



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»**

студенттер мен жас ғалымдардың  
XII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»**

PROCEEDINGS  
of the XII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»**



14<sup>th</sup> April 2017, Astana



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**«Ғылым және білім - 2017»  
студенттер мен жас ғалымдардың  
XII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS  
of the XII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2017»**

**2017 жыл 14 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**

**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2017

## РАСЧЕТ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ОТ ЕСТЕСТВЕННОГО КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Советбек Габит Диханбекұлы

[Tentative\\_1993@mail.ru](mailto:Tentative_1993@mail.ru)

Магистрант 1 курса физико-технического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана  
Научный руководитель – Г.А.Шаханова

Среди вопросов, представляющих научный интерес, немногие приковывают к себе столь постоянное внимание общественности и вызывают так много споров, как вопрос о действии радиации на человека и окружающую среду.

Под термином радиация или ионизирующее излучение понимают лучеиспускание или излучение какого либо тела. Ионизирующее излучение – это особый вид энергии, который образуется в результате различных превращений в атомах или ядрах. От других видов энергии, например электрической, оно отличается двумя особенностями. Во-первых, ионизирующее излучение проникает в тело человека и в любые другие материалы на разную глубину в зависимости от вида и энергии этого излучения, а также плотности вещества или тканей, на которые оно воздействует. Отсюда и термин "проникающее излучение" – это синоним термина "радиация". Во-вторых, все виды этого излучения не просто проходят сквозь ткани, а взаимодействуют с веществом: ядрами, атомами, молекулами, вызывая появление в них на короткое время электрически заряженных частиц – ионов. Отсюда и термин "ионизирующее излучение" [1].

Радиационный фон на Земле (естественное облучение) складывается из следующих компонентов:

космического излучения;

излучения земного происхождения от рассеянных в земной коре, воздухе, воде и других объектах внешней среды природных радионуклидов;

излучение от искусственных (техногенных) радионуклидов [2].

Естественное облучение отличается от облучения других источников радиации:

оно имеет другую природу;

относительно постоянно в течение длительного периода времени на определенной изучаемой территории;

непрерывно воздействует на все элементы биосферы, в том числе и на все население Земли.

В современный период природный радиационный фон во многих случаях дает подавляющий вклад в суммарное облучение растений, животных и человека.

И хотя уровень естественного фонового облучения для данной территории в среднем стабилен, но при переходе от района к району концентрации и мощности доз от естественных источников могут существенно колебаться. В связи с этим представляет практический интерес знание не только средних значений концентрации и мощности доз, но и их величины. В этом случае мы можем выяснить значимость дополнительного облучения от искусственных источников излучения.

В данной статье мы попытаемся сделать оценку вклада космических лучей на радиационный фон Земли и Республики Казахстан в частности.

Для определения вреда, который радиация наносит организму человека (внешнее облучение), используется понятие эффективной эквивалентной дозы [2].

Эффективная эквивалентная доза учитывает три аспекта:

- количество энергии излучения (в джоулях), поглощенной органом или тканью (на единицу массы);

- вид излучения (разные виды излучений отличаются по степени опасности);

- чувствительности разных органов и тканей человека к излучению.

Она рассчитывается по формуле:

$$E = W_R \times W_T \times D \quad (1)$$

где  $W_R$  – коэффициент, учитывающий опасность излучения (коэффициент качества);  $W_T$  – коэффициент, учитывающий чувствительность к излучению органа или ткани;  $D$  – поглощенная доза.

Мощность дозы – приращение дозы излучения за единицу времени. Эта величина имеет размерность соответствующей дозы (поглощенной, эквивалентной, отнесенной к единице времени, мкЗв/час; мкЗв/год).

Космические лучи – элементарные частицы и ядра атомов, родившиеся и ускоренные до высоких энергий во Вселенной. Космическое излучение складывается из частиц, захваченных магнитным полем Земли, галактического космического излучения и корпускулярного излучения Солнца. Оно состоит из протонов (92%), альфа частиц (7%), ядер атомов лития, бериллия, бора, углерода, азота, кислорода и др. (1%).

Энергетическое распределение этой первичной ядерной компоненты галактического космического излучения охватывает диапазон энергий от 100 до  $10^{14}$  МэВ. Частицы первичного космического излучения, непрерывно взаимодействуя с галактическими магнитными полями, становятся изотропно распределенными в пространстве и их поток практически постоянен во времени.

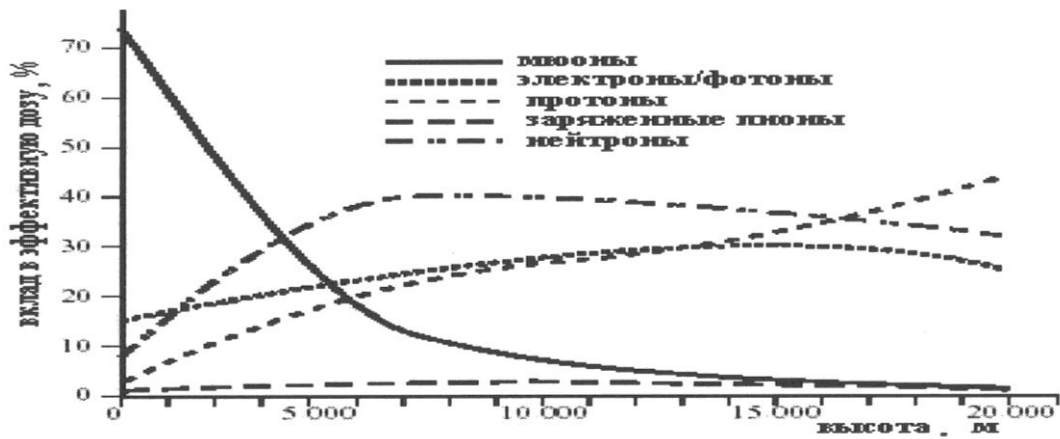
По результатам проведенных многочисленных исследований было установлено, что эффективная доза галактического космического излучения в межпланетном пространстве в год составляет 0,5 – 1 Зв и зависит от фазы активности Солнца.

Вторая компонента космических лучей образуется вблизи поверхности Солнца в результате магнитных возмущений. Она состоит, в основном, из протонов, энергия которых ниже 100 МэВ. Только мощные солнечные вспышки могут достигать поверхности Земли. Эта компонента космического излучения изменяется со временем, изменяется и ее интенсивность. Она проявляется на фоне первой компоненты обычно в течение нескольких часов.

Магнитное поле Земли частично уменьшает интенсивность космической радиации, достигающей верхних слоев атмосферы Земли и только частицы очень высоких энергий могут проникать в низкие магнитные широты. Это создает так называемый геомагнитный широтный эффект с минимумом интенсивности и мощности дозы космического излучения на экваторе и максимумом вблизи геомагнитных полюсов.

Третья компонента формируется за счет высокоэнергичных частиц первичного космического излучения. Частицы взаимодействуя с ядрами, атомами и молекулами воздуха атмосферы Земли, генерируют вторичные частицы. Это протоны, нейтроны, пионы и ядра с небольшими зарядами. Вторичные нуклоны генерируют новые ядра, вызывая ядерный каскад.

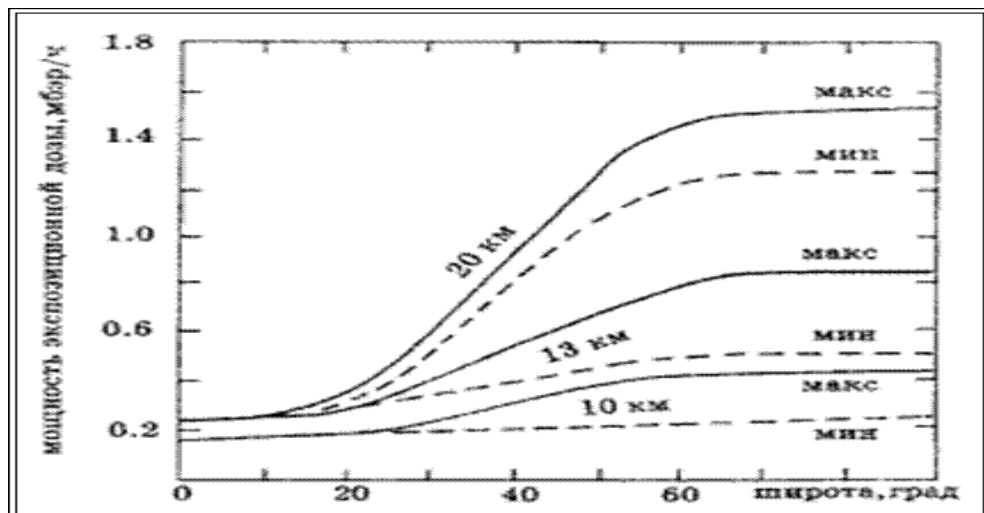
На рисунке 1 приведены компоненты космического излучения, которые формируют эффективную дозу в атмосфере Земли [1].



**Рисунок 1.** Компонентный состав вторичного космического излучения

Из рисунка 1 видно, что основной вклад на поверхности Земли в дозу дает мюонная компонента, на высотах полетов самолета – нейтроны, электроны, позитроны, фотоны и протоны, на больших высотах надо учитывать ядерную компоненту вторичного космического излучения.

На рисунке 2 показано, что наибольшее действие космического внешнего облучения на человека связано с зависимостью космического излучения от высоты [2]



**Рисунок 2.** Величина солнечного излучения во время максимальной и минимальной активности солнечного цикла в зависимости от высоты местности над уровнем моря и географической широты

Из рисунка 2 видно, что при увеличении солнечной активности увеличивается космическое излучение и чем больше высота над уровнем моря тем больше и радиационный фон. Радиационный фон зависит как видно из рисунка 2, также от географической широты: на полюсах на 15% выше, чем на экваторе.

При определении мощности поглощенной дозы в воздухе, создаваемый космическим излучением на уровне моря, принято считать, что в 1 см<sup>3</sup> воздуха непосредственно ионизирующая компонента вторичного космического излучения образует 2,14 пар ионов в 1 секунду. Тогда мощность поглощенной дозы в воздухе можно определить так:

$$D = \frac{2,14 \frac{\text{пар.ион.}}{\text{см}^3} \times 33,85 \frac{\text{эВ}}{\text{пар.ион.}} \times 1,6 \times 10^{-13} \frac{\text{Дж}}{\text{МэВ}} \times 10^3 \frac{\text{г}}{\text{кг}}}{0,001293 \text{ г/см}^3} = 8,8 \text{ нГр/с} = 32 \text{ нГр/час} = 0,28 \text{ мГр/год} \quad (2)$$

Входящие в формулу (2) величины означают: энергию ионообразования  $E_{\text{ион}} = 33,85$  эВ на 1 пару ионов и плотность воздуха  $\rho = 0,001293$  г/см<sup>3</sup>. Многочисленные измерения дают такую же мощность поглощенной дозы. Вторичное космическое излучение обладает большой проникающей мощностью, поэтому годовая поглощенная доза принимается одинаковой для всех органов тела человека. С учетом широтного эффекта, при условии, что большинство населения (50 % в северном полушарии и 85% в южном) проживает на широтах ниже 30°, взвешенная по популяции средняя мощность поглощенной дозы в воздухе от ионизирующей компоненты составляет 31 нГр/час. Для этой компоненты, принимая радиационный взвешивающий коэффициент  $W_R = 1$ , получаем мощность эффективной дозы равной 31 нЗв/час или 270 мкЗв/год. Если учесть широту расположения Казахстана, то для ее населения мощность эффективной дозы равна 32 нГр/час или 280 мкЗв/год.

В таблице 1 приведены радиационный взвешивающие коэффициенты, величины которых рекомендуются МКРЗ [3]

Таблица 1.

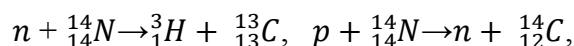
Радиационный взвешивающие коэффициенты

Вид излучения R	Диапазон энергий	$W_R$
Фотоны, электроны, мюоны	Все энергии	1
Нейтроны	<10 кэВ, >20 МэВ	5
	10, ..., 100 кэВ, 2, ..., 20 МэВ	10
	0,1 ..., 2 МэВ	20
Протоны	>2 МэВ, кроме протонов отдачи	5
Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	Все энергии	20

Оценим теперь внутреннее облучение человека космического происхождения [2].

Таких радионуклидов, вносящих основной вклад во внутреннее облучение, всего два. Это калий – 40 и углерод – 14. Космическое происхождение имеет только радиоуглерод  $^{14}\text{C}$ .

В результате ядерных реакций, например, таких



которые происходят в атмосфере под влиянием космических лучей, образуются следующие космогенные радионуклиды:  ${}^3_1\text{H}$ ,  ${}^7_3\text{Li}$ ,  ${}^{14}_6\text{C}$ ,  ${}^{22}_{11}\text{Na}$ . Затем они в небольших количествах, через вдыхаемый воздух, воду и продукты питания попадают в организм человека (показаны в таблице 2)

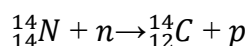
Среднее годовое поступление космогенных радионуклидов в организм человека

Радионуклиды	Поступление, Бк/год
${}^3\text{H}$	250
${}^7\text{B}$	50
${}^{14}\text{C}$	20000
${}^{22}\text{Na}$	50

Из таблицы 2 видно, что основной вклад во внутреннее облучение человека вносит радиоуглерод  ${}^{14}\text{C}$ .

Оценим, какую дозу получает человек, в среднем, от этого облучения [4]:

Углерод  ${}^{14}\text{C}$  имеет период полураспада  $T_{1/2} = 5730$  лет. Из всех ядерных реакций, идущих в верхних слоях атмосферы, выделяет реакцию захвата азотом  ${}^{14}\text{N}$  нейтронов, с вылетанием из ядра одного протона:



так как ядро занимает малую часть объема ядра, то нейтроны даже при большой плотности потока, редко попадают в ядро. Поэтому над  $1 \text{ см}^2$  земной поверхности за 1 с образуется в среднем 2,4 ядра  ${}^{14}\text{C}$ . Тогда на площадь Земли ( $S = 4\pi R^2$ ) ежегодно в атмосфере Земли образуется примерно 8 кг этого нуклида. Так как ядра распадаются, то на Земле имеется всего около 60 тонн  ${}^{14}\text{C}$ , из которых ежегодно распадается 8 кг углерода – 14. Для Земли 60 тонн – очень малая величина.

Подсчитаем скорость распада  ${}^{14}\text{C}$  в теле "среднего" человека. Известно, что в 1 г природного "живого" углерода происходит 15,3 распада  ${}^{14}\text{C}$  в минуту. Эта активность ниже фона, ее нельзя измерить с помощью счетчиков, поэтому используются масс-спектроскопические методы.

В человеке массой 70 кг содержится около 14 кг углерода. В 1 минуту в нем будет распадаться  $15,3 \times 10^3 \times 70 = 1,07 \times 10^6$  атомов, а в год –  $5,63 \times 10^{11}$  атомов  ${}^{14}\text{C}$ . Углерод  ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + e^-$  испытывает  $\beta^-$  распад с энергией  $0,156 \text{ МэВ} = 0,156 \times 10^6 \text{ эВ}$ . Тогда суммарная энергия всех  $\beta^-$ -частиц равна:

$$E = 0,156 \times 10^6 \text{ эВ} \times 1,6 \times 10^{-19} \times 5,63 \times 10^{11} = 0,014 \text{ Дж}$$

Эта энергия поглощается полностью человеком массой 70 кг. Эффективная эквивалентная доза есть отношение поглощенной энергии к массе:

$$D = \frac{0,014 \text{ Дж}}{70 \text{ кг}} = 2 \times 10^{-4} \text{ Зв} = 0,2 \text{ мЗв}$$

Число распадов углерода в теле человека в 1 минуту  $N = 1,07 \times 10^6$  атомов, тогда в 1 секунду оно составит  $n = \frac{1,07 \times 10^6}{60} = 17830$  распадов.

Что это значит? Это значит, что внутри тела среднего человека за каждую секунду, в среднем, только за счет радиоуглерода, происходит примерно 17800 распадов или ядерных превращений. Следовательно, тело человека является радиоактивным.

Но это только часть внутреннего облучения, потому что еще свой вклад в него дает радионуклид  ${}^{40}\text{K}$  и другие элементы. Наша цель – это оценка влияния космического излучения на радиационный фон, поэтому расчет  ${}^{40}\text{K}$  не входит в нашу задачу.

Проведенный анализ показал, что суммарные компоненты по облучению человека от космического излучения составляют:

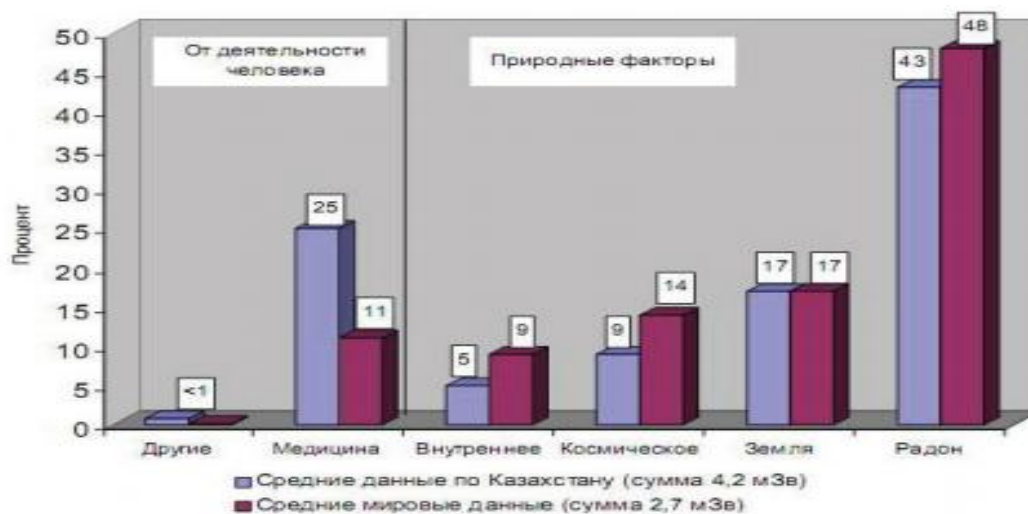
от внешнего космического излучения – 0,35 мЗв



от внутреннего космического излучения – 0,2 мЗв

Итого мы получаем 0,55 мЗв. Но надо отметить, что это усредненные величины, максимальное превышение над средним уровнем может достигать одного порядка.

На рисунке 3 показаны средние дозы, полученные за год, в среднем, жителем Казахстана и в мире в целом от естественных и техногенных источников [2].



**Рисунок 3.** Вклад различных источников ионизирующей радиации в облучение населения всей Земли и населения Республики Казахстан

#### Список использованных источников

1. Сахаров В.К. Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений. – М.: Учебное пособие, 2013 г., 268 с.
2. КазАтомПром. Естественные источники радиации. – Астана: 2014 г., 40 с
3. Нормы радиационной безопасности Республики Казахстан. – Астана: 1999 г., 30 с
4. Леенсон И.А. Радиоактивность внутри нас. – М.: Научный журнал, ||Химия и жизнь, №7, 2009 г.

УДК 502.504

### ВЛИЯНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ УРАНА И КАЛИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ

Советханов Е.К., Торбек Г.Н.

[e.sovetkhanov@gmail.com](mailto:e.sovetkhanov@gmail.com), [torebek\\_gn@mail.ru](mailto:torebek_gn@mail.ru)

Студенты 4-го курса физико-технического факультета ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Нучный руководитель – А.Сарсенов

#### Введение

В литературе [1] имеется публикация, посвященная изучению влияния различных факторов на свойства воды. Общеизвестно, также влияние радиоактивных излучений на изменение свойств чистой воды и водных систем. Однако, количественное изменение свойств воды, а также живых организмов, всегда, представляет определенный интерес в плане сравнительного изучения этих изменений до и после облучения. Живые организмы на 70-90% состоят из воды.

Качественные изменения биологических свойств живых организмов, например, измеренные методом биометрии, могут быть как положительные, так и отрицательные.