

ВПЛИВ РАДІАЦІЇ НА ПІЛОТІВ, ЩО ЗНАХОДЯТЬСЯ НА БОРТУ ЛІТАКА

*Усатенко М. В., студ. (гр. АС-91, НН ІАТ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Арламов О. Ю., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. У статті розглянуто проблему впливу радіації на екіпаж літака під час польоту, зокрема на висотах польоту комерційних літаків. Вивчено джерела виникнення радіації, їх вплив на організм людини та методи зменшення їх впливу або заходи, що дозволяють зменшити їх негативний вплив на здоров'я екіпажу.

Ключові слова: космічна радіація, сонячне випромінювання, політ комерційних рейсів.

Abstract. The article examines the problem of radiation exposure to the aircraft crew during flight, in particular at the altitudes of commercial aircraft. Sources of radiation, their impact on the human body and methods of reducing their impact or measures that reduce their negative impact on the health of the crew have been studied.

Keywords: cosmic radiation, solar radiation, flight of commercial flights.

Вступ. Рівень радіації на різних висотах може відрізнятися. У даній статті буде проведено аналіз впливу радіації на пілотів цивільної авіації та членів екіпажу комерційних рейсів.

Аналіз стану питання. Існують загальні норми, рекомендації та вимоги (в Україні це НРБУ-97), виконання яких значно знижує дію шкідливих чинників на організм людини. Щодо цього питання було проведено багато досліджень та були зібрані дані. Необхідно встановити норми для регулярних польотів.

Мета. Вивчити джерела виникнення радіації, що впливає на організм екіпажу літака на висоті польоту комерційних рейсів, вплив радіації та існуючі методи захисту або мінімізації шкідливого впливу радіації.

Методика, матеріали та результати дослідження. Особливістю дії радіації полягає у тому, що вона невидима, а її дія не виявляється органами чуття. Це одна з причин, через яку людина ігнорує небезпеку через незнання про її наявність, проте сучасна людина знає про її вплив.

У цій статті ми не враховуватимемо радіацію, що виникла через діяльність людини (наприклад радіоактивні хмари, що виникають через випробування ядерної зброї чи аварії АЕС, та пристрої авіоніки, що використовують ізотопи радіоактивних елементів в чутливому елементі), розглядатимемо лише радіацію природного походження та ті, що діють постійно. Наша планета постійно піддається впливу високоенергетичної іонізуючої радіації, що надходить з-за меж сонячної системи (галактична космічна радіація, GCR) [1]. Також варто розглянути випромінювання, що приходять від Сонця.

Розглянемо сонячне випромінювання. Воно може завдати шкоди шкірі та очам, якщо опромінення надмірне або надто інтенсивне. На щастя, атмосфера Землі захищає нас від більш небезпечного сонячного випромінювання; однак інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання присутні в нашому середовищі в різних кількостях. Це залежить від таких факторів, як час доби та рік, широта, висота, погодні умови та відбивна здатність навколишніх поверхонь. Наприклад,

збільшується вплив ультрафіолетового випромінювання приблизно на 5 відсотків на кожні 1000 футів висоти [2].

Надмірний або хронічний вплив ультрафіолету довгохвильового діапазону (UVA) і, більшою мірою, ультрафіолету середньохвильового діапазону (UVB) може спричинити сонячні опіки, рак шкіри та бере участь у формуванні катаракти, дегенерації жовтої плями та інших захворювань очей. Ультрафіолет короткохвильового діапазону (UVC) є високоенергетичним і найшкідливішим для живих істот, що штучне UVC випромінювання використовують для знезараження приміщень та поверхонь. Проте, згідно з джерелом [2] воно майже повністю поглинається озоновим шаром Землі, через що його вплив стає незначним. Однак деякі вчені вважають, що виснаження озонового шару може дозволити більшій кількості ультрафіолету проходити через атмосферу, через що варто буде носити окуляри зі 100% захистом від усіх видів ультрафіолетового випромінювання.

Як зазначається в джерелі [3], що звичайне скло для УФ з довжини хвилі меншої за 320 нм звичайне скло стає непрозорим, тобто до кабіни пілотів потрапляє тільки UVA випромінювання. Виходить, що пілотам достатньо носити окуляри, що мають високий рівень захисту від UVA і частково від UVB. те Американська оптометрична асоціація рекомендує носити сонцезахисні окуляри, які мають 99–100% захист від UVA та UVB.

Розглянемо космічну радіацію. Це випромінювання, що з'являється у результаті вибухів наднових зірок (галактична космічна радіація) і внаслідок термоядерних реакцій на Сонці.

Як зазначалось в джерелі [4], атмосферний шар Землі забезпечує ефект екранування, еквівалентний 13 футах (приблизно 3,96 м) бетону. У той час як на рівні моря опромінення становить приблизно 0,06 мкЗв на годину, на висоті 35,000 футів (10,7 км) над рівнем моря (крейсерська висота дозвукових комерційних літаків, таких як Airbus або Boeing 747) отримана доза приблизно в 100 разів більша – 6 мкЗв на годину.

Геомагнітне поле землі забезпечує додаткове екранування. Заряджені частинки, що стикаються з Землею біля екватора, мають тенденцію відхилятися вздовж силових ліній магнітного поля до полюсів. Результатом є те, що для будь-якої заданої висоти експозиція збільшується в міру віддалення від екватора. Експозиція на тій же висоті над полюсами приблизно вдвічі більша, ніж над екватором [4].

Для подальших порівнянь візьмемо з НРБУ-97 [5] ліміти дози опромінення для дорослих осіб категорій А (ті, хто постійно чи тимчасово працюють з джерелами іонізуючого випромінювання), Б (ті, хто не працює безпосередньо з джерелами іонізуючого випромінювання, але все одно отримує додаткове випромінювання) та В (все населення), для яких вони відповідно складають 20 мЗв на рік, 2 мЗв на рік та 1 мЗв на рік.

Основне занепокоєння, пов'язане з впливом космічного випромінювання на екіпаж літака, – можливий довготерміновий ризик раку, спричиненого радіацією, і, у випадку вагітних пасажирів, можлива шкода плоду – головним чином стохастичні наслідки в подальшому житті та, меншою мірою, під час народження дефекти [4].

Фрідберг та його колеги провели оцінку сумарного опромінення групи екіпажу літака Сполучених Штатів [6]. Вони оцінили його у діапазоні 0,2–9,1 мЗв на рік. Аналогічне дослідження провів Оксанен для пілотів, що мали в середньому 673 годин нальоту (діапазон коливався від 273 до 906 годин) та членів екіпажу, що мали в середньому 568 годин нальоту (діапазон коливався від 168 до 833 годин), у Фінляндії.[7] У результаті розрахунків індивідуальних доз, що відображають фактичні профілі польоту, він отримав річні дози опромінення для пілотів у середньому 2,19 мЗв на рік (діапазон коливався від 1,08 до 2,83 мЗв на рік), а для членів екіпажу – 2,27 мЗв на рік (діапазон коливався від 0,72 до 3,1 мЗв на рік). Виходячи з цих даних ми можемо сказати, що пілоти та члени екіпажу за рівнем опромінювання у середньому перевищують ліміт дози ефективного опромінення категорію Б, але залишається в межах допустимої дози опромінення для категорії А.

Фактично існує два способи зменшення дії радіоактивного випромінювання на організм екіпажу повітряного судна: забезпечити екранування за допомогою фізичних перешкод (свинець, бетон, скло і т.д.) та нормувати час перебування під дією випромінювання. Для реалізації першого способу ми можемо або створювати додаткове покриття літака, або зменшити висоту польоту. У результаті застосування першого способу збільшується споживання палива літаком (при додатковому екрануванні за рахунок збільшення маси літака, а при зменшенні висоти польоту за рахунок збільшення густини середовища, що призводить до збільшення дії аеродинамічних сил, зокрема аеродинамічного опору), що у результаті призводить до збільшення вартості польоту, що робить цей спосіб економічно недоцільним. Суть другого способу полягає в тому щоб пілотам та іншим членам екіпажу встановлювати максимальний час нальоту на рік. Застосування даного способу призведе до збільшення кількості пілотів та членів екіпажу в компанії, що призведе до збільшення витрат на заробітні плати, проте якщо більша частина заробітної плати залежить від годин нальоту, то збільшення буде незначним в порівнянні з першим способом, що залежить від кількості та тривалості польотів літака, та з витратами на лікування персоналу від наслідків опромінення.

Висновки. У результаті аналізу ми дійшли до того, що сонячне випромінювання не несе значної шкоди Єдині найбільш економічно доцільні заходи безпеки – організаційні, а саме регулювання часу нальоту пілотів на рік може знизити дозу отриманої радіації і утримувати її в межах допустимих норм.

Література

1. Bagshaw M. Cosmic radiation in commercial aviation. *Travel Med Infect Dis.* 2008 May;6(3):125-7. doi: 10.1016/j.tmaid.2007.10.003. Epub 2007 Nov 26. PMID: 18486066.
2. Montgomery, Ronald W. *Sunglasses for Pilots: Beyond the Image.* 2005-06-16. AM-400-05/01.

3. Рябцев А. Н. Ультрафиолетовое излучение // Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – Т. 5. – С. 221. – 760 с. – ISBN 5-85270-101-7;
4. Lim MK, Cosmic rays: are air crew at risk? Occupational and Environmental Medicine 2002;59:428-432.
5. НРБУ-97. Норми радіаційної безпеки України.
6. Friedberg, W, Faulkner, D N, Snyder, L, Darden, Jr, E B, and O'Brien, K. Galactic cosmic radiation exposure and associated health risks for air carrier crewmembers. United States: N. p., 1989. Web.
7. Oksanen PJ. Estimated individual annual cosmic radiation doses for flight crews. Aviat Space Environ Med. 1998 Jul;69(7):621-5. PMID: 9681366.