

**Организатор конференции**  
Государственный научный центр Российской Федерации –  
Институт медико-биологических проблем  
Российской академии наук

***Поддержка конференции***

Российская академия наук  
Российская академия медицинских наук  
Российское авиационно-космическое агентство  
Министерство промышленности, науки  
и технологий Российской Федерации  
Федеральное управление медико-биологических  
и экстремальных проблем  
при Минздраве Российской Федерации  
Российский фонд фундаментальных исследований  
Международная академия астронавтики

---

**РОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

**«ОРГАНИЗМ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА:  
АДАПТАЦИЯ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ  
УСЛОВИЯМ»**

***Материалы конференции***  
(3–5 ноября, Москва)

Посвящается 40-летию  
Института медико-биологических проблем –  
ведущего научного учреждения России  
по проблемам космической биологии и медицины



Москва 2003

## **«БЕЗДЕЙТЕРИЕВАЯ» ВОДА В СИСТЕМАХ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКИПАЖА МАРСИАНСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ**

**Синяк Ю.Е., Гайдадымов В.Б.**

Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем РАН,  
Москва, Россия

Тяжелая вода ( $D_2O$ ), в состав которой входит тяжелый стабильный изотоп водорода дейтерий, проявляет токсические свойства. В литературе вы-



сказывается и обосновывается предположение, что любое количество тяжелого изотопа водорода – дейтерия – является нежелательным для животных, растений и человека.

Исследования последних лет показали, что вода с пониженными концентрациями дейтерия обладает биологической активностью: отмечено возрастание количества биомассы и семян (на 100–200 %) при культивировании некоторых высших растений в течение полного цикла онтогенеза, появление антимуутагенных свойств, снижение скорости метастазирования некоторых опухолей.

Полеты по марсианской программе будут проходить в условиях повышенных радиационных воздействий на экипаж. Одним из методов снижения онкологического риска может служить использование экипажем питьевой воды со сниженными концентрациями стабильного изотопа водорода – дейтерия, которая может быть получена в регенерационных системах жизнеобеспечения. «Бездейтериевая» вода на борту обитаемого марсианского корабля может использоваться для повышения работоспособности членов экипажа, в оранжерейных устройствах для улучшения условий культивирования зеленных культур и получения витаминной продукции с улучшенными качествами, для повышения иммунного статуса космонавтов.

Для производства «бездейтериевой» воды в условиях марсианской экспедиции наиболее простой и легко реализуемой технологией является электролизный метод в сочетании с каким-либо методом конверсии газообразных продуктов электролиза в воду. Электролиз воды обеспечивает наиболее высокий коэффициент разделения изотопов водорода. Кроме того, электролизный метод получения воды с пониженным содержанием тяжелого изотопа водорода – дейтерия – хорошо комплексируется в общую систему обеспечения жизнедеятельности экипажей космических летательных аппаратов. Система жизнеобеспечения экипажей марсианского корабля может быть реализована на основе регенерационных систем, использованных на орбитальном комплексе «Мир» и МКС. На борту орбитального комплекса «Мир» успешно функционировала система генерирования кислорода «Электрон», предназначенная для дыхания космонавтов и основанная на процессе электролиза воды. Система «Электрон» успешно используется и на МКС.

Источниками «бездейтериевой» воды в условиях марсианской экспедиции могут быть вода, регенерированная из конденсата атмосферной влаги с помощью штатной системы «СРВ-К», вода, полученная из мочи с помощью штатной системы «СРВ-У», регенерированная санитарно-гигиеническая вода, а также конденсат, получаемый в результате реализации реакции Сабатье ( $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4$ ).

Несмотря на то что на борту орбитального комплекса «Мир» успешно функционировала и на МКС в настоящее время эксплуатируется система генерирования газообразного кислорода «Электрон», основанная на про-



цессе электролиза воды, непосредственное использование системы «Электрон» затруднительно, поскольку оно связано с трудностями выделения тяжелой воды из концентрата катодной камеры.

В докладе рассматриваются схемы «бездейтериевого» контура воды в системах жизнеобеспечения экипажа марсианской экспедиции.

### **«БЕЗДЕЙТЕРИЕВАЯ» ВОДА В КАЧЕСТВЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО СРЕДСТВА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ МАРСИАНСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ**

**Синяк Ю.Е., Турусов В.С., Григорьев А.И., Заридзе Д.Г.,  
Гайдадымов В.Б., Гуськова Е.И., Антошина Е.Е., Горькова Т.Г.,  
Труханова Л.С.**

Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

\*Научно-исследовательский институт канцерогенеза Российского онкологического научного центра им. Н.Н.Блохина РАМН, Москва, Россия

Полеты по марсианской программе будут проходить в условиях повышенных радиационных воздействий на экипаж. Поиск методов снижения онкологического риска, вызванного облучением космонавтов, является одним из важнейших факторов успешной реализации программы полета. Одним из таких методов может служить использование экипажем питьевой воды со сниженными концентрациями стабильного изотопа водорода – дейтерия, которая может быть получена в регнерационных системах жизнеобеспечения.

Для получения воды со сниженной концентрацией дейтерия («бездейтериевой» воды) использовали метод электролиза дистиллированной воды в электролизере с твердым ионообменным электролитом с последующей конверсией электролизных газов в воду и конденсацией паров воды. Метод позволял снижать концентрацию дейтерия в полученной воде на 65 % и более. В качестве контрольной воды использовали дистиллированную воду. «Бездейтериевую» и дистиллированную воду подвергали операции стандартизации как по физико-химическим, так и по химическим параметрам. Операция стандартизации заключалась в кипячении воды в течение 5 мин (для устранения влияния структурных характеристик), охлаждении воды до комнатной температуры, сорбционной доочистке на фильтре со смешанным слоем ионитов и активным углем и контактной минерализации в слое гранулированного доломита.

Эксперименты по изучению противоопухолевого действия воды с пониженным содержанием дейтерия на перевиваемые опухоли проводились на модели карциномы легких Льюис. Опухолевую массу готовили разведением ее из расчета 1 г в 10 мл среды 199. Измельченную опухолевую массу в дозе 0,5 мл вводили подкожно в правую подмышечную впадину мышам-самцам линии BDF<sub>1</sub>. Животных начинали поить экспериментальной и кон-

трольной водой в день перевивки опухоли. Смену воды проводили 2 раза в неделю с измерением количества выпитой жидкости. Первые 2 нед после перевивки опухоли проводили ежедневную пальпацию в области перевивки для определения времени появления первых узелков. О противоопухолевом действии исследуемой воды судили также по результатам сопоставления среднего объема опухоли у животных контрольных и экспериментальных групп. Объем опухоли вычисляли как произведение величин трех взаимно перпендикулярных ее размеров. Помимо этого у погибших животных определяли массу перевитой опухоли. Критерием эффективности действия воды с пониженным содержанием дейтерия служила также продолжительность жизни животных.

В результате проведенных исследований выявлено, что вода с пониженными на 65 % концентрациями дейтерия обладает определенными противоопухолевыми свойствами. Отмечалось достоверное торможение роста опухоли на 13, 15, 23-и, 26-е и 28-е сутки после перевивки. Среднее время появления первых узелков в месте перевивки карциномы легких Льюис у мышей, употреблявших «бездейтериевую» минерализованную воду, было на 14 % больше, чем у мышей, употреблявших дистиллированную минерализованную воду. Средняя продолжительность жизни мышей, употреблявших «бездейтериевую» минерализованную воду, была на 10 % больше, чем у мышей, употреблявших дистиллированную минерализованную воду.

Предварительные результаты исследований влияния воды с пониженным содержанием дейтерия на рост перевиваемой карциномы легких Льюис позволяют предположить, что использование космонавтами «бездейтериевой» воды может привести к снижению риска онкологических заболеваний в условиях повышенных радиационных воздействий при полете на Марс.