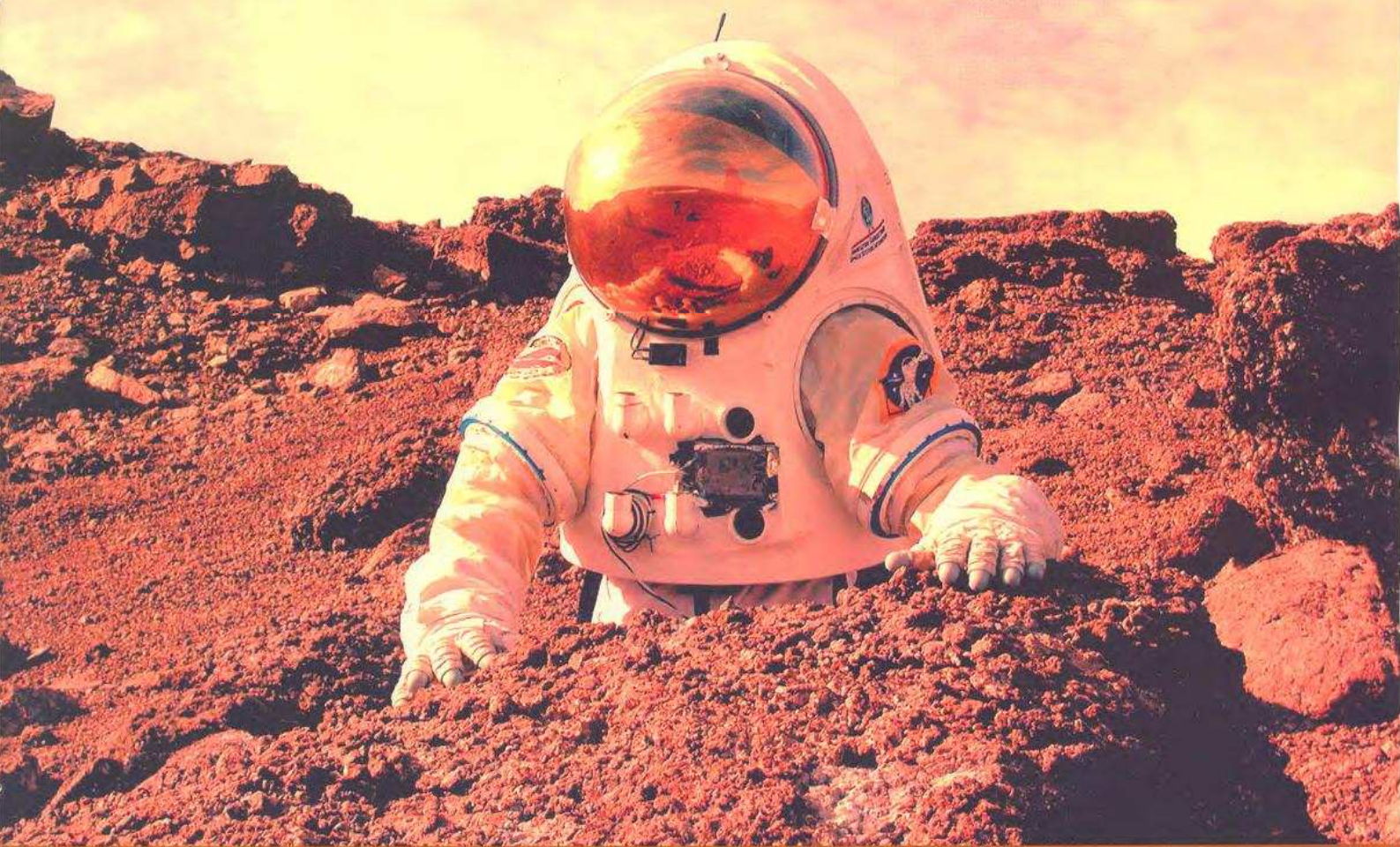


ТЕХНИКА МОЛОДЕЖИ

№919
апрель 2010

Чем опасен путь к Марсу?

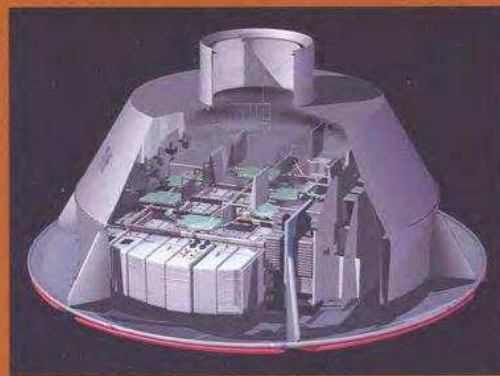
с.2



Скифия: несостоявшееся величие с. 48



21-я, на взлёт! с. 4



НАСА: роды затягиваются с. 10



ТМ ТЕХНИКА молодежи

04/2010

A potentia ad actum
От возможного — к действительному



«Буревестник-24»: амфибия, экраноплан, экранолёт... с.8



2 Top Science

Н. Теряева
Долететь на Марс
поможет ускоритель

4 Технология творчества

Б. Примочкин
«Чёрная молния»: секреты
автомобильного летания

8 Сделано в России

Ю. Егоров
«Буревестник» —
амфибия, переходящая
в экраноплан

10 Инженерное обозрение

С. Александров
Восход и закат
«Созвездия»

15 XXI — век нано

16 Историческая серия

И. Боечин
С изменяемым крылом

Творцы

20 *В. Борисов*
Леонардо да Винчи —
у истоков машинного
прядения

24 Наши партнёры

Месяц ревущих
моторов

25 Техника и технологии

На якорном направлении
не всё гладко

26 Вокруг земного шара

28 Из истории вещей

К. Смирнов
Спасибо советской
разведке!

31 Эхо «ТМ»

В. Моторин
Гамма-лазер —
последняя надежда
земной цивилизации

36 Медицина

Д. Макунин
В двух шагах
от сибирской язвы

Страницы истории

40 *Г. Черненко*
«Межпланетные
путешествия» Якова
Перельмана

Патенты

44 *Ю. Ермаков*
Размышление о живом
техническом языке

48 Загадки забытых цивилизаций

Т. Соловьёва
Убийство в Гилее.
Скифский детектив

54 Музей агентурного оружия

А. Ардашев
Ствол в телефонной
трубке

Клуб любителей фантастики

56

В. Марышев
Заигрались

58

Ю. Антолин
Великий Электронщик

60

В. Гвоздей
Вселенский форум
гуманоидов

62 Клуб «ТМ»

Долеететь на Марс поможет ускоритель



Евгений Александрович
Красавин

Кажется, земляне твёрдо решили слетать на Марс в течение двух ближайших десятилетий. Широким фронтом, правда далеко не сплошным, проводятся «подготовительные мероприятия» — от поисков воды на его поверхности при помощи дистанционно управляемых аппаратов до многомесячных психолого-физиологических экспериментов в макете будущего межпланетного корабля. А может ли человек, человеческий организм, вообще позволить себе такое путешествие? Выдержит ли он длительное нахождение в «открытом море» космоса, пусть даже и защищённый стенками своего «ковчега»?

Знаете ли вы, что выходу человека на космическую орбиту мы обязаны мирному атому? Пятьдесят два года назад, в 1957 г., в подмосковной Дубне, в Лаборатории ядерных проблем Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ) на фундаментальную науку уже работал первый синхротриклотрон. На этом ускорителе начали облучать протонами высоких энергий клетки растений и лабораторных животных, чтобы понять, как будут действовать протоны космического излучения на человека. Тогда и подтвердилось предположение о том, что воздействие таких протонов на организм человека близко по разным критериям к действию гамма-излучения и рентгеновских лучей.

С этих исследований началась космическая радиобиология — важная область космической биологии, у истоков которой стояли академики Н.М. Сисакян, А.В. Лебединский, В.В. Парин, О.Г. Газенко и другие учёные. Мирный атом помог биологам и медикам установить допустимые уровни облучения космонавтов. Это позволило выбрать оптимальные орбиты для космических кораблей, на которых риск облучения космической радиацией наименьший, разработать методы физической защиты от излучения.

Возникшее в 70-х гг. в ОИЯИ сотрудничество биологов, медиков и физиков, позволившее эффективно изучать воз-

действие разных видов излучения на живые организмы, привлекло в Дубну многих молодых талантливых специалистов из стран-участниц института. С учётом важности проводимых исследований, в ОИЯИ было создано новое подразделение — целый институт биологического профиля. Этот институт получил название Лаборатория радиационной биологии ОИЯИ. Основной задачей Лаборатории является изучение биологического действия ускоренных тяжёлых ионов, что неразрывно связано с решением задач космической радиобиологии, и прежде всего — с пилотируемым полётом на Марс.

При нынешних технических возможностях земной полёт на Красную планету должен занять около 500 дней — год и четыре с половиной месяца туда и обратно. Казалось бы — что тут особенного? Для космонавтов год работы на орбите — уже не новость. Так-то оно так. Но за пределами земной атмосферы и магнитного поля Земли, служащих для человечества «подушкой безопасности» от разнообразных «подарков» из космоса, при всех благоприятных обстоятельствах и безупречной работе надёжной и совершенной техники на сей день самым труднопреодолимым препятствием к полёту является космическое излучение, исходящее из глубин Галактики. Перед ним человек абсолютно беззащитен, поскольку в спектре галакти-

ческого излучения, наряду с высокоэнергетичными протонами, находятся тяжёлые ионы — ядра различных элементов, и среди них наиболее представлены ядра группы углерода и железа.

Космические тяжёлые ионы обладают такой высокой энергией, что «прошивают» обшивку космического корабля в открытом космосе, как пушечные ядра тонкий шёлк. Вне магнитосферы Земли на квадратный сантиметр площади падает в сутки около 160 тяжёлых заряженных частиц с массой $Z \geq 20$. Значит, во время полёта на Марс за каждые сутки именно такое их количество упадёт на 1 см^2 поверхности тела космонавта. Как это может повредить состоянию здоровья посланцев Земли в долгом путешествии? Это и выясняют сотрудники Лаборатории радиационной биологии (ЛРБ) ОИЯИ.

«Ещё двадцать лет назад, — рассказывает директор ЛРБ ОИЯИ профессор Евгений Красавин, — мы решили одну из центральных задач радиационной биологии — проблему относительной биологической эффективности (ОБЭ) ионизирующих излучений разных типов (заряженных частиц с разными физическими характеристиками). Что такое относительная биологическая эффективность излучения? Это отношение доз «стандартного» излучения (гамма- или рентгеновского) и исследуемого вида излучения, вызывающих одинаковый биологический эффект.

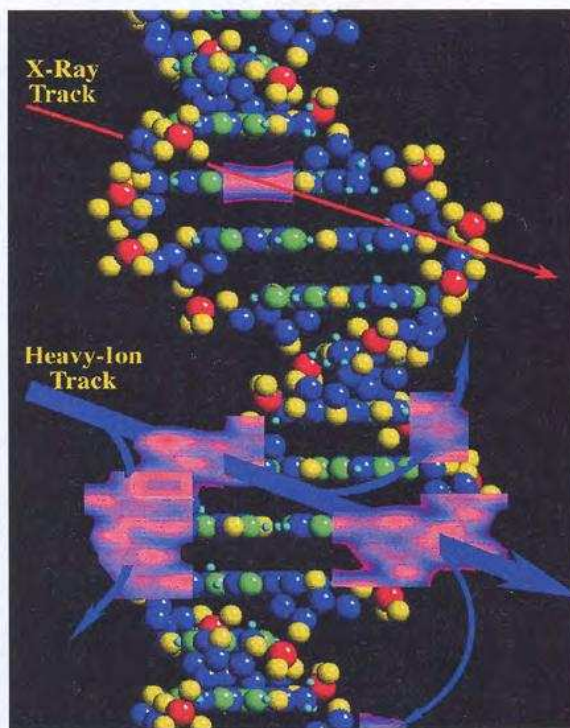
Иными словами, это показатель различия в радиочувствительности живых клеток (гибель, генные мутации, хромосомные поломки, возникновение злокачественных трансформантов и т.д.) к действию разных типов ионизирующих излучений по сравнению со «стандартными» их вида-

ми. Например, популяция живых клеток облучается пучком протонов в дозе, скажем 1 Грей (1 Гр = 100 рад); другая такая же популяция облучается рентгеновскими лучами в той же дозе. Сравнивая вызываемые этими двумя видами излучений эффекты, можно получить представление о том, какой вид излучения оказывается более эффективным в воздействии на клетки, более разрушительным.

Нам удалось разобраться в том, почему одинаковые дозы разных излучений (поток тяжёлых ионов, нейтронное, гамма-излучение) вызывают неодинаковое воздействие на живые клетки. Оказалось, что различия связаны как с физическими характеристиками излучений, так и с биологическими свойствами самой живой клетки — её способностью восстанавливать ДНК, повреждённую облучением. В экспериментах на ускорителях тяжёлых ионов мы выяснили, что самые серьёзные повреждения ДНК возникают именно под воздействием тяжёлых ионов.

Разницу между воздействием рентгеновских лучей (пучка фотонов) и пучка тяжёлых ионов можно представить себе образно так: выстрелить из ружья в стену мелкой дробью — это вред от рентгеновских лучей; выстрелить в ту же стену пушечным ядром — это разрушения от одного тяжёлого иона. Проходя сквозь клетку, тяжёлый ион, обладающий большим электрическим зарядом, на своём пути производит большие разрушения. Именно такие повреждения «кластерного типа» образуются при множественных разрывах химических связей во фрагменте ДНК, когда через ядро клетки проходит тяжёлая частица космических лучей. Они и вызывают различные типы мутаций генов. Однако по пути на Марс опасно возникновение не столько мутаций и связанного с ними развития в отдалённый период раковых заболеваний, сколько появление тяжёлых нарушений совсем другого рода — «быстрых», способных нарушить работу организма космонавтов уже во время полёта.

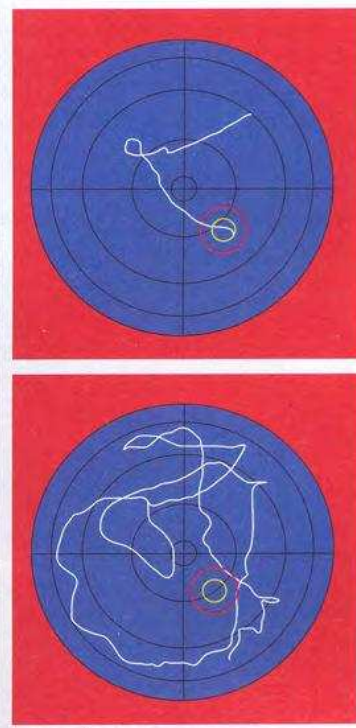
Дело в том, что тяжёлые ионы высоких энергий обладают, к примеру, высоким катарактогенным воздействием. То есть после прохождения через хрусталик глаза даже таких частиц, даже единичных, спустя некоторое время может развиться его помутнение — катаракта. В экспериментах на животных группа под руко-



Кластерные повреждения ДНК

водством академика М.А. Островского в нашей лаборатории занята изучением механизмов такого воздействия тяжёлых ионов на структуры глаза.

Но и это не самое страшное, что может случиться с экипажем корабля. Наименее изучено повреждающее действие тяжёлых ионов на центральную нервную систему и сетчатку глаза, представляющую собой, по выражению нобелевского лауреата Рамона-и-Кахала, часть мозга, вынесенную на периферию. По оценкам специалистов NASA, в ходе марсианской экспедиции от 2 до 13% нервных клеток будут пересекаться как минимум одним ионом железа. А сквозь ядро каждой клетки организма раз в три дня будет пролетать один протон. Как мы знаем, нервные клетки не восстанавливаются. Возникает серьёзная опасность необратимых нарушений поведенческих реакций членов экипажа, что ставит под угрозу выполнение задачи в целом. Мозг — очень тонкий инструмент, и нарушения в небольших его участках могут приводить к утрате работоспособности всего организма, что встречается у людей, перенесших инсульт или у тех, кто страдает болезнью Альцгеймера. Американские биологи из NASA поставили эксперимент под названием «когнитивный тест». В круглом бассейне под тонким слоем непрозрачной воды расположили небольшую твёрдую площадку. В бассейн запускали лабораторных крыс — необлучённых и после



Траектория движения крысы до и после облучения

воздействия пучком тяжёлых ионов (ускоренных ионов железа). И следили за тем, как быстро животные могут найти площадку и залезть на неё.

Необлучённые крысы обнаруживали «цель» быстро и направлялись к ней по кратчайшей траектории. Облучение же резко изменяло когнитивные функции (способность к обучению) животных. Спустя месяц после начала облучения поведение крысы резко менялось. Она петляла, кружила по бассейну долгое время, пока ей практически случайно не удавалось почувствовать твёрдую почву под ногами. Мыслительные способности животного оказались сильно нарушенными.

Та же опасность при воздействии галактического излучения тяжёлых ионов подстерегает и космонавтов во время длительного полёта на Марс. И в решении этой проблемы путь пока один: провести подробные радиобиологические исследования в земных условиях на современном ускорителе тяжёлых ионов высоких энергий. Они позволят смоделировать повреждающее действие тяжёлых ядер высоких энергий, исходящих из глубин Галактики. Среди таких уникальных ускорителей — нуклотрон, который последние годы успешно работает в ОИЯИ, и новый комплекс NICA, создающийся в Дубне в Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ. На них радиобиологи Дубны возлагают большие надежды. **TM**

Наталья ТЕРЯЕВА