

УДК 550.42

## ОБ УРОВНЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИАЦИИ НА БОРТУ ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА

© 2013 г. А.И. Сидорин

Гимназия № 1522, г. Москва, Россия

Приведены результаты измерений радиоактивности на борту самолета по трассе полетов в двух авиарейсах: из Москвы в Тиват и обратно. Измерения проводились ежеминутно во время всего полета (с момента взлета в аэропорту вылета и до посадки в аэропорту прибытия) одновременно двумя радиометрами РД1706. Полеты выполнялись на высоте около 10.7 км. После набора высоты и до начала снижения доза облучения держалась примерно на одном и том же уровне около 3 мкЗв/ч, что примерно в 30 больше, чем на земле. Сопоставление данных, полученных разными приборами и в разных полетах, показало их достаточно хорошее совпадение. На основе результатов выполненных измерений с помощью существующих методических рекомендаций оценена вероятность негативных последствий радиоактивного облучения для авиапассажиров. Для одного полета при среднем уровне солнечной активности она оказалась пренебрежимо малой – около  $3 \cdot 10^{-7}$ .

*Ключевые слова:* естественная радиация, радиационная опасность, авиационные полеты.

### Введение

Человек, находящийся на уровне моря, надежно защищен от губительного космического ионизирующего излучения мощным слоем атмосферы. Однако с высотой эта защита ослабевает, и на высоте около 10 км, где осуществляют регулярные рейсы современные пассажирские самолеты, уровень излучения заметно увеличивается.

Эта проблема вызывает большой интерес и тревогу у населения. Это, в частности, легко обнаружить, просматривая Интернет. К сожалению, официальная информация по этому вопросу труднодоступна, да и население не склонно ей доверять. Поэтому некоторые авиапассажиры, вооружившись дозиметрами, проводят в полетах собственные измерения. Результаты размещаются в Интернете. Однако, как правило, приводятся данные единичных измерений, которые трудно интерпретировать и использовать для каких-то оценок.

В настоящей работе приведены и проанализированы результаты подробных измерений мощности эквивалентной дозы (МЭД) естественного радиационного излучения на борту пассажирского самолета во время двух авиарейсов длительностью около трех часов каждый.

### Методика измерений

Наблюдения осуществлялись во время двух авиаперелетов Москва – Тиват и Тиват – Москва, расстояние между Москвой и Тиватом – 2011 км, время в полете от взлета до посадки составляло около трех часов. Уровень радиоактивности измерялся двумя идентичными индикаторами радиоактивности РД1706 [1], хорошо зарекомендовавшими себя в моих предыдущих исследованиях [2, 3]. Приборы располагались в непосредственной близости друг от друга на книге, лежавшей на откидном столике. Во время взлета и посадки, когда откидным столиком пользоваться запрещено, книга держалась в руках по возможности так, чтобы приборы находились в том же пространственном положении, что и во время основной части полета с откинутым столиком.

Еще до взлета измерялся радиационный фон. Собственно эксперимент начинался в момент взлета самолета – за первый (фактически нулевой) отсчет принимались показания приборов в момент отрыва шасси самолета от взлетной полосы. В первом полете оба прибора были включены одновременно, во втором – измерения прибором № 2 были начаты с задержкой 15 с.

Показания обоих приборов считывались одновременно каждую минуту по секундомеру. Продолжительность обоих полетов составляла без нескольких минут три часа, поэтому в каждом полете были получены по два массива данных, включающих почти 180 отсчетов в каждом.

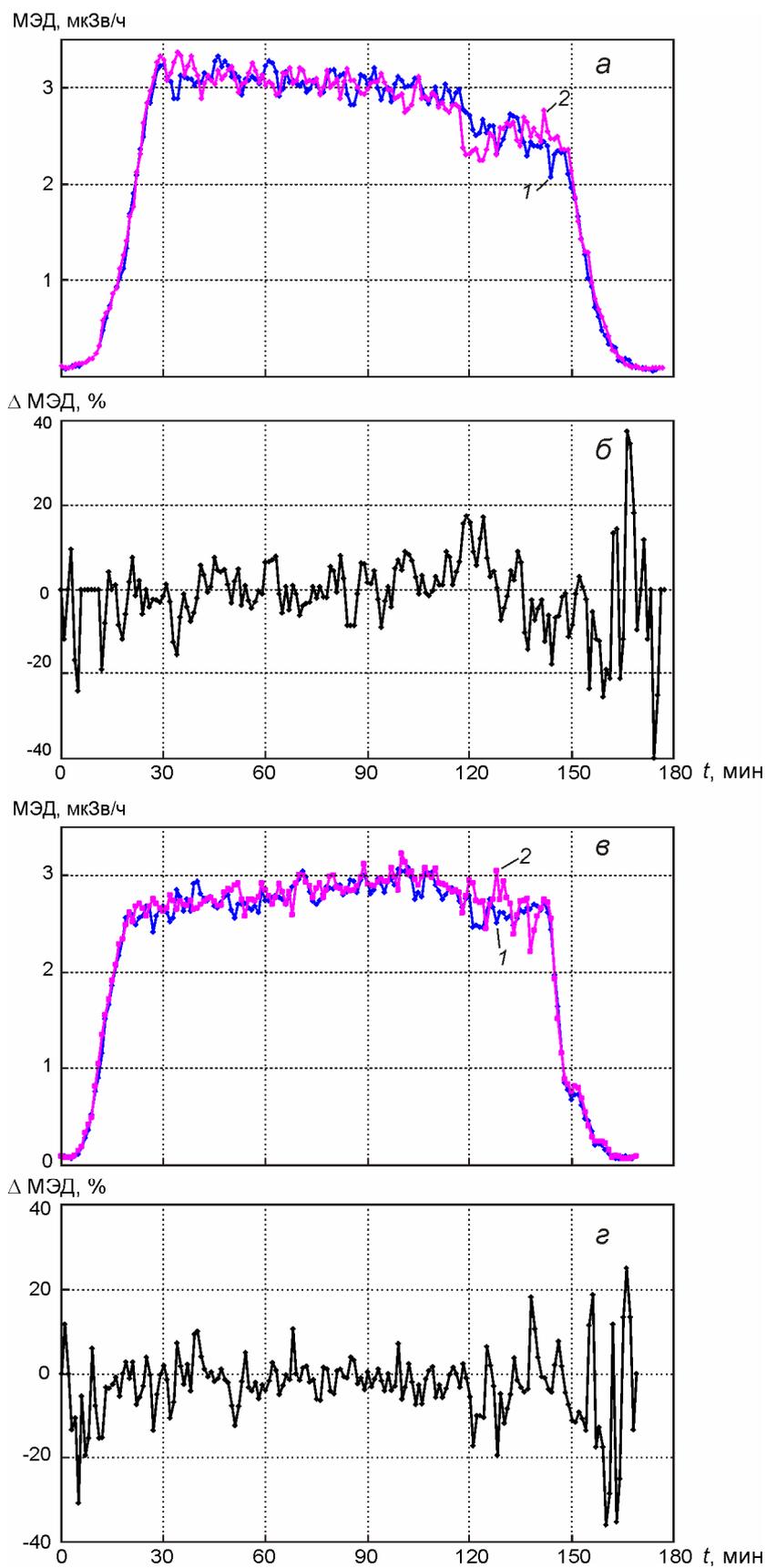
### Результаты измерений

Результаты измерений МЭД, выполненных как в первом (Москва – Тиват), так и во втором (Тиват – Москва) полете, представлены на рис. 1. На рис. 1, *а* приведены данные измерений двумя приборами в первом полете, а на рис. 1, *б* – относительная разность показаний двух приборов в этом полете:  $\Delta\text{МЭД} = 2 (\text{МЭД}_1 - \text{МЭД}_2) / (\text{МЭД}_1 + \text{МЭД}_2)$ , где МЭД<sub>1</sub> и МЭД<sub>2</sub> – показания первого и второго прибора соответственно. Результаты измерений во втором полете (Тиват – Москва) представлены аналогичным образом на рис. 1, *в*, *г*.

На графиках рис. 1, *а* отчетливо выделяются несколько этапов полета. Во время набора высоты происходит быстрый рост значений МЭД. После перехода в стадию горизонтального похода значения МЭД сохраняют довольно стабильный уровень с небольшим трендом в сторону меньших значений. Около 120-й минуты полета видно резкое уменьшение МЭД примерно на 0.3 мкЗв/ч, это значение сохраняется примерно в течение 30 мин. Видимо, это был переход на меньшую высоту. Затем начался новый этап рейса – снижение.

График второго полета (см. рис. 1, *в*) практически идентичен графику на рис. 1, *а*. Наиболее существенное различие связано с направлением тренда: во втором полете на стадии горизонтального полета наблюдается тенденция увеличения значений МЭД. Повидимому, это связано с зависимостью уровня радиации от широты – как известно, в более высоких широтах она возрастает. Как и в первом полете, можно отметить предварительный переход на меньшую высоту.

Необходимо отметить хорошее совпадение результатов измерений, сделанных двумя разными приборами. Это наблюдалось как в первом, так и во втором полете. На графиках рис. 1, *а*, *в* видно, что большие отличия были лишь в начале и конце каждого полета. Но эти участки соответствуют маленьким значениям измеряемых величин, деление на которые приводит к увеличению относительных различий показаний двух приборов.



**Рис. 1.** Результаты измерений МЭД (а, е) и относительная разность показаний двух приборов (б, з) в первом (а, б) и втором (е, з) полетах

1 – прибор № 1; 2 – прибор № 2

Радиоактивность носит статистический, нестабильный характер, а каждый цикл измерений прибора РД1706 длится 26 с. В данном случае между интервалами измерений приборов возможен сдвиг во времени, что могло стать основной причиной различия показаний между ними. Эта причина особенно ярко проявлялась при быстрых изменениях уровня радиоактивности на участках взлета и посадки самолета.

Несмотря на статистический характер радиоактивности, отличия показаний двух приборов на стабильных участках полета невелики. Для более внимательного изучения этого вопроса были рассмотрены показания приборов на участке вблизи середины маршрута. Для этого анализировались интервалы длительностью 25 мин каждый, причем центральная точка была выбрана ровно в середине полета по времени его общей продолжительности. Первый полет от взлета до приземления длился 177 мин, а второй – 173 мин, поэтому для первого полета изучались данные с 77 по 101, а для второго – с 73 по 97 мин. В итоге получились 4 массива данных, каждый из 25 чисел, – всего 100 чисел.

Для каждого из четырех массивов с помощью программного обеспечения EXCEL была рассчитана описательная статистика. Основные полученные при этом параметры сведены в таблице.

Прежде всего, отметим близость между собой оценок среднеарифметических значений и медиан, полученных в каждом из четырех массивов. Для первого полета это 3.028 и 3.03 мкЗв/ч (прибор № 1) и 3.006 и 3.0 мкЗв/ч (прибор № 2) соответственно. Аналогичные значения для второго полета: 2.868 и 2.67 мкЗв/ч (прибор № 1) и 2.909 и 2.89 мкЗв/ч (прибор № 2). Это можно расценивать как свидетельство симметрии распределений относительно среднего значения.

#### Основные результаты статистической обработки измерений в середине маршрута

Полет	Вид оценки	МЭД1	МЭД2	МЭД1 – МЭД2	$\Delta$ МЭД <sub>отн</sub> , %	МЭД <sub>ср</sub>
1-й	Среднее	3.028 ± 0.046	3.006 ± 0.041	0.022	0.73	3.017 ± 0.03
	Медиана	3.03	3.0	0.03	1.0	3.015
2-й	Среднее	2.868 ± 0.032	2.909 ± 0.034	-0.042	-1.44	2.889 ± 0.024
	Медиана	2.87	2.89	-0.02	-0.69	2.89
Оба	Среднее	3.017 ± 0.03	2.889 ± 0.024	0.128	4.33	2.953 ± 0.023
	Медиана	3.015	2.89	0.125	4.23	2.96

*Примечания.* МЭД1 – среднее значение, или медиана массива, по данным прибора № 1 или первого полета по данным обоих приборов (строка «Оба»); МЭД2 – среднее значение, или медиана массива, по данным прибора № 2 или второго полета по данным обоих приборов (нижняя строка); (МЭД1 – МЭД2) – разность соответствующих средних значений, или медиан массивов, по данным приборов № 1 и № 2 или первого и второго полетов по данным обоих приборов (строка «Оба»).

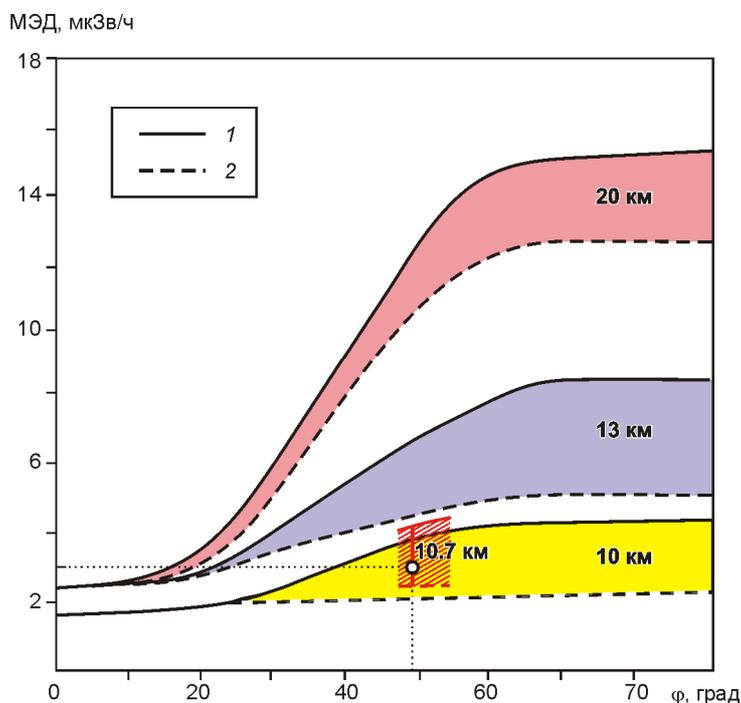
Приведенные в таблице значения убедительно подтверждают сделанные выше выводы о хорошем совпадении результатов измерений, выполненных двумя разными приборами. В первом полете разность средних значений МЭД, полученных в результате измерений двумя различными приборами, оказалась меньше 1 %, точнее – 0.73 %. Разность медиан примерно такая же – 1 %. Практически совпали и результирующие оценки среднеарифметического значения и медианы МЭД для первого полета при совместном использовании данных обоих приборов: 3.015 и 3.017 мкЗв/ч соответственно.

Во втором полете разность средних значений МЭД, полученных в результате измерений двумя различными приборами, оказалась отрицательной и несколько большей по абсолютной величине:  $-1.44\%$ . При этом разность медиан составила  $0.69\%$ . Результирующие оценки среднеарифметического значения и медианы МЭД при совместном использовании данных обоих приборов совпали:  $2.889$  и  $2.89$  мкЗв/ч соответственно. Такое совпадение свидетельствует о высокой надежности полученных результатов и открывает возможность сопоставления полетов между собой. Представленные в таблице результаты такого сопоставления показывают, что МЭД в центральной части маршрута в первом полете была примерно на  $4\%$  больше, чем во втором ( $4.33\%$  по среднеарифметическим значениям и  $4.23\%$  по медианам).

Полученные различия между полетами могут быть связаны, например, с разницей высот полетов в прямом и обратном направлении. Если, не обращая внимания на имеющиеся различия данных, полученных в двух полетах, обработать весь массив, состоящий из  $100$  чисел, получим, что среднеарифметическое значение и медиана этого массива равны  $2.953$  и  $2.96$  соответственно. И в этом случае оценки, выполненные двумя способами, практически совпадают.

### Сопоставление измеренных значений МЭД с другими данными

Сравним полученные значения МЭД с данными о зависимости мощности радиационного излучения от высоты над поверхностью Земли (барометрический эффект) и широты местности (широтный эффект). Для этого воспользуемся рис. 4 из работы [4]. В несколько модифицированном виде он представлен в настоящей работе как рис. 2. На рисунке показаны зависимости МЭД от широты местности для трех значений высоты:  $10$ ,  $13$  и  $20$  км.

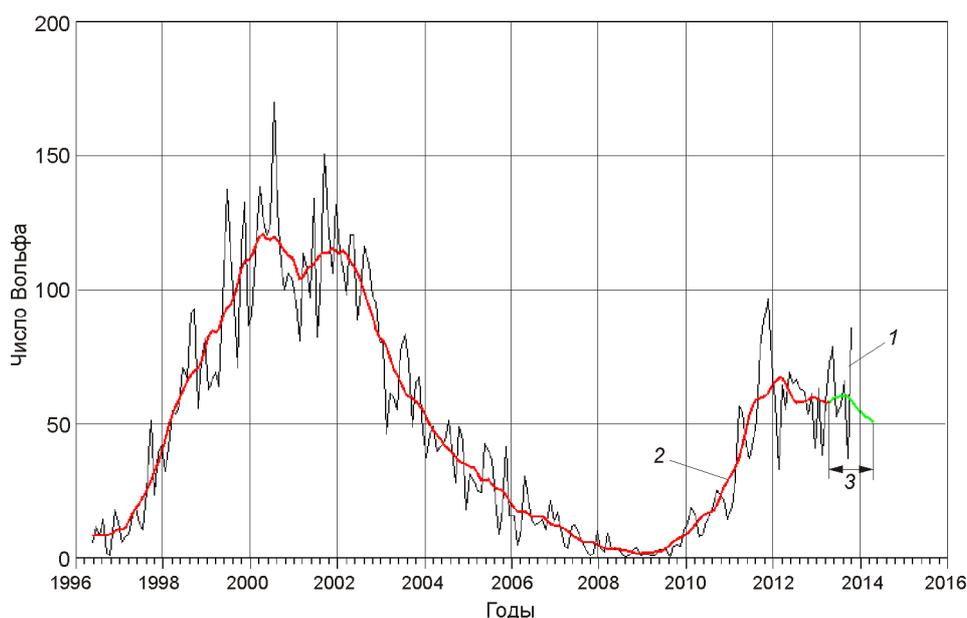


**Рис. 2.** Сопоставление полученных данных измерений МЭД с зависимостью солнечного излучения во время максимальной и минимальной активности солнечного цикла от высоты местности над уровнем моря  $H$  и географической широты  $\phi$  (модифицированный рис. 4 из работы [4]). Показаны верхняя (1) и нижняя (2) границы зон возможных изменений солнечного излучения; для высоты  $10.7$  км приведен фрагмент, полученный интерполяцией значений для  $10$  и  $13$  км

Для нанесения на этот рисунок значения  $MЭД = 3 \text{ мкЗв/ч}$ , полученного в результате выполненных измерений, нужно было знать широту местности  $\varphi$ . Поскольку приведенное значение  $MЭД$  получено для середины маршрута, широта была ориентировочно определена как среднее значение между широтой Москвы ( $55^\circ 45'$ ) и Тивата ( $42^\circ 26'$ ):  $\varphi \approx 49^\circ$ . Значение  $3 \text{ мкЗв/ч}$  попадает практически точно в середину интервала значений  $MЭД$  для высоты  $10 \text{ км}$ , т.е. оба полета проходили при среднем уровне солнечной активности.

Реально полеты (по крайней мере один) проходили, согласно объявлению командира экипажа во время полета, на высоте около  $10.7 \text{ км}$ . В связи с этим на рис. 2 нанесены соответствующие примерно ожидаемые границы  $MЭД$  для этой высоты. Они получены путем интерполяции данных для высот  $10$  и  $13 \text{ км}$ . Это мало изменило ситуацию: экспериментальная точка оказалась лишь немного ближе к границе, соответствующей низкому уровню активности.

На рис. 3 представлен график изменений солнечной активности (числа Вольфа) в 23-м и 24-м 11-летних циклах [5]. Видно, что 2013 год приходится примерно на максимум 24-го цикла. Однако сам максимум имеет значение, близкое к среднему уровню активности во время предыдущего солнечного цикла. Положение на рис. 2 точки, соответствующей значению  $MЭД = 3 \text{ мкЗв/ч}$ , согласуется с данными рис. 3. Однако надо принимать во внимание тот факт, что вклад Солнца в общее излучение атмосферы меньше вклада галактического излучения.



**Рис. 3.** Изменение среднемесячных (1), сглаженных (2) и прогнозируемых (3) значений чисел Вольфа в 23-м и 24-м 11-летних циклах солнечной активности [[http://www.solen.info/solar/images/cycles23\\_24.png](http://www.solen.info/solar/images/cycles23_24.png)]

### Оценка поглощенной дозы

Для правильной оценки поглощенной во время полеты дозы радиоактивного излучения нужно учитывать, что  $MЭД$  во время полета сильно меняется. В частности, при относительно небольшой длительности полета время набора высоты при взлете и снижения перед посадкой может составлять заметную часть общего полетного времени.

На этих участках полета происходят резкие изменения МЭД, а ее средние значения оказываются заметно меньше, чем на основном участке полета.

Учет реального характера изменений МЭД, фиксируемых в течение всего полета, был сделан на основе расчета доз, поглощенных в течение каждой отдельной минуты полета. Для этого значение МЭД (мкЗв/ч) в течение каждой минуты полета умножалось на 1/60 долю часа. Затем вычисленные таким образом значения суммировались.

В итоге оказалось, что эквивалентная поглощенная доза в первом полете составила 6.6, а во втором – 6.3 мкЗв. Если в качестве уровня радиоактивности на поверхности Земли принять среднее значение в аэропортах вылета на моменты взлета (нулевой отсчет в момент взлета), равное 0.1 мкЗв/ч, то в качестве оценки дозы, поглощенной человеком, находившимся в аэропорту, за такое же время, какое авиапассажир был в полете, получим значение около 0.3 мкЗв. Отсюда следует, что дополнительно поглощенная эквивалентная доза в первом полете составила 6.3, а во втором – 6.0 мкЗв.

### Обсуждение результатов

Итак, при полете из Тивата в Москву авиапассажир при среднем уровне солнечной активности поглощает дозу радиационного облучения примерно 6 мкЗв. Много это или мало? Для ответа на этот вопрос возможны несколько подходов.

*Сравнение с радиационным фоном на поверхности Земли.* По данным лаборатории радиационного контроля ЛРК-1 Московского инженерно-физического института (МИФИ) типичные значения радиационного фона в Москве на открытой местности и в помещениях составляют примерно 0.08–0.12 и 0.15–0.2 мкЗв/ч соответственно [6]. Если принять в качестве постоянного среднего уровня, общего для открытой местности и жилых помещений, МЭД = 0.12 мкЗв/ч, получим, что житель Москвы поглощает радиационную дозу 6 мкЗв за 50 ч, т.е. примерно за 2 сут.

При том же фоновом значении МЭД = 0.12 мкЗв/ч москвич за год поглощает примерно 1000 мкЗв радиационного облучения. Согласно данным [7], для жителя Санкт-Петербурга аналогичная величина заметно больше и составляет 1200–1400 мкЗв в год. Поэтому с точки зрения получения 6 мкЗв радиационного облучения, трехчасовой полет из Тивата в Москву эквивалентен пребыванию в Санкт-Петербурге в течение примерно 1.5 сут.

*Сравнение с техногенными источниками.* Наиболее распространенный источник воздействия на человека техногенных излучений – ионизирующие излучения, используемые в медицинских целях; их вклад в общее радиационное облучение человека составляет примерно третью часть [8, 9]. При этом облучение происходит в течение очень короткого времени, т.е. мощность радиационного облучения при медицинских обследованиях во много раз больше мощности космического излучения.

В Постановлении главного государственного врача Российской Федерации № 11 от 21.04.2006 г. «Об ограничении облучения населения при проведении рентгенорадиологических медицинских исследований» есть следующее требование (пункт 3.2): «Обеспечить соблюдение годовой эффективной дозы 1 мЗв при проведении профилактических медицинских рентгенологических исследований, в том числе при проведении диспансеризации». По данным разных публикаций при обычной флюорографии в двух проекциях с регистрацией на фотопленке поглощенная пациентом доза составляет в зависимости от чувствительности используемой фотопленки и конкретного значения высокого напряжения установки, от 500 до 3100 мкЗв. Даже в самом благоприятном случае это весьма значительная часть допустимой годовой дозы, а в

наихудшем варианте она в несколько раз ее превышает. Согласно данным официального документа [10], 10-летний ребенок при одном рентгеновском снимке придаточных пазух носа поглощает в среднем 320 мкЗв. Конечно, при использовании цифровых рентгеновских снимков дозы облучения пациентов заметно уменьшаются, но и они оказываются больше тех, что обычно получают авиапассажиры при относительно коротких перелетах.

*Оценка вероятности негативных последствий радиационного облучения.* Недавно принятые в Российской Федерации «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» [11] составлены «в соответствии с общепринятой в мире линейной беспороговой теорией зависимости риска стохастических эффектов от дозы, величина риска пропорциональна дозе излучения и связана с дозой через линейные коэффициенты радиационного риска». Это значит, что любая доза радиационного облучения – какой бы малой она ни была – повышает риск возникновения, пусть через достаточно длительный (вплоть до нескольких десятилетий) промежуток времени, злокачественных новообразований или наследственных эффектов.

В [11] «усредненная величина коэффициента риска, используемая для установления пределов доз персонала и населения, принята равной  $0.05 \text{ Зв}^{-1}$ ». При таком значении коэффициента риска для поглощенной в течение одного полета дозы 6 мкЗв получаем вероятность возникновения злокачественных новообразований или наследственных эффектов, равной  $3 \cdot 10^{-7}$ . Это в несколько раз меньше обозначенного в [11] уровня пренебрежимо малого риска, равного  $10^{-6}$ .

Согласно [11], пределы доз облучения в течение года устанавливаются исходя из следующих значений индивидуального пожизненного риска: для персонала –  $10 \cdot 10^{-3}$ ; для населения –  $5.0 \cdot 10^{-5}$ . Рассчитанная для населения на основе этих рекомендаций допустимая доза поглощения радиации в течение года составляет 1000 мкЗв. При этом в Нормах [11] особо оговаривается, что они не распространяются на космическое излучение на поверхности Земли, т.е. речь идет именно о дополнительной дозе.

Легко оценить вклад, который вносит в годовую допустимую норму доза, полученная каждым авиапассажиром в рассмотренном в настоящей работе полете по маршруту Тиват – Москва. Она составляет примерно 0.6 % допустимой годовой дозы радиационного облучения. При увеличении длительности полета, смещении маршрута в область высоких широт, росте солнечной активности и увеличении галактического излучения поглощаемые авиапассажирами дозы космического облучения увеличиваются. Например, по данным, полученным в результате осреднения результатов измерений за 45 лет (1958–2002 гг.), в течение 13-часового полета Нью-Йорк – Токио на максимальной высоте 43 тыс. футов (примерно 13 км) поглощается МЭД = 75.4 мкЗв [12]. Это примерно в 12.5 раз больше дозы, полученной во время полета из Тивата в Москву. Поскольку это средняя доза за 45 лет полетов, можно сделать вывод, что были и случаи превышения этого значения.

В результате солнечных вспышек и взрывов суперновых звезд могут возникать мощные потоки протонов, повышающие МЭД на высоте полета авиалайнеров в десятки раз. В связи с этим в США действует система экстренного оповещения о скачках солнечной активности (Solar Radiation Alert – SRA), которая оперативно оповещает Национальное управление США по океану и атмосфере, а то, в свою очередь, находящиеся в полете экипажи гражданских самолетов о случаях повышения эффективной дозы радиационного облучения на высоте 70 тыс. футов (примерно 21.3 км) до значений более 20 мкЗв/ч в течение трех последовательных 5-минутных интервалов [13].

ООО «НПО «Аэроэкология» предлагает с помощью специальных методик выбирать благоприятное время для совершения полетов, а также использовать легкие и компакт-

ные защитные костюмы для пассажиров, находящихся в группе риска. По данным [14] «такие защитные костюмы будут применяться на авиалайнерах российских авиакомпаний для поддержания их имиджа как транспорта высокой экологической безопасности, обслуживающего зимнюю Олимпиаду в г. Сочи».

### Заключение

Эквивалентная доза радиационного облучения, получаемая авиапассажем в течение одного 3-часового полета между Тиватом и Москвой при среднем уровне солнечной активности, составляет около 6 мкЗв. Согласно существующим в Российской Федерации нормам радиационной безопасности, риск возникновения в результате такого облучения опасных биологических эффектов следует признать пренебрежимо малым. Однако при мощных вспышках на Солнце и взрывах суперновых звезд уровень космического излучения может возрасти в десятки раз. При этом в особенно неблагоприятной ситуации могут оказаться пассажиры длительных авиарейсов в высоких широтах и на больших высотах.

### Литература

1. Индикатор радиоактивности РАДЭКС РД1706. Руководство по эксплуатации. 42 с.
2. Сидорин А.И. Самостоятельная оценка радиационной обстановки как средство охраны здоровья // Наука и технологические разработки. 2013а. Т. 92, № 1. С. 35–48.
3. Сидорин А.И. О радиационной обстановке на Камчатке после аварии на АЭС «Фукусима-1» // Геофизические процессы и биосфера. 2013б. Т. 12, № 2. С. 67–80.
4. Василенко О.И., Ииханов Б.С., Капитонов И.М., Селиверстова Ж.М., Шумаков А.В. Радиация. М.: МГУ, 1996. [Электронный ресурс]. URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation>
5. Solar Terrestrial Activity Report. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.solen.info/solar/images/cycles23\\_24.png](http://www.solen.info/solar/images/cycles23_24.png)
6. Азы науки о радиоактивности. М.: МИФИ, Лаборатория радиационного контроля ЛРК-1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.radiation.ru/begin/begin.htm>
7. Левин М.Н., Негроров О.П., Гутлин В.Р., Селиванова О.В., Иванова О.А. Природный радиационный фон: Уч. пособие для вузов. Воронеж: Издат.-полиграф. центр Воронеж. гос. ун-та, 2008. 52 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/399/65399>
8. Зеленков А.Г. Некоторые вопросы радиационной экологии. М.: МИФИ, 1990. 80 с.
9. Борисенко А.П., Украинцев Ю.Г. Лучевые нагрузки на пациента при легочной флюорографии. URL: <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=15104> (Опубл. 15.04.2004).
10. Контроль и ограничение доз облучения детей при рентгенологических исследованиях: Методические рекомендации. М.: Минздрав РФ, 1992. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=452269>
11. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарные правила и нормативы: СанПин 2.6.1.2523-09. [Электронный ресурс]. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/56/56325/>
12. Friedberg W., Copeland K. What aircrews should know about their occupational exposure to ionizing radiation. Washington, DC: Off. of Aerospace Med., 2003. 10 p. (Federal Aviation Administration. DOT/FAA/AM-03/16). Режим доступа: URL: [http://www.faa.gov/data\\_research/research/med\\_humanfacs/oamtechreports/2000s/media/0316.pdf](http://www.faa.gov/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/2000s/media/0316.pdf)
13. Copeland K., Sauer H.H., Friedberg W. Solar radiation alert system (Revised 30 May 2008). Final report. Washington, DC: Off. of Aerospace Med., 2009. 10 p. (Federal Aviation Administration. DOT/FAA/AM-09/6). URL: [http://www.faa.gov/data\\_research/research/med\\_humanfacs/oamtechreports/2000s/media/200906.pdf](http://www.faa.gov/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/2000s/media/200906.pdf)
14. ООО «НПО «Аэроэкология». [Электронный ресурс]. URL: <http://aeroecology.ru/razrabotki-i-issledovaniya/ekologicheskaya-bezopasnost.html>

Сведения об авторе

**СИДОРИН Александр Игоревич** – учащийся, гимназия № 1522 г. Москвы. 123423, г. Москва, ул. Народного Ополчения, д. 16. E-mail: sasha.sidorin2010@yandex.ru

## ON THE LEVEL OF BACKGROUND RADIATION ONBOARD A PASSENGER AIRPLANE

**A.I. Sidorin**

Gymnazium N 1522, Moscow, Russia

**Abstract.** Radioactivity measurements results onboard an airplane on two routes, from Moscow to Tivat and back, are presented. The measurements were taken every minute (from takeoff to landing at the airports) simultaneously with two RD1706 dosimeters. The flights were performed at an altitude of about 10.7 km. From the point of reaching the altitude to the beginning of descent the level of radiation stayed at approximately the same level of 3  $\mu\text{Sv/h}$ , which is approximately 30 times higher than on the ground. Comparison of data obtained with different devices in different flights showed their rather good correlation. The probability of negative consequences of the radioactivity exposure for the airplane passengers is assessed based on the obtained measurements results and available methodological recommendations. For a single flight at the average level of solar activity it turned out to be negligibly small – about  $3 \cdot 10^{-7}$ .

*Keywords:* background radiation, radiation hazard, airplane flights.