

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗДОРОВ'Я АСТРОНАВТІВ NASA

*Ніколаєва І. В., студ. (гр. ХП-81мн, ХТФ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Полукаров Ю. О., доц., к.т.н., (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

Анотація. Розглянуто методи забезпечення здоров'я астронавтів NASA яких вживають на космічних кораблях.

Ключові слова: астронавти, мікрогравітація, психічне здоров'я, космічне випромінювання, токсикологія, NASA.

Abstract. The methods of providing astronauts' safety on spacecraft that are used by NASA are considered.

Keywords: astronauts, microgravity, mental health, cosmic radiation, toxicology, NASA.

Вступ. За останнє століття на нашій планеті відбулись такі зміни, яких ще не було ніколи в історії людства. Науково технічний прогрес дозволив дати відповідь на багато основоположних питань.

З давніх часів люди цікавились зоряним небом. Ця зацікавленість спостерігалась ще з глибокої древності. Це сприяло виникненню астрології, яка з'явилась, по оцінкам вчених приблизно 40-100 тисяч років тому. Однак, астрологія переросла до повноцінної науки, яку ми знаємо зараз як астрономію, лише в період Відродження. Однак, коли вдалося довести та закріпити в свідомості людей геліоцентричну систему світу, то стало зрозуміло, що планети – це конкретні об'єкти, і що їх можна відвідати. Так у 1634 році Кеплером було опубліковано першу фантастичну книгу про перебування людини на Місяці «Somnium». А те що є у фантастиці, не дає спокою мрійникам-винахідникам. І це стало поштовхом для створення у XX віці нової науки – Космонавтики. Так, у 1961 році, Юрій Гагарин став першою людиною, яка вийшла на околораземну орбіту. Це призвело до появи такої професії, як космонавт.

Аналіз стану питання. Професія астронавту є дуже небезпечною, і з нею пов'язано багато ризиків. Космічні кораблі коштують великих коштів, а від здоров'я екіпажу залежить багато, саме тому ця тема є актуальною.

Мета роботи: проаналізувати принципи та методи, до яких прибігають в NASA, для забезпечення здоров'я астронавтів свого відомства.

Методики, матеріали і результати досліджень. В даній статті розглянуто заходи, які застосовують NASA. Це відомство уряду США, засноване 1958 року для досліджень у галузі аеронавтики й космічних польотів, є одним з найвідоміших у світі підрозділів, які займаються дослідженням космосу, та безпосередньо займаються відправкою людей за межі планети Земля. Також вони мають відкриті реєстри, та багато статей у цій сфері, що робить їх не тільки цікавим, але і доступним об'єктом дослідження.

Загально відомий факт, що польоти в космос є небезпечними, і це пов'язано не тільки з недосконалістю космічних апаратів, а й з тим, що специфічні умови, які присутні на космічному кораблі здатні нанести шкоду. Відомі наступні 4 фактори, які здатні зашкодити астронавтам.

Першим фактором є космічне випромінювання. Від нього на Землі нас захищає магнітне поле планети, яке відсутнє на космічних апаратах, і хоча випромінювання, яке отримують астронавти, не здатне призвести до променевої хвороби, однак вплив при польоті, наприклад на Марс, може призвести до необоротних пошкоджень клітин головного мозку, які в свою чергу можуть призвести до порушення пам'яті, тривожності, деменції, порушення процесів прийняття рішення [1].

Другим фактором, який викликає небезпеку є проблеми з психічним здоров'ям. Це одна з найскладніших проблем для вирішення, оскільки перебування в замкненому просторі в компанії одних і тих же людей протягом довгого проміжку часу, приводять до стресу, який здатний призвести до безлічі психічних відхилень [1].

До третього фактору відносять токсикологію та хімію навколишнього середовища [2]. Оскільки повітря і вода несуть важливе значення для життя астронавтів, то відсутність контролю та відсутність санітарно-гігієнічних заходів можуть призвести до зараження корабля космічними грибок [1]. Також неякісний контроль хімічного складу повітря та питної води може призвести до отруєння різними хімічними речовинами або викликати легеневу недостатність.

Четвертим фактором є мікрогравітація. Загально відомо, що на космічних кораблях відсутня гравітація, і це несе справжню загрозу астронавтам, оскільки відсутність сил тяжіння здатне призвести до атрофії м'язів та кісток, у зв'язку з цим у астронавтів виникає ряд фізіологічних проблем. Також відсутність гравітації здатна призводити до втрати гостроти зору, яка виникає у зв'язку з збільшенням спинномозкової рідини, яка здатна давити на зоровий нерв [1]. Також така гравітація здатна наносити шкоду серцево-судинній системі астронавтів. Це відносно збільшення кількості крові в верхній частині тіла, яке називається здвигом рідини головного мозку, може призвести до втрати зору, та до непритомності при поверненні на землю, об'єм серця може зменшуватись, і ставати поганим насосом для крові [3].

Поглянувши на ці фактори, пропонується дізнатися, як в NASA вирішують такі проблеми.

1. Космічне випромінювання. За для контролю рівня випромінювання, та підтримки рівня, який впливає на екіпаж в межах норми, в NASA було створено спеціальну Групу Космічного Радіаційного Аналізу (англ. The Space Radiation Analysis Group (SRAG)). Ця група займається дослідженням людини, та підтримкою членів екіпажу в межах допустимого ризику від рівня космічної радіації, що включає в себе постійний моніторинг сонячної радіації й цілодобову

підтримку астронавтів, які знаходяться у космосі. Також, ця група забезпечує оцінку радіаційної безпеки у відношенні впливу ізотопів та радіаційного обладнання, яке встановлено безпосередньо на космічному кораблі [4].

Контроль за рівнем радіації, який припадає безпосередньо на кожного астронавта, відбувається за рахунок використання дозиметрів, які носять всі члени екіпажу, їх іноді роблять у вигляді значків, такі пристрої вимірюють рівень радіації та повертаються на землю для аналізу.

Також на базі NASA створена лабораторія радіаційної біофізики, основним напрямком діяльності якої є проведення фундаментальних досліджень для розширення бази знань, та зменшення невизначеностей у відношенні ризиків для здоров'я та впливу космічної радіації. Крім того, розробляються комп'ютерні моделі та розрахункові інструменти, які допомагають прогнозувати ризики розвитку раку та гострого радіаційного синдрому у астронавтів.

2. Психічне здоров'я. З 2013 року у NASA розробляється стратегія Поведінкового Здоров'я та Працездатність (англ. Behavioral Health and Performance (BHP)), яка спрямована на дослідження у сфері зниження ризиків. Дослідження BHP розділені на три основні області: поведінкова медицина, груповий ризик та ризик пов'язаний зі сном.

Область дослідження поведінкової медицини спрямована на розробку інструментів самооцінки для раннього виявлення та лікування психічних проблем. Методи даної області реалізуються за рахунок проведення ненав'язливих та об'єктивних вимірювань настрою, когнітивних функцій, та інших поведінкових реакцій при роботі у космосі [5].

В області «Командний ризик» досліджуються результати роботи команди та інші результати, включаючи згуртованість та комунікацію, для розробки інструментів і технологій, які контролюють і підтримують команди в ході автономних операцій [5].

В області ризику для сну основна увага приділяється розробці контрзаходів, рекомендацій по лікуванню, навчання і інструктування, які оптимізують графік роботи і відпочинку. Кінцевим результатом є надання технологій і інструментів, які будуть оптимізувати адаптацію людини і команди до космічного середовища і підтримувати мотивацію, згуртованість, спілкування, мораль, благополуччя [5].

3. Токсикологія та хімія навколишнього середовища. За для вирішення питань стосовно токсикології та хімії навколишнього середовища, на базі NASA створено відділ токсикології при Національному управлінні по аеронавтиці та дослідженням космічного простору США. Місія Управління токсикології полягає в захисті екіпажів космічних кораблів від токсичного впливу. Це досягається шляхом оцінки і документування небезпек для здоров'я конкретних потенційних забруднювачів повітря або води космічного корабля перед кожним польотом.

Управління токсикологією та хімією навколишнього середовища контролює наявність забруднюючих речовин в повітрі космічних апаратів. Це досягається як

в польоті, так і після польоту. У польоті, два монітори якості повітря використовують газову хроматографію та спектрофотометрію з диференціальною рухливістю для точного виявлення і кількісного визначення 23 важливих цільових сполук для забезпечення прийнятної якості навколишнього середовища в реальному часі. Контейнери для відбору проб і комплекти для моніторингу формальдегіду використовуються для отримання проб повітря в умовах космічного польоту в певні моменти часу і аналізуються після польоту для більш докладного аналізу навколишнього середовища [2].

На борту МКС питна вода витягується з конденсату сечі і вологи спеціальними водними процесорами. Зразки цієї питної води збираються на орбіті і повертаються на землю для аналізу. Управління також підтримує аналіз зразків їжі до запуску.

Даний департамент активно просуває технологічні досягнення, щоб створити можливість моніторингу якості в реальному часі як для повітря, так і для води [2].

4. Мікрогавітація. В NASA створено Команда по серцево-судинним захворюванням на базі Управління по здоров'ю і продуктивності людини, які досліджують аспект впливу мікрогавітації на здоров'я астронавтів. За для цього команда проводить наземні і космічні дослідження, щоб краще зрозуміти адаптацію серцево-судинної системи до середовища космічного польоту і її вплив на інші фізіологічні системи, розробляє і перевіряє контрзаходи для вирішення проблем, які викликані космічним польотом, а також розробляє нові інструменти дослідження. Методи ґрунтуються на досвіді в області фізіології серцево-судинної, дихальної та фізичної активності в поєднанні з ультразвуковою візуалізацією, проектуванням і аналізом даних, лабораторія серцево-судинних захворювань досліджує потенційні ризики для здоров'я під час космічного польоту.

Виділяють наступні технології та методології, що використовуються для моніторингу і оцінки серцево-судинної адаптації до космічного польоту і впливу на інші фізіологічні системи:

- ехокардіографія;
- судинна томографія;
- транскраніальна доплерографія;
- холтерівське моніторування (амбулаторна ЕКГ) і аналіз ЕКГ;
- амбулаторний моніторинг артеріального тиску;
- тест на ортостатичну терпимість;
- панорамне ультразвукове дослідження для вимірювання об'єму м'язів;
- аналіз даних часових рядів;
- віртуальне керування ультразвуком;
- оптична когерентна томографія (ОКТ);

- заходи дослідження внутрішньоочного тиску;
- ближня інфрачервона спектроскопія [3].

Однак в NASA існує і інша команда, яка займається питанням мікрогравітації, однак має інше спрямування, а саме група з фізичних вправ і контрзаходів, яка розробляє протоколи вправ і обладнання для підтримки здоров'я і придатності астронавтів, щоб зберегти здатність членів екіпажу виконувати завдання в умовах невагомості або на поверхні планети. Дана команда зосереджена на наступних цілях:

1) Встановити вимоги до тестування здоров'я та медичного обстеження космонавтів, що стосуються опорно-рухового та аеробного фітнесу;

2) Оцінити і перевірити нові апаратні засоби і засоби моніторингу контрзаходів, протоколів навчань і програм підготовки для підтримки здоров'я і продуктивності екіпажу під час місії Міжнародної космічної станції і майбутніх місій по розвідці;

3) Кількісно оцінити вплив мікрогравітації на фізіологію і працездатність людини як під час, так і після космічного польоту [6].

Команда вивчає вплив мікрогравітації на аеробні здібності, адаптації опорно-рухового апарату, біомеханіку фізичного навантаження при невагомості, а також фізіологічну вартість діяльності під час місії для визначення вимог до майбутніх тренувальних пристроїв. Персонал лабораторії також здійснює моніторинг відповідей на вправи під час польоту для оцінки та підтвердження поточних і пропонованих протоколів протидії вправам. Команда оцінює портативні і переносні інструменти моніторингу продуктивності, такі як нові монітори серцевого ритму, пристрої для метаболічного аналізу та інструментальне взуття, що дозволяє збирати дані на місцях і ширший діапазон операційних середовищ. Першочергова мета команди полягає в тому, щоб оптимізувати здоров'я людини та продуктивність за допомогою фізичних вправ [6].

Висновки. В роботі було представлено заходи, до яких прибігає NASA задля забезпечення здоров'я астронавтів для захисту від космічного випромінювання, проблем з психічним здоров'ям, проблем токсикології та хімії навколишнього середовища, та мікрогравітації.

Література

1. Макаров В. 5 главных опасностей космических путешествий [Електронний ресурс] / Василий Макаров // Pop Mech. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.popmech.ru/science/298782-5-glavnykh-opasnostey-kosmicheskikh-puteshestviy/#part2>.

2. Toxicology and Environmental Chemistry [Електронний ресурс] // NASA. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nasa.gov/feature/toxicology-and-environmental-chemistry>.

3. Cardiovascular Health [Электронный ресурс] // NASA. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.nasa.gov/content/cardiovascular-health>.

4. Space Radiation [Электронный ресурс] // NASA. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.nasa.gov/content/space-radiation>

5. Behavioral Health and Performance [Электронный ресурс] // NASA. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: https://www.nasa.gov/exploration/humanresearch/elements/research_info_element-bhp.html.

6. Exercise Physiology [Электронный ресурс] // NASA. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.nasa.gov/content/exercise-physiology>.