

3. Объединенному институту ядерных исследований- 55 лет: 029 Сб. Ст.- Дубна: ОИЯИ, 2011,17-79стр.
4. Дубна Остров стабильности. Юбилейное издание очерков по истории Объединенного института ядерных исследований. 2006 г.

УДК 504.32:54

РАДОН И ЕГО ВКЛАД В ОБЛУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ

Хамыт Ахмедияр Айтмаханұлы

Ahmediyar_kaznu@mail.ru

Магистрант 2 курса специальности «Ядерная физика» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,

Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель –А.Г.Шаханова

Радон - радиоактивный химический элемент 18 группы периодической системы Менделеева; атомный номер 86, относится к *инертным газам*. Три α -радиоактивных изотопа радона встречаются в природе как члены естественных *радиоактивных рядов*: ^{219}Rn (член ряда актиноурана; период полураспада $T_{1/2}=3,92 \text{ сек}$); ^{220}Rn (ряд тория, $T_{1/2}=54,5 \text{ сек}$) и ^{222}Rn (ряд урана — радия, $T_{1/2} = 3,823 \text{ сут}$). Изотоп ^{219}Rn называется также актинон (An), ^{220}Rn — торон (Tn), а ^{222}Rn называется истинным радоном и часто обозначают просто символом Rn. Искусственно, с помощью ядерных реакций получено свыше 20 изотопов радона с массовыми числами между 201 и 222. Для синтеза нейтроно-дефицитных изотопов радона с массовыми числами 206—212 в Объединённом институте ядерных исследований (г. Дубна, СССР) создана специальная газохроматографическая установка, позволяющая за полчаса получать сумму этих изотопов в радиохимически чистом виде.

Открытие радона — результат ранних работ по изучению *радиоактивности*. В 1899 американский физик Б. Оуэнс обнаружил, что при распаде Th образуется некая радиоактивная субстанция, которую можно удалить из растворов, содержащих Th, потоком воздуха. Эту субстанцию Э. Резерфорд назвал эманацией. В 1899 Резерфорд, работавший тогда в Канаде, доказал, что открытая Оуэнсом эманация тория — радиоактивный газ. В том же году Э.Дорн в Германии и А. Дебьерн во Франции сообщили, что и при распаде радия образуется эманация (эманация радия, радон). В 1903 была открыта и эманация актиния, актинон (природные изотопы радона и в настоящее время часто называют эманациями). Таким образом, в случае радона учёные практически впервые столкнулись с существованием у одного элемента нескольких разновидностей атомов, которые позднее и были названы изотопами. Э. Резерфорд, У. Рамзай, Ф. Содди и другие показали, что эманация радия — новый химический элемент, относящийся к инертным газам. За способность люминесцировать в конденсированном состоянии радон предполагали назвать нитоном.

Радон — один из самых редких элементов. Содержание его в земной коре глубиной до 1,6 км около 115 т. Образующийся в радиоактивных рудах и минералах радон постепенно поступает на поверхность земли, в гидросферу и в атмосферу. Средняя концентрация радона в атмосфере около 6-10% (по массе); в морской воде — до 0,001 пкюри/л.

При нормальных условиях радон — газ без цвета, запаха и вкуса; $T_{\text{кип}} -61, 8 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{плав}} -71 \text{ }^\circ\text{C}$. Плотность при 0 °C около 9,9 г/л. В 1 объёме воды при 0 °C растворяется около 0,5 объёма радона (в органических растворителях значительно больше). На внешней электронной оболочке атома радона находится 8 электронов (конфигурация $6s^2 6p^6$), именно поэтому химически радон весьма недейтелен. Как и ксенон, радон даёт фторид (вероятно, состава RnF_2), который при 500°C восстанавливается водородом до элементарного радона. Как установил Б. А. Никитин, радон может образовывать *клатраты* с водой, фенолом, толуолом и т.д.

Для получения радона (его изотопа ^{222}Rn) через водный раствор соли радия пропускают ток газа (азота, аргона и т.п.). Прошедший через раствор газ содержит около 10 - 5 % радона. Для извлечения радона используют или его способность хорошо сорбироваться на пористых телах (активный уголь и др.), или специальные химические методы. Доступные количества чистого радона не превышают 1 мм^3 .

Радон сильно токсичен, что связано с его радиоактивными свойствами. При распаде радона образуются нелетучие радиоактивные продукты, которые с большим трудом выводятся из организма. Поэтому при работе с радоном необходимо использовать герметичные боксы и соблюдать меры предосторожности.

Радон применяют в основном в медицине. Воды, содержащие радон, используют при лечении заболеваний нервной и сердечно-сосудистой систем, органов дыхания и пищеварения, костей, суставов и мышц, гинекологических заболеваний, болезней обмена веществ и др.

На определении концентрации радона в приповерхностном слое воздуха основаны эманационные методы геологической разведки, позволяющие оценить содержание U и Th в почвах, в прилегающих к поверхности горных породах и т.д. Используется радон также в научных исследованиях. По радиоактивности радона, находящегося в равновесии с U или Th, иногда определяют содержание этих элементов, например в образцах горных пород. Изучение изменений структуры твёрдых веществ эманационным методом основано на измерении скорости выделения радона при нагревании из твёрдых образцов, содержащих радиоактивные изотопы, - предшественники радона в радиоактивных рядах ^{232}Th или ^{235}U .

Лишь относительно недавно ученые поняли, что наиболее весомым из всех естественных источников радиации является невидимый, не имеющий вкуса и запаха, тяжелый газ (в 7,5 раза тяжелее воздуха) радон. Согласно текущей оценке научного комитета по действию атомной радиации при Организации Объединенных наций (НКДАР ООН), радон, вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада, ответственен примерно за 3/4 годовой индивидуальной эффективной эквивалентной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации, и примерно за половину этой дозы от всех естественных источников радиации. Большую часть этой дозы человек получает от радионуклидов, попадающих в его организм вместе с вдыхаемым воздухом, особенно в непроветриваемых помещениях.

Еще большую опасность представляет попадание паров воды с высоким содержанием радона в легкие вместе с вдыхаемым воздухом, что чаще всего происходит в ванной комнате. При обследовании домов оказалось, что, в среднем, концентрация радона в ванной комнате примерно в три раза выше, чем на кухне; и приблизительно в 40 раз выше, чем в жилых комнатах.

Доля домов, внутри которых концентрация радона и его дочерних продуктов составляет от 1000 до 10000 Бк/м³, лежит в пределах от 0,01 до 0,1% в различных странах. Это означает, что немалое количество людей подвергаются заметному облучению из-за высокой концентрации радона внутри домов, где они живут. Однако в странах, где этот вопрос не стоит так остро как в Швеции, 3/4 коллективной эквивалентной дозы, получаемой населением этих стран за счет радона, складывается из доз облучения в домах с удельной радиоактивностью воздуха в помещениях менее 100 Бк/м³. Эффективная эквивалентная доза облучения от радона и его дочерних продуктов составляет в среднем около 1,2 мЗв в год.

Завершая эту статью, можно подвести краткие итоги и суммировать все составляющие по облучению человека от естественных радионуклидов, рассмотренные выше: от внешнего космического излучения 0,35 мЗв, от внутреннего (космического и земного происхождения) излучения $0,2 + 0,36 = 0,56$ мЗв, внешнего облучения от земли 0,35 мЗв, от внутреннего облучения радоном 1,2 мЗв. Облучение от естественного радиационного фона составляет примерно $\sim 2,46$ мЗв в год, что вполне допустимо нормативными документами соответствующих служб.

Еще раз обращаем внимание, что это усредненные величины, максимальное превышение над средним уровнем может достигать одного порядка. Для сравнения на рис. 1 показаны средние дозы, полученные за год, в среднем, жителем Казахстана и в мире в целом от естественных и техногенных источников.

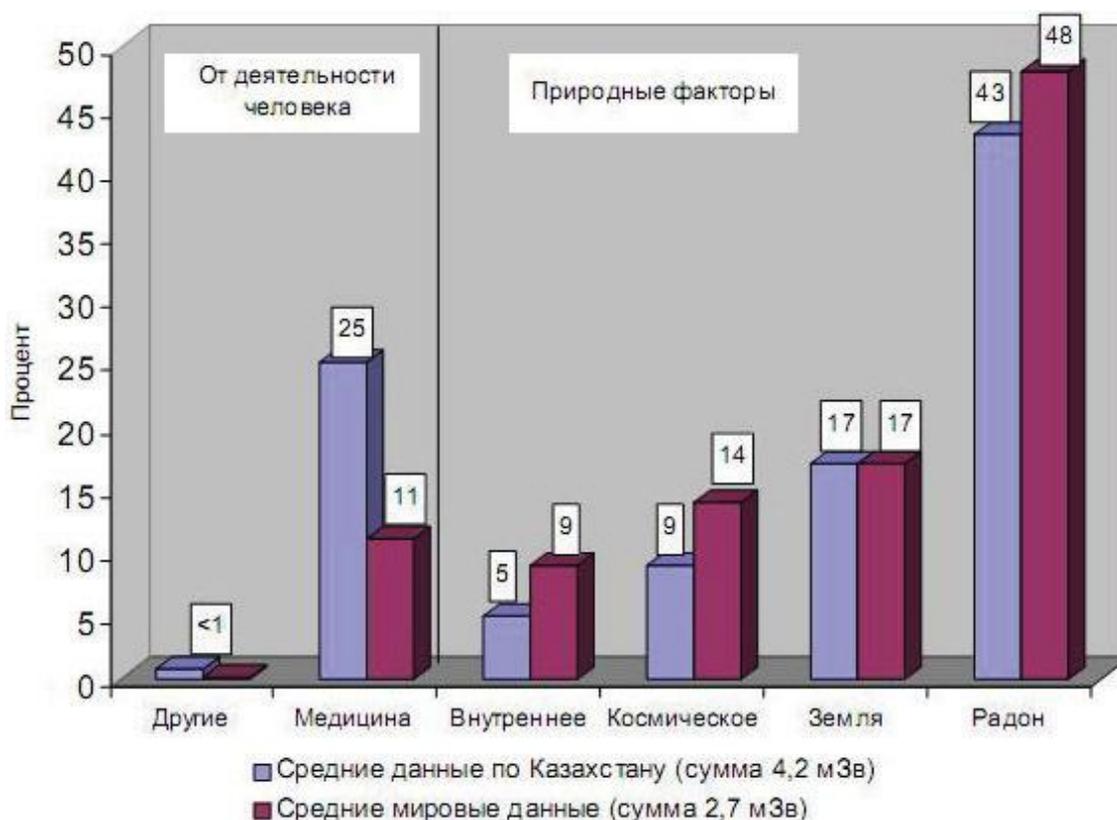


Рис. 1. Вклад различных источников ионизирующей радиации в облучение населения всей Земли и населения Республики Казахстан

Исходя из проделанного анализа, можно сделать вывод, максимальный уровень концентрации радона в жилых помещениях и общественных зданиях объясняется тем, что в городе помимо естественных источников радона, таких как вода, почва и т.д., вклад вносят строительные материалы, особенно бетон, красный кирпич, доменный шлак, зольная пыль, образующаяся при сжигании угля и других техногенных процессах.

Список использованных источников

1. Бэгнал К., Химия редких радиоактивных элементов. Полоний — актиний. (пер. с англ.), - М.: 1960;
2. Бердонос С.С., Инертные газы вчера и сегодня. -М.: 1966.
3. Перцов Л. А., Ионизирующие излучения биосферы. М.: 1973.
4. Ядерное общество Казахстана. Ассоциация. Естественные источники радиации. Астана, 2014. С 35-36