

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА ПРИ ПОЛЕТАХ НА САМОЛЕТАХ

А.А. БАЙРАМОВ, А.М. ПАШАЕВ
*Институт Физики АН Азербайджана,
Баку, 370143, пр. Г. Джавида, 33*

Р.М. ДЖАФАРЗАДЕ
*Национальная Академия Aviации
Баку, Бина, Аэропорт*

Проведены исследования уровня радиационного фона в кабине экипажа самолета в полетных условиях в зависимости от высоты полета, от географической широты, в холодный и теплый периоды года, а также уровни доз, получаемые экипажами во время полетов.

1. Введение

Одним из вредных и опасных производственных факторов условий труда летного состава является ионизирующее излучение [1-5].

Радиационная обстановка в атмосфере на высотах полета воздушного судна обуславливается как галактическим, так и солнечным космическим излучением. Природа и интенсивность галактического космического излучения (ГКИ), достигающего границы атмосферы, изменяется во времени, в зависимости от высоты и географической широты [3,6]. Нейтронный поток в атмосфере в зависимости от солнечной активности будет изменяться вдвое, а от широты - в десять раз, как и заряженная компонента, благодаря которой он образуется. Поток изменяется в зависимости от высоты, достигая максимума при остаточном давлении 100 г/см, и уменьшается за пределом этой области [6]. Космическое излучение состоит из высокоэнергетических протонов, электронов, мезонов, гамма-излучений и низкоэнергетических нейтронов. Галактическое космическое излучение постоянно как по спектральному составу, так и по интенсивности, и лишь плавно изменяется в течении 11 летнего солнечного цикла приблизительно в два раза. Это изменение обусловлено взаимодействием магнитного поля Земли с магнитным полем "солнечного ветра", резко возрастающего в период активного Солнца, причем это взаимодействие таково, что в период "активного солнца" интенсивность ГКИ минимальна.

Солнечное космическое излучение (СКИ) состоит из высокоэнергетических и низкоэнергетических протонов и нейтронов и обусловлено вспышками на Солнце. Энергетический спектр протонов СКИ существенно мягче спектра протонов ГКИ. Это приводит к тому, что: а) при взаимодействии СКИ с ядрами кислорода и азота атмосферы возникают вторичные протоны и нейтроны, б) потоки протонов существенно уменьшаются при снижении высоты полета по сравнению с протонами ГКИ, что является одним из эффективных способов уменьшения радиационной опасности от СКИ.

Основной вклад в эквивалентную дозу нейтронной компоненты как при ГКИ, так и при СКИ вносят нейтроны в энергетическом диапазоне от 0,1 до 10 МэВ. Основ-

ной вклад в эквивалентную дозу заряженной компоненты ГКИ вносят электроны, первичные и вторичные протоны, причем энергия электронов > 10 МэВ. Основной вклад в эквивалентную дозу заряженной компоненты СКИ вносят первичные и вторичные протоны. Спектральный состав протонов существенно изменяется от вспышки к вспышке, и в спектре может быть значительная часть низкоэнергетических протонов (< 150 МэВ).

Точно предсказать заранее возникновение солнечной вспышки, опасной с точки зрения возникновения большого уровня радиации, очень трудно, что не позволяет отметить или задержать во времени полет самолета при возникновении ожидаемой солнечной вспышки большой радиационной опасности.

2. Результаты измерений

Используя специальное дозиметрическое оборудование (типа СРП, ДРГ, ДКС), проводились измерения мощности экспозиционной дозы (МЭД) и эквивалентной дозы ионизирующего излучения в кабине экипажа самолетов на различных эшелонах (высотах) полета в холодный (а) и теплый (б) периоды года, т.е. зимой и летом (Таблица).

Как показывают результаты исследований, поглощенная доза для летного состава самолета ТУ-154 составляет от 0,0011 до 0,0025 Гр (высота эшелона от 8600 до 12000 м.), для самолетов ЯК-40 и АН-26 от 0,0003 до 0,0007 Гр (высота эшелона от 4500 до 7200 м.).

Радиационная обстановка [1,2,3,5] на высотах 9-12 м определяется в 50% случаях нейтронами ГКИ и СКИ, которые нами не измерялись. Следовательно, поглощенная доза для летного состава на высотах полетов самолетов ТУ-154, ЯК-40 и АН-26 будет составлять в два раза больше, чем это представлено выше.

Эквивалентная доза в зависимости от эшелона полета равна (без учета нейтронной компоненты):

для ТУ-154 - от 0,0037 до 0,0082 Зв, (высота от 8600 м до 12000 м.);

для ЯК-40 и АН-26 - от 0,0007 до 0,0022 Зв, (высота от 4500 м до 7200 м.).

Таблица
Значения МЭД в мкЗв/час (x100) на трассе Баку - Москва, самолет ТУ-154

Набор высоты (в м.)	г. Баку		г. Москва	
	а	б	а	б
0-1000	8	9	8	10
1001-2000	13	12	13	15
2001-3000	18	18	16	20
3001-4000	26	26	28	24
4001-5000	38	41	39	46
5001-6000	51	60	63	63
6001-7000	78	87	95	96
7001-8000	115	129	132	144
8001-9000	163	175	189	194
Снижение с эшелона	а	б	а	б
8999-8000	153	159	169	181
7999-7000	118	113	128	132
6999-6000	75	77	97	90
5999-5000	56	58	66	61
4999-4000	36	33	45	38
3999-3000	25	25	29	25
2999-2000	17	18	18	17
1999-1000	10	10	10	10

Результаты измерения МЭД при полете на эшелоне в холодный период года в зависимости от северной широты (в градусах):

Высота	43	44	45	46	47
10100 м	235	247	249	252	256
10600 м	270	277	281	285	294
	48	49	50	51	52
10100 м	260	267	270	275	281
10600 м	297	307	313	313	319

Эквивалентная доза облучения летного состава самолета ТУ-154 на трассе Баку-Москва-Баку за время летной работы составит: через 5 лет - от 0,0305 до 0,0352 Зв, через 10 лет - от 0,061 до 0,07 Зв, через 15 лет - от 0,0915 до 0,157 Зв, через 20 лет - от 0,122 до 0,141 Зв и через 25 лет - от 0,1525 до 0,1762 Зв. Эти дозы будут еще выше, если учесть тот факт, что вклад нейтронов в эквивалентную дозу в салонах самолета выше, чем в атмосфере за бортом самолета [7].

Известно, что радиационная обстановка на земле и в атмосфере ухудшается в год активного солнца. Однако, это может наблюдаться только на воздушных трассах, проходящих выше 60° северной широты. Значит, летный состав в таких ситуациях может подвергнуться острому однократному облучению. Следовательно, для исключе-

ния таких ситуаций на борту самолета на этих трассах **КРАЙНЕ НЕОБХОДИМ** обязательный постоянный радиационный контроль (отметим, что 1997 и 1998 годы относятся к годам активного Солнца).

Далее, нами была определена мощность дозы, которая может быть в кабине экипажа и салонах самолета на различных эшелонах полета. По данным результатов дозиметрических исследований в кабине экипажа и в салонах самолета для ТУ-154 и ТУ-134 при полетах на эшелоне 8100-12100 м мощность дозы равна от 0,0046 до 0,0117 мЗв/час. Для самолета ТУ-134 на трассе Баку- Гянджа-Баку мощность дозы равна от 0,002 до 0,0074 мЗв/час (высота от 6000 до 9600 м). Для самолетов ЯК-40 и АН-26 на трассе Баку-Нахичевань мощность внешнего излучения в кабине и салонах самолета составляла от 0,001 до 0,0031 мЗв/час (высота от 4500 до 7200 м).

3. Выводы

Результаты исследований уровня радиационного фона (РФ) в кабине экипажа воздушного судна в рейсовых условиях показали, что:

1. Уровень РФ в кабине экипажа самолета превышает уровень РФ земли, начиная с 4000 м высоты и при наборе высоты постоянно увеличивается.

2. Уровень РФ в кабине экипажа и в салонах самолета одинаковый и не зависит от типа самолета при полете на одной и той же высоте эшелона. Не наблюдается закономерности в зависимости уровня РФ от сезона года.

3. Мощность дозы внешнего ионизирующего излучения в кабине экипажа и салонах самолета в зависимости от высоты эшелона полета составляет от 0,001 до 0,0117 мЗв/час.

4. Эквивалентная доза внешнего фонового облучения летного состава в зависимости от высоты эшелона равна: ТУ-154 от 0,0037 до 0,0082 Зв; ТУ-134 от 0,0014 до 0,008 Зв; ЯК-40 и АН-26 от 0,0007 до 0,0022 Зв.

5. Доза облучения летного состава может быть повышенной на трассах, проходящих выше 60° северной широты при появлении вспышек на Солнце.

Примечание: при расчете поглощенной дозы учитывалась годовая санитарная норма для летного состава - 700 часов летного времени.

6. Для пассажирского состава воздушного судна среднегодовые эквивалентные дозы облучения не превышают санитарные нормы, принятые по НРБ-96 [8], что указывает на безопасность полетов с точки зрения радиационного облучения.

[1] Ф.Б. Айтбаев, Ю.И. Баранников, О.А. Барсуков, П.Ф. Гаврилов. Вариации потоков СКЛ в стратосфере и генерация частиц в СТС и в искусственном спутнике Земли. В кн. "Физика высоких энергий и вариации космических лучей". Алма-Ата, 1982, с. 23-41.

[2] О.А.Барсуков, Е.В. Коломеец. Радиационные аспекты исследования космического излучения в стратосфере. М., Энергоатомиздат, 1985.

[3] Ю.А. Баранников, О.А. Барсуков, П.Ф. Гаврилов. Космические исследования, т.24, М.,1986,с.314-318.

[4] П.Т. Бехтер. Аэродинамика. М., Транспорт, 1967.

[5] П.Ф. Гаврилов. Исследование проникающих излучений в стратосфере и разработка метода бортового контроля радиационной обстановки на высотных самолетах. Диссертация к.ф.-м.н., М., 1983.

[6] Исследование путей создания сигнального бортового дозиметра космического излучения. Отчет СНИИП, 1980.

[7] В.Ф. Козлов. Справочник по радиационной безопасности. М., Энергоатомиздат, 1991.

[8] Нормы радиационной безопасности. НРБ-96., М., Энергоатомиздат, 1996.

A.A. БАЙРАМОВ, A.M. ПАШАЕВ R.M. ДЖАФАРЗАДЕ

A.A. Bayramov, R.M. Cəfərzadə, A.M. Paşayev

TƏYYARƏLƏRDƏ UÇUŞ ZAMANI RADİAKTİV ŞÜALANMANIN TƏDQIQI

Müxtəlif trassalarda uçuş şəraitində uçuş hündürlüyündən, coğrafi mövqeyindən, iqlim şəraitindən asılı, pilot kabinəsində radiaktiv fonun səviyyəsi və hey'ətin aldığı dozanın səviyyəsi tədqiq olunmuş və ölçülmüşdür.

A.A. Bayramov, R.M. Jafarzade, A.M. Pashaev

THE INVESTIGATION OF THE LEVEL OF THE RADIATION BACKGROUND AT THE FLIGHT ON AEROPLANS

There were carried out the investigations of radioactive background levels in airplanes on the various air routes in dependence on altitude and latitude flight, in cold and hot seasons. The levels of the dozes, which get the crew in flights were measured too.

Дата поступления: 11.03.98

Редактор: M.K. Керимов