

# **ЗАЩИТА ЭКИПАЖЕЙ КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ КАК ВАЖНЫЙ АСПЕКТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКИПАЖА**

***Воробьев Г.Ю.***

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. Зиматкина Т.И.  
Гродненский государственный медицинский университет

**Актуальность.** Сегодня для космонавтики остро стоит вопрос о влиянии космической радиации на экипаж корабля и методов защиты от неё. Влияние космического излучения существенно ограничивает возможности для длительного пребывания в космосе. А для работников МКС, для которых она является жилищем и, соответственно, окружающей средой, проблема облучения сравнима с экологическими проблемами на Земле.

Космическое ионизирующее излучение – любое ионизирующее излучение, генерируемое небесными телами за пределами земной атмосферы [1]. Космическое излучение подразделяется на первичное и вторичное.

Первичное космическое излучение – это поток частиц высокой энергии, прибывающих из межзвездного пространства. Состоит преимущественно из: протонов (90%) и альфа-частиц (10%). Помимо этого, первичное излучение участвует в формировании поясов Ван Аллена, представляющие собой области скопления протонов и электронов, захваченных магнитным полем Земли. В настоящее время именно они являются одним из основных источников радиационной нагрузки на космонавтов, находящихся на околоземной орбите.

Вторичное космическое излучение возникает в результате взаимодействия первичного космического излучения с атмосферой Земли. Это излучение имеет сложный состав и имеет максимальную интенсивность на высоте 20-25 километров, так что для космонавтов особой опасности оно не несет.

Основную опасность для здоровья космонавтов при воздействии космического излучения представляют острый лучевой синдром, мутации в клетках, повышенный риск развития злокачественных новообразований и генетических заболеваний у потомства. Важной особенностью работы в космонавтике является постоянное подвержение космонавтов облучению, в результате чего суммарная доза этой профессии очень большая.

**Цель.** Изучение уже используемых и перспективных методов защиты экипажей от космической радиации, анализ их эффективности, преимуществ и недостатков.

**Материалы и методы.** В работе использовались сравнительно-оценочный, поисковый и аналитический методы для изучения и систематизации материалов открытых источников информации интернет-ресурсов и печатных изданий [1-4].

**Результаты и их обсуждение.** Для защиты экипажа от космической радиации могут использоваться такие приемы как:

1. Защита экранами.

На данный момент основу данного метода представляет конструкция

космических станций, обычно включающая в себя 3 мм стенки из алюминия, экранно-вакуумную теплоизоляцию и экраны противометеоритной защиты, а также многочисленное оборудование. В жилых отсеках такая защита снижена, за счет отсутствия приборов.

Перспективным проектом в данной сфере является «космическая пластмасса». Пластик RXF-1, по строению сходен полиэтилену, обладает повышенными радиопротекторными характеристиками благодаря включению в его структуру атомов бора и лития. Считается, что с улучшенной термозащитой, RXF-1 можно будет использовать в качестве основной обшивки космического корабля, что позволит снизить его вес и решить ряд связанных с этим проблем.

Ещё одной перспективной идеей является окружение корабля топливными баками, заполненными жидким водородом в качестве защитного экрана. Водород с 1 протоном в ядре является эффективным поглотителем ионизирующего излучения, особенно нейтронов. Помимо этого, водород служит топливом для двигателей, что позволяет снизить общую массу конструкции. Основной проблемой в реализации этой идеи является решение сложных технических задач, связанных с обеспечением герметичности топливных баков, поддержанием сверхнизких температур и предотвращением утечек водорода.

В области создания новых скафандров для защиты от космической радиации лидирует Массачусетский технологический институт (MIT) с проектом биоскафандра (Bio-Suit). Биоскафандр предполагается наносить непосредственно на кожу в виде быстро застывающего спрея из специального полимера. Исключением являются шлем, перчатки и ботинки. Основной целью ученых является создание влаго- и воздухопроницаемой пленки на теле живого человека. Кроме того, было заявлено о намерении изучить возможность создания самозатягивающейся пленки, которая будет восстанавливаться при небольших повреждениях. Для повышения защиты от радиации предлагается использовать специальные полимеры, содержащие наночастицы металлов, эффективно поглощающие ионизирующее излучение. Однако, увеличение веса и снижение подвижности скафандра являются серьезными проблемами, требующими решения. Сроки реализации этой технологии пока не определены.

## 2. Применение радио модифицирующих средств.

Радиопротекторы – обладают защитным действием, используются для профилактики острой лучевой болезни. Они действуют непосредственно перед облучением, уменьшая повреждение ДНК. Примеры: Цистеамин, Индралин, Мексамин и др.

Средства длительного поддержания повышенной радиорезистентности организма. В отличие от радиопротекторов способны оказывать терапевтическое, а не только профилактическое действие. Среди них различные иммуномодуляторы, эстрогенные препараты, корректоры тканевого метаболизма витаминно-аминокислотные комплексы.

Стимуляторы кроветворения. Ускоряют восстановление кроветворной системы, которая сильно страдает от радиации. Эти препараты могут быть полезны для восстановления после облучения, но также имеют побочные эффекты и требуют медицинского контроля. Примеры: Филграстим (нейпоген),

эпоэтин альфа и др.

Антиоксидантные препараты – снижают активность свободнорадикальных процессов, могут применяться длительное время, однако их эффективность в защите от высоких доз радиации ограничена. Примеры: витамин С, витамин Е, флавоноиды, астаксантин и др.

Адаптогены – вещества, повышающие общую сопротивляемость организма стресс-факторам, чаще растительного происхождения. Примеры: женьшень, имбирь, куркума, лимонник и др.

### 3. Радиологическая консультация экипажа с Земли.

Для реализации данного метода на Земле работают специальные организации как SRAG (Space Radiation Analyses Group) и SEO (Space environment officer). Основной принцип работы – ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

Данные организации выполняют широкий круг работы:

- Изучение «космических прогнозов погоды» и корректировка проведения миссий в зависимости от них. Занимается этим SWPC (Space Weather Prediction Centre).

- Корректировка графика работы членов экипажа и возможного проведения времени в отдельных зонах корабля в соответствии с данными личных дозиметров.

- Использование данных радиационных детекторов, расположенных на корабле CPD (Charged Particle Detector) для регистрации протонов и ядер атома гелия энергией 10-100 МэВ, тяжелых ионы с повышенной энергией и гамма-излучения энергией 5-100 МэВ, FND (Fast Neutron Detector) для нейтронов с энергией 0.5-10 МэВ.

- Изучение возможной дозы при работе в открытом космосе.

- Работа приборами ARRT (Acute Radiation Risks Tool) для исследования риска поражения экипажа острым лучевым синдромом либо повышенным риском онкологических заболеваний.

- Использование компьютерного моделирования (CAD-based modeling) для более точного расчета доз, получаемых космонавтами.

**Выводы.** Для обеспечения безопасности астронавтов в длительных космических миссиях необходим комплексный подход к защите от космической радиации. На данный момент наиболее широко используемыми являются такие методы защиты как: применение фармацевтических препаратов, таких как антиоксидантные препараты, радиопротекторы, адаптогены, стимуляторы кроветворения и средства длительного поддержания повышенной радиорезистентности; радиологическая поддержка экипажа; экранирование корпусом корабля и скафандром. Однако достаточной эффективностью они не обладают. Самые перспективные направления: разработка новых материалов для космических аппаратов (RXF-1 и композитные материалы с добавлением бора или лития); создание биоскафандров с использованием передовых полимеров и возможностью самозатягивания. Доведение до готовности и использование этих средств значительно улучшит защиту экипажа от ионизирующего излучения.

### Литература

1. Защита от космической радиации. Что мы знаем об облучении в космосе // Asgardia.

The space nation. – URL: <https://asgardia.space/ru/news/Protecting-Against-the-Dangers-of-Space-Radiation> (дата обращения: 20.09.2025).

2. How do we protect the astronauts from space radiation? // NASA. – URL: <https://srag.jsc.nasa.gov/spaceradiation/how/how.cfm> (date of access: 20.09.2025).

3. Космическая радиация // Знание. Вики. – URL: [https://znanierussia.ru/articles/Космическая\\_радиация](https://znanierussia.ru/articles/Космическая_радиация) (дата обращения: 20.09.2025).

4. Перспективные методы защиты космических аппаратов и космонавтов от радиации / М. Е. Туктарева, М. Р. Кирбятёва, А. М. Минхаирова // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2022. – № 3. – С. 1312-1314.

## **ИЗУЧЕНИЕ ИНФОРМИРОВАННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ О ГИБРИДНЫХ МЕТОДАХ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ**

*Гинь Д.С., Повжик В.А.*

Научный руководитель: Якубчик А.А., Смирнова Г.Д.  
Гродненский государственный медицинский университет

**Актуальность.** Гибридные методы в лучевой диагностике (ЛД) – это комбинации нескольких методов визуализации, которые позволяют в рамках одного исследования оценить и функциональные, и структурные изменения в зонах, где есть патология. Такие методы сочетают преимущества разных методик, что повышает точность постановки диагноза. К примерам некоторых современных известных гибридных методов в лучевой диагностике относятся:

- ПЭТ/КТ – позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) совмещена с компьютерной томографией (КТ). ПЭТ определяет зоны повышенной метаболической активности, КТ помогает точно локализовать очаг;

- ПЭТ/МРТ – ПЭТ совмещена с магнитно-резонансной томографией (МРТ); ПЭТ определяет метаболические процессы, МРТ – анатомические особенности тканей;

- ОФЭКТ/КТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) совмещена с КТ. Позволяет получить объёмные и послойные изображения процессов в организме после введения радиоактивных препаратов.

Выбор гибридного метода зависит от клинической задачи, зоны обследования и доступности оборудования. Например, ПЭТ/МРТ менее распространён, чем ПЭТ/КТ, из-за высокой мягкотканевой контрастности без лучевой нагрузки [1]. Гибридные методы используются в разных областях:

- онкология – для поиска метастазов и оценки стадии опухолевого процесса;
- кардиология – для анализа жизнеспособности миокарда;
- инфекционная диагностика – при подозрении на хронические воспаления;
- неврология и нейрохирургия – для диагностики при эпилепсии, нейродегенеративных заболеваниях, исследования мозгового кровотока и метаболизма при черепно-мозговых травмах.

На сегодняшний день внедрение гибридных методов диагностики представляет собой одно из наиболее значимых достижений в современной медицинской визуализации, позволяя получать как структурные, так и