе, и они теряют энергию непрерывно до тех пор, пока вся энергия не будет передана поглотителю. С другой стороны кванты рентгеновского и гамма излучения проходят большое расстояние между взаимодействиями и поэтому энергия этих излучений не может быть полностью поглощена, а только может быть уменьшена их интенсивность. Существует три основных механизма взаимодействия гамма и рентгеновского излучения с веществом. Они следующие:1)Фотоэффект; 2)Комптоновское рассеяние; 3)Образование пар

**11.Закон ослабления рентгеновского и гамма излучения. Слой половинного ослабления. Линейный коэффициент ослабления.**

Ослабление потока рентгеновых и гамма-лучей при прохождении их через слой вещества толщиной х количественно описывается законом Бугера: I = (*I0* – интенсивность падающего излучения, *I*– интенсивность излучения после прохождения через вещество. *μ* - коэффициент ослабления). Слой половинного ослабления — это толщина вещества, которая ослабляет интенсивность излучения вдвое. Коэффициент ослабления — безразмерная физическая величина, характеризующая степень уменьшения мощности излучения после прохождения им некоторого расстояния в среде или в результате отражения от границы раздела двух сред.

**12. .Характеристики ионизирующих излучений**.

Ионизирующими называют излучения, взаимодействие которых со средой приводит к образованию электрических зарядов различных знаков. Существуют два вида ионизирующих излучений: 1) корпускулярное, состоящее из частиц с массой покоя, отличной от нуля (альфа- и бета1-излучение и нейтронное излучение); 2) электромагнитное (гамма(γ)-излучение и рентгеновское) с очень малой длиной волны.

**13. .Дозы ионизирующего излучения. Экспозиционная доза. Мощность экспозиционной дозы. Поглощенная доза.**

Доза ионизирующего излучения — величина, используемая для оценки воздействия ионизирующего излучения на любые вещества, ткани и живые организмы. . Виды: экспозиционная, поглощённая, эквивалентная(биологическая), эффективная и групповая дозы. Экспозиционная доза определяет ионизирующую способность рентгеновских и гамма-лучей и выражает энергию излучения, преобразованную в кинетическую энергию заряженных частиц в единице массы атмосферного воздуха. Мощность экспозиционной дозы (уровень радиации) – это доза, отнесенная к единице времени. Поглощенная доза показывает, какое количество энергии излучения поглощено в единице массы любого облучаемого вещества и определяется отношением поглощенной энергии ионизирующего излучения на массу вещества.

**14. Коэффициенты качества различных излучений. Эквивалентная доза.**

**Коэффициенты Wr качества для некоторых органов и ткани**

|  |  |
| --- | --- |
| Половая железа | 0,25 |
| Красный костный мозг | 0,12 |
| Кишечник | 0,12 |
| Легкие | 0,12 |
| печень | 0,05 |
| Щитовидная железа | 0,03 |
| Костная ткань | 0,01 |
| кожа | 0,01 |

Эквивалентная доза характеризует биологический эффект облучения организма ионизирующим излучением. Эквивалентная доза равна поглощённой дозе в ткани или органе, умноженной на взвешивающий коэффициент данного вида излучения, отражающий способность излучения повреждать ткани организма.

**15. Коэффициенты риска различных органов. Эффективная эквивалентная доза. Коллективная эквивалентная доза.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Организм в целом | 1,00 | Молочная железа | 0,05 |
| Половые железы | 0,2 | Печень | 0,05 |
| Красный костный мозг | 0,12 | Пищевод | 0,05 |
| Толстый кишечник | 0,12 | Щитовидная железа | 0,05 |
| Легкие | 0,12 | Кожа | 0,01 |
| желудок | 0,12 | Поверхность кости | 0,01 |
| Мочевой пузырь | 0,05 | остальное | 0,05 |

Доза коллективная эффективная эквивалентная – эта сумма индивидуальных эквивалентных доз, полученных людьми одной группы (популяции, когорты). Коллективная доза облучения рассчитывается по формуле:  , где Е - средняя эффективная индивидуальная доза в группе населения, подвергшейся облучению , N - численность популяции . Единицы измерения: человеко-зиверт (чел-Зв), человеко-грей (чел-Гр). Коллективная доза позволяет установить индивидуальный риск заболевания раком и частоту выхода опухолей на 1 млн.чел

**16. Естественные источники радиации. Радиационный фон.**

Естественные источники радиации - это объекты окружающий среды и среды обитания человека, которые содержат природные радиоактивные изотопы или излучают радиацию. К естественным источникам радиации относятся: космическое излучение и солнечная радиация. Радиационный фон – радиоактивное излучение, присутствующее на Земле от естественных и техногенных источников, в условиях которого постоянно находится человек. Радиационный фон Земли складывается из следующих компонентов: 1)космическое излучение;2) излучение от находящихся в земной коре, воздухе и других объектах внешней среды природных радионуклидов; 3)излучение от искусственных радионуклидов.

**17. Искусственные источники радиации.**

К искусственным источникам ионизирующих излучений относятся: производства, связанные с использованием радиоактивных изотопов, атомные электростанции, транспортные и научно-исследовательские ядерно-энергетические установки, специальные военные объекты, рентгеновская техника и медицинская аппаратура лучевой терапии, а также бытовые излучатели.

**18. .Этапы действия ионизирующих излучений на биологические объекты. Чувствительность органов и тканей к ионизирующим излучениям.**

Воздействие ионизирующих излучений на биологические объекты подразделяют на 5 этапов: 1)*Физический этап* (заключается в передаче энергии фотона или частицы одному из электронов атома); 2)*Физико-химический этап* (протекает в зависимости от состава и строения облучаемого вещества); 3) *Этап биомолекулярных повреждений* (происходят изменения белков, липидов и углеводов, поражаются липиды клеточных мембран, нарушая их проницаемость); 4) *Этап ранних биологических и физиологических эффектов*. 5) *Этап отдаленных биологических эффектов*(стойкие нарушения функций отдельных органов и систем, сокращение продолжительности жизни, соматические эффекты, изменение генетической характеристики в результате мутаций) Все органы и ткани человека чувствительны к ионизирующему излучению, но чувствительность их неодинакова. Относительная радиочувствительность – различное поражение органов и тканей человека при облучении. Наиболее чувствительны к облучению кроветворная ткань, железистый аппарат кишечника, эпителий половых желез, эпителий кожи и сумки хрусталика глаза.

**19. Биологическое действие ионизирующих излучений(БДИИ) на клетки и ткани.**

БДИИ – это изменения, вызываемые в жизнедеятельности живых организмов при воздействии коротковолновых электромагнитных волн (рентгеновского излучения и гамма-излучения) или потоков заряженных частиц (альфа-частиц, бета-излучения, протонов) и нейтронов. Для БДИИ характерен ряд общих закономерностей. 1) Глубокие нарушения жизнедеятельности вызываются ничтожно малыми количествами поглощаемой энергии. 2) БДИИ не ограничивается подвергнутым облучению организмом, но может распространяться и на последующие поколения. 3) Для БДИИ характерен скрытый (латентный) период, т. е. развитие лучевого поражения наблюдается не сразу. Продолжительность латентного периода может варьировать от нескольких мин до десятков лет в зависимости от дозы облучения, радиочувствительности организма и т.д. При облучении в очень больших дозах можно вызвать "смерть под лучом", длительное облучение в малых дозах ведёт к изменению состояния нервной и других систем, к возникновению опухолей спустя годы после облучения.

**20. Действие больших доз радиации на организм. Лучевая болезнь.**

Воздействие больших доз часто приводит к полной или частичной гибели организма вследствие разрушения клеток тканей. Есть дозы, при которых летальный исход практически неизбежен. Радиация может вызвать генные и хромосомные мутации, что в последствии может привести к проявлению рецессивных мутаций. Лучевая болезнь — заболевание, возникающее в результате воздействия различных видов ионизирующих излучений, характеризующееся симптоматикой, зависящей от вида поражающего излучения. У человека лучевая болезнь может быть обусловлена внешним или внутренним облучением. Общие проявления лучевой болезни зависят, от полученной суммарной дозы радиации.

**21. Перспективы ядерной энергетики. Типы ядерных реакторов и принцип их действия.**

Ядерная энергия рассматривается в качестве отличной альтернативы для ископаемых видов топлива, а также в качестве важного средства по масштабному сокращению выбросов парниковых газов. Ядерный реактор состоит из активной зоны и системы отвода тепла. В гомогенном реакторе ядерное топливо равномерно перемешано с замедлителем и теплоносителем. Активная зона гомогенного реактора имеет сравнительно несложное строение: цилиндрический или сферический корпус, заполненный гомогенной смесью. В гетерогенном реакторе ядерное топливо отделено от замедлителя и теплоносителя и сосредоточено в тепловыделяющих элементах (твэлах), имеющих металлическую герметичную оболочку. Она предотвращает контакт ядерного топлива с теплоносителем и выход в него радиоактивных продуктов деления. Активная зона реакторов различного типа включает в себя ядерное топливо в оболочках, замедлитель, теплоноситель, поглотители, отражатель. Реакторы на тепловых нейтронах. Активная зона таких реакторов состоит из ядерного топлива, замедлителя, теплоносителя и конструкционных материалов.  Большинство быстрых нейтронов в таком реакторе замедляется до тепловых энергий, а затем поглощаются ядерным топливом, вызывая его деление. В активной зоне используют материалы с малыми сечениями радиационного захвата нейтронов, например, графит и цирконий. Это дает возможность использовать в этих реакторах естественный или слабообогащенный уран. Реакторы на быстрых нейтронах. В активной зоне реактора и отражателе используются только тяжелые материалы. Концентрацию замедлителя в активной зоне стремятся уменьшить до минимума. Прежде чем поглотиться в ядерном топливе, нейтроны успевают замедлиться в результате неупругих столкновений с тяжелыми ядрами лишь до энергий 0,1-0,4 МэВ. Реакторы на промежуточных нейтронах. Концентрации делящихся веществ и замедлителя в активной зоне реактора таковы, что быстрые нейтроны перед поглощением замедляются до энергии 1-1000 эВ. В качестве энергетических такие реакторы не используются, т.к. у них обычно высокая загрузка ядерного топлива.

**22. Миграция радионуклидов. Способы уменьшения содержания радионуклидов в растениях, продукции животноводства, организме человека. Изменение содержания радионуклидов в продуктах питания.**

Миграция радионуклидов может быть по воздуху, в почве и водоносных системах. Различают вертикальную и горизонтальную миграцию. На миграцию радионуклидов влияют следующие факторы:1) химическая природа изотопов; 2)условия выпадения радионуклидов и количество атмосферных осадков; 3) режим существования почво-растительного комплекса; 4) антропогенные воздействия на почву (ее влажность, интенсивность промывного режима); 5) особенности минерального и органического состава почвы. Накопление радионуклидов в урожае сельскохозяйственных культур можно снизить путем использования различных агрохимических и агротехнических приемов:1) *общепринятые мероприятия в агропромышленном производстве*: \*улучшение условий питания растений; \*усиление антагонизма между ионами радионуклидов и ионами солей вносимых удобрений; \*образование плохо растворимых соединений радионуклидов с удобрениями. 2) *специальные приемы* : \*механическое удаление верхнего загрязненного слоя почвы; \*глубокая вспашка с захоронением загрязненного верхнего слоя почвы; \*фитомелиорация загрязненных почв; \* внесение в почву специальных мелиораторов; \*специальный подбор сельскохозяйственных растений для выращивания на загрязненных территориях. В 1990 году были установлены Республиканские контрольные уровни, а позже – Республиканские допустимые уровни, учитывая как естественный спад радиации так и мероприятия по снижению количества радиоактивных веществ, рацион питания людей, их социальное положение и др. Используя РДУ-2001, нужно учитывать, чтобы в рационе питания было меньше продуктов с относительно высоким содержанием радионуклидов. Необходимо помнить, что стохастические эффекты при воздействии радиации на здоровье человека проявляются именно при малых дозах облучения и соблюдение мер безопасности при организации питания – актуальная задача каждого человека.

**23. Нормы радиационной безопасности.**

Согласно НРБ-2000 цель радиационной безопасности – охрана здоровья населения. НРБ-2000 состоит из 7 разделов. *1-ый «Общие положения»*: физ.лица делятся на *персонал* (физ. Лица, работающие с источником излучения или находящ. по работе в условиях их воздействия) и *население* (все лица, включая персонал вне работы с источником излучения). Для обеспечения радиационной безопасности используют принципы *нормирований* (непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения человека от всех источников излучения), *обоснования* (запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения), *оптимизации* (поддержание на возможно низком уровне экономич. и соц. факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц). *2-й «Требования к ограничению техногенного облучения»* Эффективная доза для персонала не должна превышать 1000мЗв за 50лет, а для населения 70мЗв за 70лет. *3-й раздел «Требования к защите от природного облучения в производственных условиях»* Эффективная доза облучения не должна превышать 5мЗв в год.*4-й раздел «Требования к ограничению облучения населения »* не более 1мЗв в год через органы пищеварения. *5-й раздел «Требования к органич. облучения населения в условиях радиационной аварии»* срочное вмешательство-1Гр в течении 2-х суток. Временное отселение-более 30мЗв в месяц и до тех пор, пока на тер-рии не установится уровень в 10мЗв в месяц. Отселение –более 50млЗв в месяц. *6-й раздел «Требования к контролю за выполнением норм»* контроль возлагается на администрацию, контроль за облучением населения возлагается на местные исполкомы. Гос.Надзор за выполнением норм радиационной безопасности осуществляют органы санитарно-эпидемологич. службы минестерства здравоохранения рб. *7-й раздел «пояснения к приложениям»*

**24. Законодательные акты и регламентирующие документы по защите населения и хозяйственных объектов от радиоактивного загрязнения.**

ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
5 мая 1998 г. N 141-З  
О ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА  
Принят Палатой представителей 9 апреля 1998 года  
Одобрен Советом Республики 16 апреля 1998 года Настоящий Закон регулирует отношения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, являющиеся в современных условиях важнейшей частью обеспечения безопасности. Настоящий Закон определяет общие организационно-правовые нормы в области защиты граждан Республики Беларусь, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории Республики Беларусь, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах Республики Беларусь или ее части, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей среды (далее - территория) от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (далее - чрезвычайная ситуация).

**25.Государственная программа по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.**

Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011 - 2015 годы и на период до 2020 года Утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31.12.2010 № 1922 (с изменениями и дополнениями). Ответственный заказчик – МЧС в лице Департамента по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. Научное обеспечение реализации мероприятий государственной программы включает следующие направления: \*оценка отдаленных медицинских последствий аварийного облучения лиц потенциально повышенного радиационного риска; \*совершенствование методов реконструкции доз облучения для уточнения индивидуализированных накопленных доз облучения лиц, включенных в Государственный регистр лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий; \*научное решение проблем радиационной защиты населения и применения защитных мероприятий в сельском и лесном хозяйстве, радиоэкологических проблем природных комплексов.