

Е. В. Сыроежина, С. А. Полиевский, В. С. Макеева

ВЫСОТНЫЙ ЭКСТРИМ РАДИАЦИИ, ИЛИ СПОРТИВНО-ТУРИСТИЧЕСКИЙ «ЧЕРНОБЫЛЬ»

Анализируются возможные дозы облучения спортсменов и туристов, занимающихся горными видами спорта и часто пользующихся самолётами в качестве транспортного средства. Рекомендованы средства контроля радиационного фона, даны рекомендации по минимизации симптомов.

Ключевые слова: радиация, радиационный фон, высокогорье, самолёт, дозы ионизирующего излучения.

Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» определяет радиационную безопасность как «состояние защищённости настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения» [10]. Статья 22 этого Закона разъясняет: право на радиационную безопасность «обеспечивается за счёт проведения комплекса мероприятий по предотвращению радиационного воздействия на организм человека ионизирующего излучения выше установленных норм».

Есть места, где радиационный фон всегда повышен из-за высокого уровня космического (солнечного) излучения. Это высокогорье, салоны и кабины самолётов, космические корабли.

Для спорта высших достижений характерны частые и длительные авиaperелёты, причём на большие, часто межконтинентальные расстояния, при длительности полёта до 7–10 ч.

Помимо этого, в ряде видов спорта, таких как альпинизм, спортивная деятельность осуществляется на высоте в несколько километров, где уровень естественной радиации значительно выше.

Однако в числе факторов высокогорной среды, определяющих работоспособность спортсменов, специализирующихся в горных видах спорта (альпинизм, скало-, ледолазание, ски-альпинизм, горный, водный туризм, каньонинг, каякинг, спелеология, бэйскаймбинг, фрирайд), а также для специалистов силовых структур, спецподразделений и подразделений горноспасателей МЧС, работающих в горных условиях, радиационный фон не отмечен [1].

Негативное влияние малых доз, по данным многих исследователей, не согласных с успокоительными утверждениями учёных, связанных с атомной индустрией, грозит не миллионам, а десяткам (и сотням) миллионов людей, ставит под угрозу само существование человечества. Известно, что при повышенном уровне радиации

в годы максимума солнечной активности норма свёртывания крови у здоровых людей увеличивается вдвое, что говорит о влиянии космоса на физиологические процессы в организме человека. Также возможно повышение чувствительности организма к возбудителям инфекционных заболеваний; нарушение обмена веществ и эндокринного равновесия; сердечно-сосудистые заболевания; аллергии.

В том числе оказывается влияние на индуцирование онкологических заболеваний спустя годы. Отсутствие монотонной зависимости от дозы облучения, появление максимумов при более низкой дозе подтверждают радиационную природу возникновения рака при низких дозах облучения.

Могут быть выявлены отклонения (абберрации) хромосом, часть которых может наследоваться и передаваться следующим поколениям. Иммуитет организма уже ослаблен повышенным внешним облучением и не может в должной мере противостоять процессу накопления радионуклидов в различных органах. Особую опасность это представляет для растущего детского организма.

Радиация способна ионизировать атомы, из которых состоят биологические ткани. Это приводит к образованию в облучаемом организме вредных химических соединений, нарушающих обмен веществ, — «свободных радикалов». Они образуются в организме и под воздействием естественного радиационного фона [3; 4; 7].

На земле существуют населённые области с повышенным радиационным фоном. Это, например, высокогорные города Богота, Лхаса, Кито, где уровень космического излучения примерно в 5 раз выше, чем на уровне моря.

Увеличение годовой дозы на высоте можно рассчитать: если на уровне моря годовая доза 0,2 мЗв, прибавьте на каждые 100 м над уровнем моря 0,03 мЗв. Среднемировая эффективная эквивалентная доза космического излучения равна 0,39 мЗв/г., среднероссийская (при средней

высоте 430 м над уровнем моря) — 0,33 мЗв/г. Для примера, суммарная эффективная доза космического облучения для равнинной зоны Дагестана составляет 0,34 мЗв/г., низкогорной — 0,76 мЗв/г., среднегорной — 1,22 мЗв/г., высокогорной — 1,54 мЗв/г. (места для туризма и альпинизма). Таким образом, доза космического облучения различается более чем в 4 раза.

Опасны ли в радиационном аспекте авиаполёты? Известно, что на высотах 8–10 тыс. м радиационный фон в 50–100 раз выше, чем на поверхности земли [11].

Обследование населения не выявило сдвигов в структуре заболеваемости и смертности, фоновое облучение значительно выше среднего (1,0–1,5 мЗв/г.) и достигает величины 5,0–20,0 мЗв/г. Таков высокогорный Тибет с повышенной интенсивностью космического излучения [12].

Такой вид транспорта, как гражданская авиация, подвергает своих пассажиров повышенному воздействию космического излучения. Пользуясь авиатранспортом, человек, поднимаясь на высоту 10 тыс. м, теряет экранирующую защиту от земной атмосферы, что приводит к существенному росту дополнительного облучения. Приводящим к получению наибольших доз (за один рейс) считается трансатлантический полёт из США в Европу, который сопровождается дополнительным воздействием на организм космического излучения в дозе приблизительно 0,05 мЗв. Летчики и другие члены экипажа реактивных лайнеров, совершающие частые перелёты через Атлантику или континент, могут регулярно накапливать дозу облучения свыше 5 мЗв/г., т. е. максимально допустимую для обычного населения (средняя норма для стран Западной Европы). Дозы, получаемые ими, в среднем выше тех, которым подвержено подавляющее большинство работников других профессий, включая работников больниц и предприятий ядерной энергетики. Максимальная доза облучения пассажиров за время трансатлантического перелёта составляет около 50 мкЗв.

Эффективная доза космического облучения экипажей воздушных сил гражданской авиации в полётах не должна превышать 5 мЗв/г.

Доза, обусловленная естественным облучением в наземных условиях и получаемая при медицинском освидетельствовании и лечении, не учитывается.

Доза, устанавливаемая настоящими нормами, не распространяется на экипажи сверхзвуковых транспортных самолётов.

Члены экипажей воздушных судов, проживающие или выполняющие работы в регионах с повышенным радиационным уровнем, должны быть обеспечены индивидуальными дозиметрами и соответствующим медицинским контролем [9].

Уровень, способный оказать заметное вредное влияние на здоровье человека, — более 10 мЗв в день. Получив дозу облучения 5 Зв за несколько часов подряд, человек может умереть в течение нескольких недель.

Сократив время непрерывного нахождения до нескольких часов, люди могут без особого вреда своему здоровью перенести излучение мощностью в 10 мкЗ/ч (соответствует 1 мР/ч), а при времени экспозиции до нескольких десятков минут относительно безвредно облучение с интенсивностью до нескольких миллизивертов в час (при медицинских исследованиях — флюорография, небольшие рентгеновские снимки и др.).

Средняя «годовая доза ионизирующих излучений» — 3–4 мЗв/г. Это безопасная суммарная средняя индивидуальная эффективная эквивалентная годовая доза для населения, учитывающая и внешние, и внутренние источники облучения (естественные природные, техногенные, медицинские и прочие). Разовые, «вынужденные облучения»: в медицинских исследованиях: флюорография, рентген лёгких — до 3 мЗв, рентгеновский снимок у зубного врача — 0,2 мЗв; перелёт на самолёте — 0,005–0,020 мЗв/ч (основной вклад от солнечной радиации, на высоте полёта дальней авиации около 10 км; при сильных вспышках на Солнце, в годы его максимальной активности бывают наибольшие значения), сканеры (интроскопы) в аэропортах — до 0,001 мЗв за один акт проверки пассажира.

По оценкам ООН, средние годовые дозы, получаемые людьми во всём мире от естественного фонового излучения, составляют 2,4 мЗв/г., а типичный диапазон этих доз — 1–10 мЗв/г.

Рассмотрим источники внешнего облучения. Космическое излучение обуславливает эквивалентную годовую дозу 300 мкЗв/г. Для людей, проживающих в возвышенных районах, эта доза значительно выше. На высоте 10 км мощность дозы в 100 раз больше.

Согласно п. 2 ст. 9 Федерального закона «О радиационной безопасности населения» эффективная доза для человека, в сумме, за период его жизни (принимаемый в расчётах равным 70 лет) не должна превышать 70 мЗв, что никак

не скажется на здоровье и считается безопасным уровнем поглощённой радиации. Тем самым в год норма в 1,43–10 мЗв, а за сутки соответственно 0,004–0,027 мЗв.

Малые дозы при длительном облучении могут быть более опасными по последствиям, чем большие дозы краткосрочного облучения. Если суммарная доза кратковременного облучения меньше 10 мкЗв, то считается, что излучение фактически отсутствует и его можно не учитывать.

При рассмотрении норм для населения следует опираться на Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 9 января 1996 г. и «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Санитарные правила СП 2.6.1.1292-03».

Согласно рекомендации Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) и Всемирного общества здравоохранения (ВОЗ) радиационный уровень, соответствующий естественному фону 0,1–0,2 мкЗв/ч (10–20 мкР/с), признано считать **нормальным**, уровень 0,2–0,6 мкЗв/ч (20–60 мкР/ч) считается **допустимым**, а уровень свыше 0,6–1,2 мкЗв/ч (60–120 мкР/ч) с учётом эффекта экранирования считается **повышенным**.

Измерения радиационного фона в Москве позволяют указать типичные значения фона на улице (открытой местности) 8–12 мкР/ч, в помещении — 15–20 мкР/ч.

Методика исследования. Дозиметр СОЭКС Defender работает на основе детектора — Гейгера — Мюллера. Дозиметр Defender появился в продаже в 2012 г., его отличают новые технологические возможности. Он рассчитывает объём накопленной радиации, причём временное значение (сохранять и приплюсовывать данные в течение дня или года) вы задаёте самостоятельно.

Дозиметр Defender показывает не только среднее значение радиации, но и пиковые данные — минимум и максимум мощности, что необходимо для более объективной картины. Он позволяет нарисовать график изменений радиационного фона за последний час с шагом в минуту, благодаря чему можно анализировать состояние окружающей среды длительное время.

Прибором можно также измерять радиационный фон предметов и жидкостей путём сравнения с естественным фоном при близком контакте с предметом в виде дополнительного радиационного фона от предмета.

Результаты исследования и их обсуждение. С помощью данного прибора в течение поездки в

Таиланд зафиксированы следующие показатели при перелётах Домодедово — Бангкок (длительность 8,5 ч) и обратно (длительность 9,5 ч). После посадки в самолёт (Боинг 747) на старте в аэропорту Домодедово естественный радиационный фон составил 0,12 мкЗв/ч.

Накопленная доза за перелёт составила 9,1 мкЗв (исходные данные — 6,4 мкЗв, после прилёта в Бангкок 15,5 мкЗв). Перед вылетом из Бангкока — 17,9 мкЗв. В результате обратного пути — 30,2 мкЗв. Таким образом, накопленная доза за обратный рейс составила 12,3 мкЗв. Максимальный радиационный фон был 2,46 мкЗв/ч за 2 часа до прилёта в Москву.

На высоте 3 000 м радиационный фон колебался в пределах 0,25–0,38 мкЗв/ч. На высоте 6 000 м уровень радиационного фона находился в пределах 0,72–0,76 мкЗв/ч. На высоте в 10 100 м уровень радиационного фона поднялся до 1,82–2,19 мкЗв/ч. Наконец, на предельной высоте нашего маршрута 10 700 м фон достиг 2,46 мкЗв/ч.

На обратном пути замеры показали более высокий радиационный фон, что связано, по видимому, с изменением уровня солнечной активности. За период авиаперелётов тура в Таиланд доза облучения организма составила около 21,5 мкЗв. Это не так много, чтобы беспокоиться, потому что если мы возьмём допустимую дозу облучения для населения — 1 мЗв = 1 000 мкЗв (в среднем, но не более 5 мЗв/г., НРБ-99), то в Москве за год получается не более 0,8 мЗв. На таком фоне разовая прибавка в 0,022 мЗв не очень заметна, но в сочетании с остальными отрицательными факторами длительного перелёта уже существенно влияет на здоровье.

Не подлежит сомнению, что в спорте и туризме необходим учёт не только фоновых данных радиации, но и накопленных спортсменами доз с анализом их воздействия на здоровье и спортивную работоспособность.

Это касается не только спорта на высотах, но и полётов спортсменов. На больших высотах радиация выходит за безопасные нормы на земле. В любое время суток радиация остаётся в опасном диапазоне. Уровень радиации зависит только от высоты. При снижении самолёта уровень радиации приходит в норму. Место в середине салона или у иллюминатора не сказывается на степени облучения. Вопрос о безопасности авиаперелётов при беременности является особенно актуальным. К сожалению, эта проблема не очень подробно представлена в литературе. Верхним

пределом нормы обычного радиационного фона считается 0,20 мкЗв/ч. На высоте 8–10 км мощность измеренной амбиентной эквивалент-дозы гамма-излучения колеблется в диапазоне 1,80–2,46 мкЗв/ч, т. е. до 12–13 раз выше нормы. При других полётах (через Атлантику) порядок цифр остался тот же: превышение нормы в 13–16 раз.

Естественным щитом, препятствующим проникновению космической радиации на Землю, является атмосфера. Но с увеличением высоты защитный эффект атмосферы прогрессивно снижается. На высоте полёта современных пассажирских авиалайнеров интенсивность космического излучения в несколько сотен раз выше, чем на уровне моря. Безусловно, речь идёт о так называемых малых дозах радиации, которые не оказывают какого-либо влияния на здоровье обычных пассажиров. Однако пилоты и другие члены экипажа, часто летающие в течение года спортсмены могут получить дозу радиации, которая в среднем адекватна радиационному воздействию на объектах с повышенной радиационной опасностью. Этот факт был официально признан Федеральным управлением авиации США в начале 1990-х гг. Разработан специальный документ, где чётко установлена предельно допустимая доза радиации для членов экипажа, которая считается безопасной — не более 50 мЗв/г. (для населения США эта цифра составляет 1 мЗв/г.) [14].

При высоком радиационном фоне стоит предпринять определённые меры безопасности. В число таких мер специалисты включают правильное, полноценное питание, предусматривающее некоторые особенности. Нужно знать специфику воздействия радионуклидов как самых опасных частиц на организм человека.

Так, всасывание радиоактивного радия и стронция конкурирует с нерадиоактивным кальцием. При достаточном употреблении кальций из молока, сыра и других продуктов усваивается быстрее, нежели радиоактивные изотопы, и вредные частицы выводятся из организма намного быстрее и лучше.

Картофель содержит незаменимый при радиационном риске калий. Этот элемент конкурирует в усвоении с ещё одним распространённым радионуклидом — цезием-137. Увеличение поступления с картофелем, баклажанами, помидорами и другими доступными продуктами калия способно снизить накопление в организме радиоактивного цезия.

В случае значительного доказанного повышения радиационного фона следует обратить внимание на приём йодосодержащих препаратов, витаминных комплексов, при необходимости — радиопротекторов.

Повреждающее воздействие на ткани проникающей радиации уменьшает растительное масло (обычное, подсолнечное, а лучше — ореховое, облепиховое или оливковое) или приём витамина Е, заранее, перед облучением. Известна роль полноценного питания в формировании радиоустойчивости организма. Продукты питания должны содержать незаменимые аминокислоты, жирные кислоты, витамины (А, С, О, Е, В₆ и В₁₂), такие элементы, как хром, йод, кальций, магний, железо, калий, селен, цинк. Желательно есть больше фруктов — яблок, слив, чёрной смородины, крыжовника. Соки, особенно с мякотью, помогут выведению из организма попавших внутрь радионуклидов. Фасоль и горох, гречневая и овсяная каши, салаты также дадут организму необходимые минералы и витамины. Конфетам лучше предпочесть мармелад и пастилу, курагу, чернослив. Очень полезно пить зелёный чай.

Йодосодержащие препараты и морепродукты (морская капуста/ламинария) нужно принимать в разумных количествах и согласно инструкции — для профилактики рака щитовидной железы от радиоактивного ¹³¹I. Обычный спиртовой раствор йода пить нельзя. Его можно применять только наружно, в виде йодной сетки, на кожу (если нет аллергии).

Можно рекомендовать часто летающим на большие расстояния спортсменам для страховки во время полёта разжижать свободные радикалы, перманентно образующиеся в крови, красным качественным вином.

Точки акупунктуры для очищения организма от радионуклидов и улучшения метаболизма: V49 на спине, в районе поясницы (и-шэ, нормализует работу сердца, почек и надпочечников), E21 на животе справа (лян-мэнь) и ножные точки — V40 (вэй-чжун), R8 (цзяо-синь), E36 (цзу-сань-ли). Растирание, массаж всех суставов и основания шеи (легче, особенно там, где лимфатические сосуды и узлы).

Единицы измерения.

Поглощённая доза — определяется двумя основными способами: для малых и средних уровней облучения, измеряется в зивертах (Зв), дальше считают в грэях (Гр). По значениям они примерно равны.

Зиверт (Зв, Sv) — в системе единиц СИ, поглощённая доза с учётом, в виде коэффициентов, энергии и типов излучения (эквивалентная) и радиочувствительности живых органов и тканей в теле человека (эффективная). Используется до величин дозы — порядка 1,5 Зв, для более высоких значений используют грэи.

1 миллизиверт (мЗв, mSv) = 0,001 Зв;

1 микрозиверт (мкЗв, µSv) = 0,001 мЗв.

Мощность дозы — доза излучения за единицу времени:

$0,10 \text{ мкЗв/ч} \approx 10 \text{ мкР/ч}$ $1 \text{ Зв} \approx 100 \text{ Р}$.

Список литературы

1. Байковский, Ю. В. Факторы, определяющие тренировку спортсмена в условиях среднегорья и высокогорья : монография / Ю. В. Байковский, Т. Е. Байковская. М. : Дивизион, 2010. 280 с.

2. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счёт природных источников ионизирующего излучения. СП 2.6.1.1292-03 от 18.04.2003.

3. Дорожко, С. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Ч. 3 : Радиационная безопасность / С. В. Дорожко, В. П. Бубнов, В. Т. Пустовит. Минск : Технопринт, 2003. 209 с.

4. Маврищев, В. В. Радиоэкология и радиационная безопасность : учеб. пособие для студентов вузов / В. В. Маврищев, А. Э. Высоцкий, Н. Г. Соловьёва. М. : ТетраСистемс, 2010. 208 с.

5. Методические указания МУ 2.6.1.715-98. Проведение радиационно-гигиенического обследования жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bestpravo.ru/rossijskoje/lj-gosudarstvo/i0g.htm>

6. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)

[Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/12177986>

7. Протасов, А. Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России / А. Ф. Протасов. М. : Финансы и статистика, 2000. 672 с.

8. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bestpravo.ru/federalnoje/hj-zakony/x7w.htm>

9. СанПиН 2.5.1.2423-08 «Гигиенические требования к условиям труда и отдыха для летного состава гражданской авиации», утверждённые постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 27 октября 2008 г. № 60). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.niiot.ru/doc/bank00/doc240/doc.htm>

10. Федеральный закон от 9 янв. 1996 г. № 3-ФЗ (ред. от 19 июля 2011 г.) «О радиационной безопасности населения» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=117494>

11. Мартынюк, Ю. Н. Доступно о радиации [Электронный ресурс] / Ю. Н. Мартынюк. URL: http://www.doza.ru/pub/detail.php?ELEMENT_ID=2956

12. Азы науки о радиоактивности [Электронный ресурс] / Лаборатория радиац. контроля. URL: <http://www.radiation.ru/begin/begin.htm>

13. Бутаев, А. М. Эффективные дозы облучения населения Дагестана [Электронный ресурс] / А. М. Бутаев, А. С. Абдулаева // Вестн. Дагестан. науч. центра. 2006. № 25. С. 62–70. URL: <http://caspij.net/stati/52-effektivnye-dozy-oblucheniya-naseleniya-dagestana.html>

14. Перелёт беременных [Электронный ресурс]. URL: <http://www.babyblog.ru/community/post/travel/13921>