

РАДИАЦИОННЫЙ РИСК КАК ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ФАКТОР ТРУДА ЭКИПАЖЕЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Левчук И.П.1, Борщев А.Н. 1, Афанасьев Р.В.2, Деллалов Н.Н. 3, Афанасьев С.В.2, Рылин Ю.В.1.

1 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации

2 Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных Сил

3 ФГБОУ ВО Тверской государственной медицинской университет Минздрава России

Резюме. Проведено исследование радиационного воздействия (циклограммы полетов) по маршрутам Красноярск (Емельяново) – Санкт-Петербург (Пулково) и Санкт-Петербург (Пулково) – Минеральные Воды. Получены данные о повышенном радиационном риске для экипажей самолетов.

Ключевые слова: радиационный риск, циклограмма полета.

RADIATION HAZARD AS AN OCCUPATIONAL HEALTH RISK FOR CIVIL AVIATION CREWS

Levcuk I.P. 1, Borshchev A.N. 1, Afanasyev R.V. 2, Dellalov N.N. 3, Afanasyev S.V. 2, Rylin Yu.V. 1

1 Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Pirogov Russian National Research Medical University", Ministry of Health of the Russian Federation

2 Central air force research Institute

3 Tver State Medical University

The scientific research of radiation influence (flight sequences) on the routes Krasnoyarsk (Yemelyanovo) – St. Petersburg (Pulkovo) and St. Petersburg (Pulkovo) – Mineralnye Vody is conducted. Data on the increased radiation risk for civil air crews were obtained.

Key words: radiation hazard, flight sequence.

Современное развитие воздушного транспорта и увеличение пассажирских перевозок с одновременной интенсификацией работы летных экипажей, выполнение полётов по протяженным трансконтинентальным маршрутам на высотах 12 – 14 км актуализирует проблему воздействия ионизирующего облучения [1]. Так, количество авиапассажиров в 2018 году в мире превысило число более полутора миллиардов человек. В Российской Федерации также наблюдается тенденция к увеличению авиационных перевозок. Расчетная для

населения России величина коллективной дозы облучения за счёт авиационных полетов превысила аналогичную величину, обусловленную работой, связанной с эксплуатацией источников ионизирующего излучения и составила приблизительно $1,2 \cdot 10^5$ сЗв/г (сантизиверт в год). Оценки американских специалистов дают величину риска от воздушных перевозок в $2 \cdot 10^5$ сЗв/г для населения США. Исследования, проведенные специалистами ВОЗ, показывают, что годовая эффективная доза членов экипажей, совершающих полеты в широтной зоне $55-75^\circ$ северной широты на эшелонах в 10-12 км, может составить $0,45 \cdot 10^6$ сЗв/г при годовых налетах 700-800 часов без учёта возможного воздействия излучения при солнечных протонных событиях. С увеличением высоты полета до 13-15 км годовые дозы вырастают до 1-2 сЗв/г.

Учитывая, что современные самолёты выполняют полеты на высотах более 10 км, необходимо охарактеризовать радиационную обстановку в верхних слоях атмосферы. Наибольший уровень галактического излучения наблюдается в полярных областях, а наименьший в экваториальной области. При проникновении космического излучения в атмосферу Земли происходит его взаимодействие с молекулами газов и возникает вторичное космическое излучение, состоящее из электронов, нейтронов, мезонов и гамма-фотонов. На уровне моря поглощённая доза облучения составляет 30-40 мкЗв/г (микрозивертов в год). На высотах до 10 км над уровнем моря доза облучения удваивается через каждые 1,5 км высоты, а на высотах от 10 до 20 км она изменяется в диапазоне от 18 до 80 мЗв/г (миллизивертов в год). На высоте 20 км над уровнем моря формируется доза облучения до 86 мЗв/г. На высотах 10-12 км, соответствующих трассам гражданской авиации, мощность эквивалентной дозы лежит в диапазоне от 24 до 250 мкЗв/ч, а на высотах до 20 км мощность эквивалентной дозы может достигать 300-350 мкЗв/ч в зависимости от геомагнитной широты при минимальной солнечной активности [2, 3, 6].

При общей продолжительности полета около 10 часов, можно ожидать значительного радиационного воздействия на экипаж за время одного рейса. Так, исследования, проведенные Департаментом перевозок пассажиров США, выявили значительные уровни ионизирующей радиации на основных трассах полетов. Было установлено, что дозовые нагрузки на членов экипажей самолетов гражданской авиации оказались значительно выше, чем считалось ранее, особенно при выполнении полетов на больших высотах в северных широтах. При выполнении полетов на высоте около 14 км над Северным полюсом экспозиционная доза достигала 1,4 мЗв/ч, в северных широтах - 0,66 мЗв/ч, а в экваториальной зоне – до 0,4 мЗв/ч.

Собственные исследования показали, что на уровне земли в районе Москвы экспозиционная доза облучения составила в среднем 0,12 мЗв/ч, а в районе Кавказских Минеральных Вод – 0,22 мЗв/ч. Экипаж самолета при выполнении рейса Красноярск (Емельяново) - Санкт-Петербург (Пулково) длительностью 5 ч 28 мин получает дозу, равную 0,052 мЗв (смотри циклограмму полета – табл. 1).

Циклограмма полета Красноярск (Емельяново) – Санкт-Петербург (Пулково)

(Время общемировое – UTC): 22.40 – отправление; 22.49 – взлет; 04.17 – посадка; 04.24 – прибытие (длительность полета – 5 часов 28 минут).

В процессе выполнения полета производился замер радиоактивного фона с помощью Индикатора радиоактивности Radascan 701A (Индикатор оценивает радиационный фон по величине мощности ионизирующего излучения (альфа-, бета-, гамма-) с фиксацией накопленной дозы и обеспечивает профессиональное качество измерений с невысокой (5-8%) погрешностью измерения).

Т а б л и ц а 1

Циклограмма полета Красноярск (Емельяново) – Санкт-Петербург (Пулково).

Время полета, минуты	Высота		Радиоактивный фон, МкР/ч
	футы	метры	
31	17940	5468	26
33	22320	6803	50
36	27410	8355	80
38	30070	9165	125
39	31000	9449	140
41	33000	10058	159
42	34060	10382	170
43	35010	10671	176
44	36000	10973	182
53	37020	11284	252

После набора высоты и выхода на заданный эшелон маршрута (370-ый эшелон) полет продолжался в течение 4 часов 15 минут (23.42 – 03.57 UTC) с колебанием радиоактивного фона на уровне 252-387 МкР/ч. Снижение самолета началось в 03.57, посадка произведена в 04.17.

При выполнении рейса Санкт-Петербург (Пулково) – Минеральные Воды длительностью 2 часа 35 мин экипаж получает дозу, равную 0,035 мЗв (смотри циклограмму полета – таблица 2).

Циклограмма полета Санкт-Петербург (Пулково) – Минеральные Воды.

(Время общемировое – UTC): 04.20 – отправление; 04.29 – взлет; 07.04 – посадка; 07.15 – прибытие (длительность полета – 2 часа 35 минут).

В процессе выполнения полета замер радиоактивного фона также производился с помощью Индикатора радиоактивности Radascan 701A.

Т а б л и ц а 2

Циклограмма полета Санкт-Петербург (Пулково) – Минеральные Воды

Время полета, минуты	Высота		Радиоактивный фон, МкР/ч
	футы	метры	
11	14000	4267	22

16	20620	6283	51
17	21460	6537	62
18	23300	7100	78
20	26640	8117	102
21	29020	8843	168
21-24	29060	8857	201
26	33000	10058	229
28	33980	10359	257

После набора высоты и выхода на заданный эшелон маршрута (340-ой эшелон) полет продолжался в течение 1 часа 47 минут (04.57 – 06.44 UTC) с колебанием радиоактивного фона на уровне 257-341 МкР/ч. Снижение самолета началось в 06.44, посадка произведена в 07.04. В процессе снижения отмечались следующие значения радиационного фона (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Значения радиационного фона при выполнении рейса Санкт-Петербург (Пулково) – Минеральные Воды

Время полета, часы.минуты	Высота		Радиоактивный фон, МкР/ч
	футы	метры	
02.16	33020	10100	229
02.19	30060	9327	125
02.25	27420	8358	80
02.30	17960	5474	26
02.35	посадка		20

Соответственно, при санитарной норме, установленной в 900 летных часов, годовая эффективная доза облучения членов экипажей, выполняющих полеты по широтным маршрутам, может достигать 2,1-2,7 мЗв, а при выполнении трансполярных полетов можно ожидать увеличение дозы на 30-35%.

Медицинские последствия облучения (радиационный риск) во время полетов заключаются в повышении показателей смертности от рака членов экипажей воздушных судов. Так, среди членов экипажей самолетов различных авиационных компаний США, выполняющих внутренние рейсы Запад-Восток с годовым налетом 960 часов год и продолжительностью летной работы 20 лет, избыточная смертность от рака составила 60 случаев на 100000 населения. В то же время при годовом налете 480 часов и продолжительностью летной работы 20 лет избыточная смертность от рака членов летных экипажей была в два раза меньше.

В соответствии с уровнем современных представлений о биологическом действии ионизирующего излучения, федеральная авиационная администрация США оценивает риски возникновения онкологических заболеваний у летного состава с летальным исходом в 3%. Другие зарубежные авторы дают более высокие значения риска. Комиссия по радиации в 1990 году опубликовала инструкцию по радиационной защите, в которой говорится, что при облучении летного состава мощностью дозы в 10-20 мЗв/ч за 30 мин полета из 10000 членов

экипажей примерно 300 погибнет от рака, индуцированного ионизирующим излучением, и потеряет приблизительно 15 лет жизни. Будут также развиваться заболевания, вызванные доброкачественными формами опухолей, и каждый четвертый из этого контингента будет страдать от них. Риск заболеть раком у летного состава в 15-25 раз выше, чем у работников обычной сферы производства, что еще больше усугубляет и так рискованную работу экипажей самолетов.

Самолеты гражданской авиации специальной защиты от ионизирующего излучения не имеют, а потому дозу ионизирующей радиации для экипажа можно уменьшить лишь изменением маршрута и эшелонов полета, уменьшением санитарной нормы летных часов [4, 5, 7]. Но каждое из этих изменений встречает серьезные экономические возражения, связанные со снижением путевой скорости самолетов, увеличением расхода топлива, сложностей в изменении расписания и маршрутов полёта и т.д.

Таким образом, несмотря на имеющиеся данные о повышенном радиационном риске для экипажей, вопрос о радиационной безопасности полетов остается неразрешенным. Представляется необходимым продолжить исследование радиационных рисков для летных экипажей гражданской авиации (особенно с учетом отсутствия направленного научного исследования данного вопроса с 70-80-х годов XX века, что подтверждается перечнем использованной литературы) для включения индуцированных их воздействием заболеваний в перечень профессионально обусловленных.

Литература

1. Акатов Ю.А., Архангельский В.В., Петров В.М. и др. Вопросы радиационной безопасности полетов в атмосфере Земли. Авиация – пути развития. М.: МИАС, 1993.
2. Барашенков В.С., Ле Ван Нгок, Шмаков С.Ю. Биологические эффекты космического излучения. Дубна: Объединенный институт ядерных исследований. 1985.
3. Барсуков О.А., Коломеец Е.В. Радиационные аспекты исследования космического излучения в стратосфере. М.: Энерго-атомиздат, 1985.
4. Воробьев Е.Н., Ковалев Е.Е. Радиационная безопасность экипажей летательных аппаратов. М.: Энергоиздат, 1983.
5. Временные нормы радиационной безопасности летного персонала и пассажиров гражданской авиации (ВНРБГА-75). М., 1975.
6. Источники, эффекты и опасность ионизирующей радиации: Докл. Науч. комитета ООН по действию атомной радиации. М.: Мир, 1992.
7. Кириллов В.Ф., Книжников В.А., Коренков И.П. Радиационная гигиена. М.: Медицина, 1988.