

## ВОЗМОЖНЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ЭКИПАЖЕЙ КОМПАНИИ BELAVIA ПРИ ПОЛЕТАХ К СЕВЕРНЫМ ШИРОТАМ

*Новикова А.Ю., Стожаров А.Н., Прудников Г.А.  
Белорусский государственный медицинский университет,  
Республика Беларусь, г. Минск*

*В данной статье проведен расчет среднегодовой эффективной дозы облучения экипажей 50 рейсов компании Belavia с помощью различных компьютерных программ с последующей оценкой облучения в соответствии с гигиеническими нормативами. В ходе исследования выявлена и обоснована необходимость учета индивидуальных доз облучения экипажей самолетов.*

***Ключевые слова:** среднегодовые эффективные дозы; облучение; экипаж; Belavia.*

## POSSIBLE EFFECTIVE DOSES OF IRRADIATION BY BELAVIA CREWS IN FLIGHTS TO NORTHERN LATITUDES

*Novikova A.Y., Stozharov A.N., Prudnikov G.A.  
Belarusian State Medical University,  
Belarus, Minsk*

*This article calculates the average annual effective radiation dose for crews of 50 flights of the company Bellavia using various computer programs with subsequent assessment of exposure in accordance with hygienic standards. The study identified and justified the need to account for individual doses to the crews of aircraft.*

***Key words:** average annual effective doses; radiation, crew; Belavia.*

При полетах на гражданских самолетах человек поднимается на высоту до 12 километров, теряя при этом экранирующую защиту земной атмосферы, что приводит к существенному росту дополнительного облучения. Необходимо строго регламентировать облучение для данной категории населения и соблюдать данные показатели. Космические излучения на экипажи самолетов нормируется как природное облучение и эффективная доза облучения экипажа не должна превышать 5 мЗв/год [1].

**Цель:** Рассчитать и оценить среднегодовые эффективные дозы экипажа различных рейсов компании Belavia при полетах к северным широтам.

**Материалы и методы.** Для решения поставленных задач применялись программы: ISS EPCARD (Германия) и Flightradar24. С помощью EPCARD была рассчитана доза радиации, которую получил экипаж при полете в заданном направлении, с заданной высотой и временем за счет космической

радиации. Для определения некоторых необходимых данных (высота полета, длительность), которые включались в расчет дозы, использовалась программа Flightradar 24. Этот веб-сервис позволяет в реальном времени наблюдать за положением воздушных судов. За рабочее время, проведенное на борту самолета у экипажа, по графику было принято 900 часов в год [2]. Статистическая обработка проводилась в программе Microsoft Excel13.

**Результаты и их обсуждение.** Были выделены близкие по значениям времени полета рейсы по направлению к северному полюсу и по направлению к экватору. По направлению к экватору – «Минск – Ларнака», северное – «Минск–Женева», время полета 191 и 140 минут соответственно. Доза облучения 7,38 мЗв/год по направлению к экватору и 7,74 мЗв/год к северному полюсу. Та же динамика отмечена и у рейсов «Минск – Стамбул» и «Минск – Лондон»: 6,39 мЗв по направлению к экватору, а к северному полюсу – 7,02 мЗв. Представленные данные обосновываются тем, что в области экватора магнитные поля защищают от протонов, а в области полюсов нет защиты, образуется так называемая воронка, протоны могут превращаться в мюоны и являться источником ионизирующего излучения для экипажа. Данные о рейсах представлены в таблице 1.

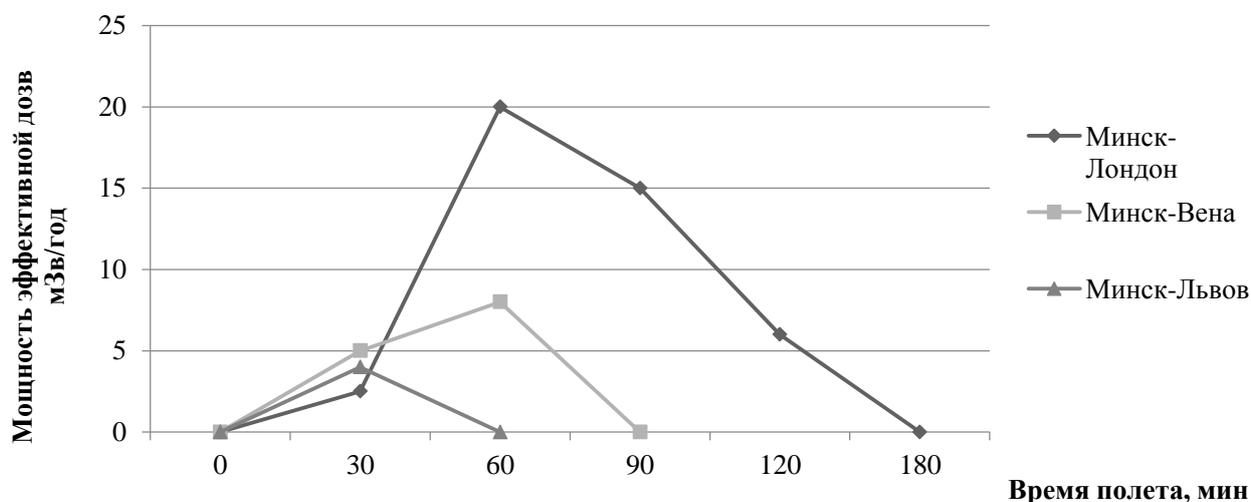
Таблица 1. Некоторые рейсы компании Belavia с Минска в различные направления в течение 2018 года

Рейс	Время полета, мин	Радиация за весь полет, мкЗв	В год количество полетов	Облучение с учетом графика, мЗв
Минск-Астана	240	28	384	6,03
Минск-Калининград	49	5	365	5,49
Минск-Москва	68	5	23582	3,96
Минск-Киев	39	3	365	4,14
Минск-Брюссель	126	16	200	6,8
Минск-Пекин	519	80	170	6,44
Минск-Санкт-Петербург	66	4	365	1,71
Минск-Рига	40	3	242	3,15
Минск-Будапешт	85	8	725	5,04
Минск-Амстердам	120	16	210	5,04
Минск-Стокгольм	76	7	241	7,38
Минск-Хельсинки	68	6	183	4,77
Минск-Вена	90	8	360	4,77
Минск-Варшава	52	4	360	4,14
Минск-Вильнюс	33	1	186	1,62

Можно отметить, что из представленных 15 рейсов на 5 рейсах превышена среднегодовая эффективная доза в 5 мЗв/год. В целом, на 24 рейсах наблюдается превышение дозы. Максимальный уровень облучения ионизирующего спектра в год был у экипажа рейса «Минск-Пекин» и составил

8,28 мЗв/год. Минимальный – у экипажа по рейсу «Минск-Вильнюс» – 1,62 мЗв/год.

Установлено, что мощность эффективной дозы зависит от высоты полета и от этапа перелета. Проанализированы рейсы с различной высотой и установлено, что при максимальной высоте в 10500 метров, рейс «Минск–Лондон» мощность максимальна – 20 мЗв/год. И, наоборот, при меньшей высоте перелета (8500 метров) мощность минимальна – 4,0 мЗв/год. Наибольшая мощность во время основного полета, чем при взлете и посадке (рис. 1).



**Рисунок 1. Доза облучения, полученная во время перелетов на рейсах различных высот**

**Заключение.** Минимальный уровень облучения в год был выявлен у экипажа по рейсу «Минск – Вильнюс» – 1,62 мЗв/год. Максимальный уровень облучения в год был у экипажа рейса «Минск-Пекин» и составил 8,28 мЗв/год. Доза облучения для рейсов по направлению к северному полюсу при прочих равных условиях превышает дозу радиации по направлению к экватору. В целом, на 24 рейсах превышена эффективная доза для экипажей в 5 мЗв/год. Чем больше высота полета, тем большая доза облучения действует на экипаж.

#### Список литературы

1. Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 213. – Минск: ГУ РНМБ, 2012. – 37 с.
2. Постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь «Об утверждении Положения о рабочем времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов коммерческой гражданской авиации Республики Беларусь» от 03.12.2008 №125.