

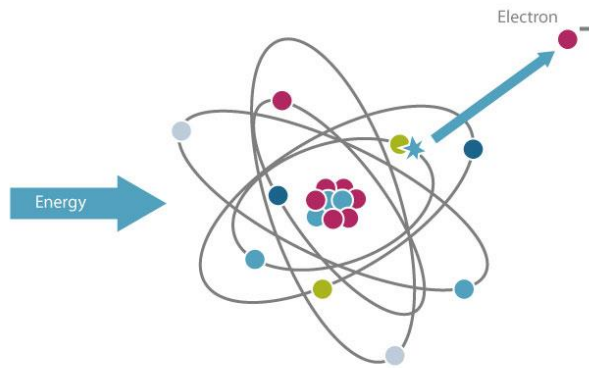
Научная школа для учителей физики из стран-участниц
ОИЯИ в Европейской организации ядерных
исследований (CERN), Женева, 5-12 ноября 2017 года



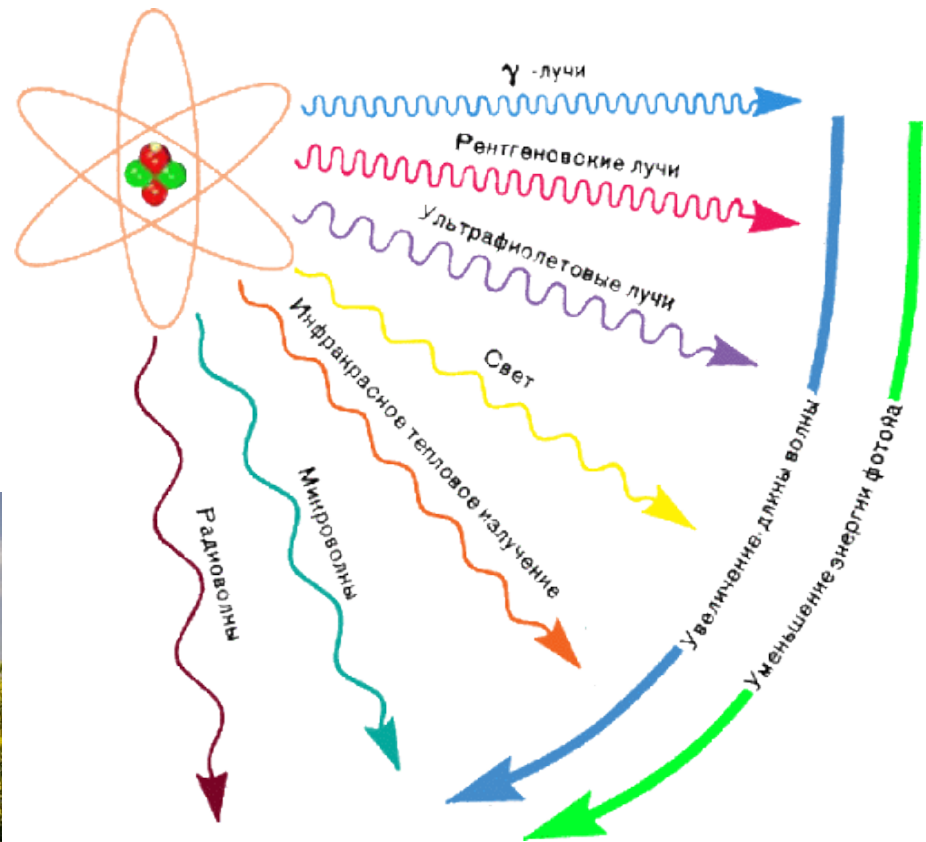
ВОЗМОЖЕН ЛИ ПОЛЕТ НА МАРС?

Северюхин Юрий
Научный сотрудник Лаборатории
радиационной биологии

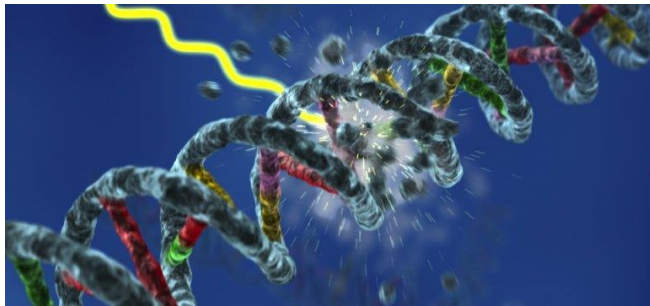
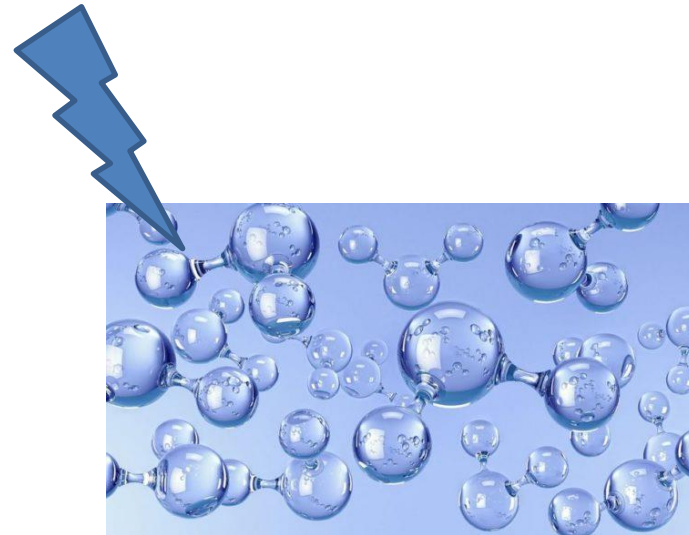
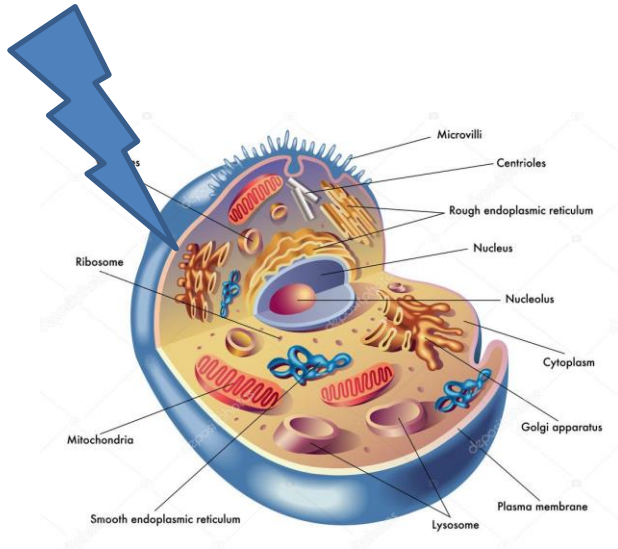
Что такое ионизирующее излучение?



Ионизация вещества



Прямое и косвенное действие



Мишень - ДНК



пероксиды

суперпероксиды

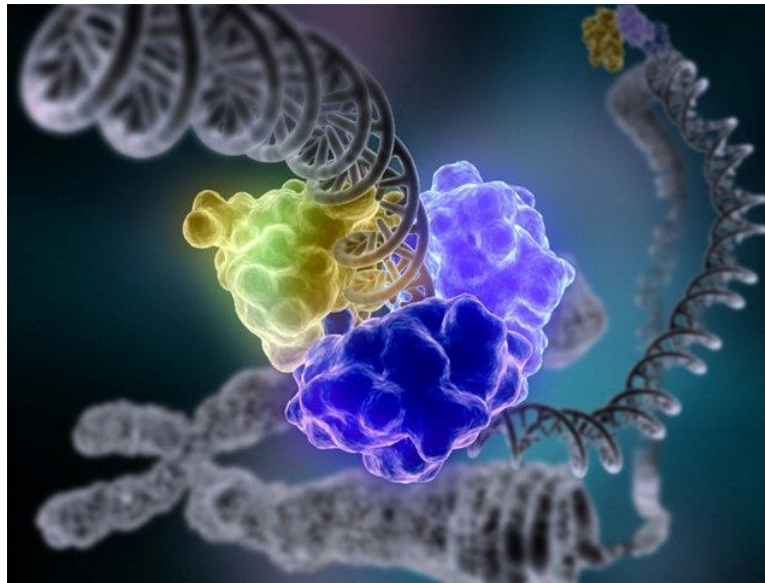
Уникальный природный механизм – репарация ДНК

Однонитевые разрывы

Двунитевые разрывы

Кластерные
Повреждения

Сшивки



хеликаза

эксонуклеаза

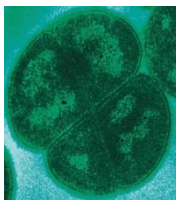
полимераза

лигаза



Ферменты
репарации

[Deinococcus radiodurans](#)



10 000 Гр
5 Гр – летально
для человека

Полагают, что от 80 % до 90 %
всех [раковых заболеваний](#) связаны с
отсутствием или неправильной
работой репарации [ДНК](#).

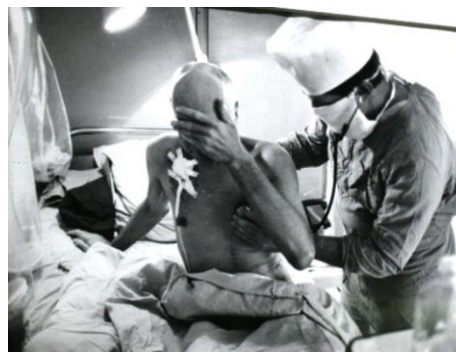
Радиочувствительность органов и тканей. Правило Бергонье-Трибондо. Лучевая болезнь



Что определяет
радиочувствительность?

Процессы внутри
клетки и организма

Вид и энергия
излучения



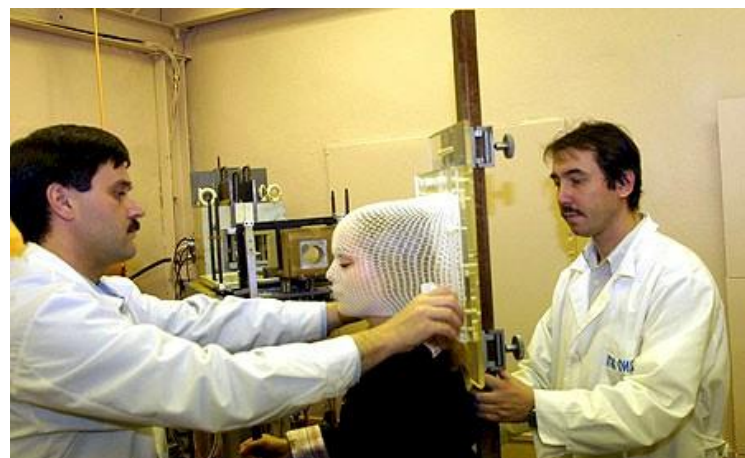
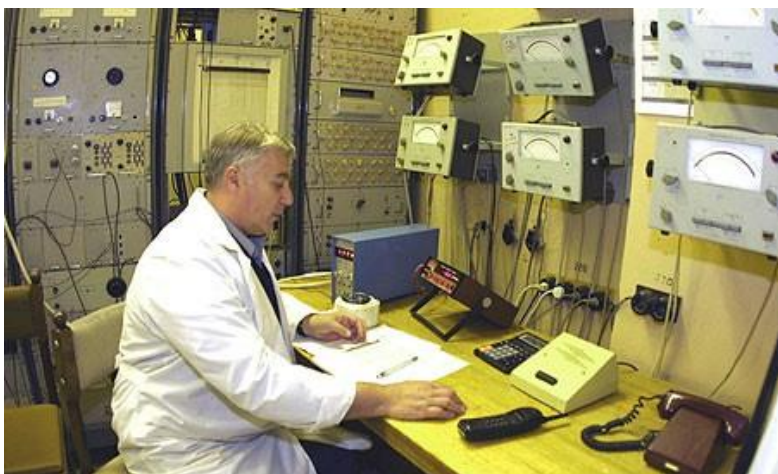
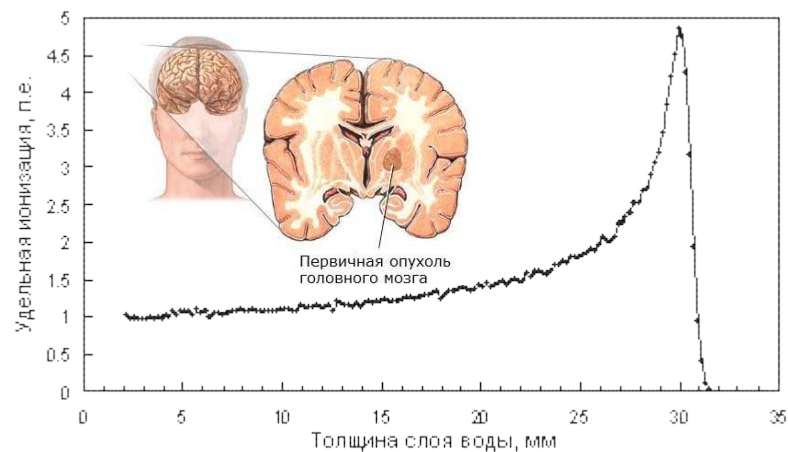
Доза более 1 Гр

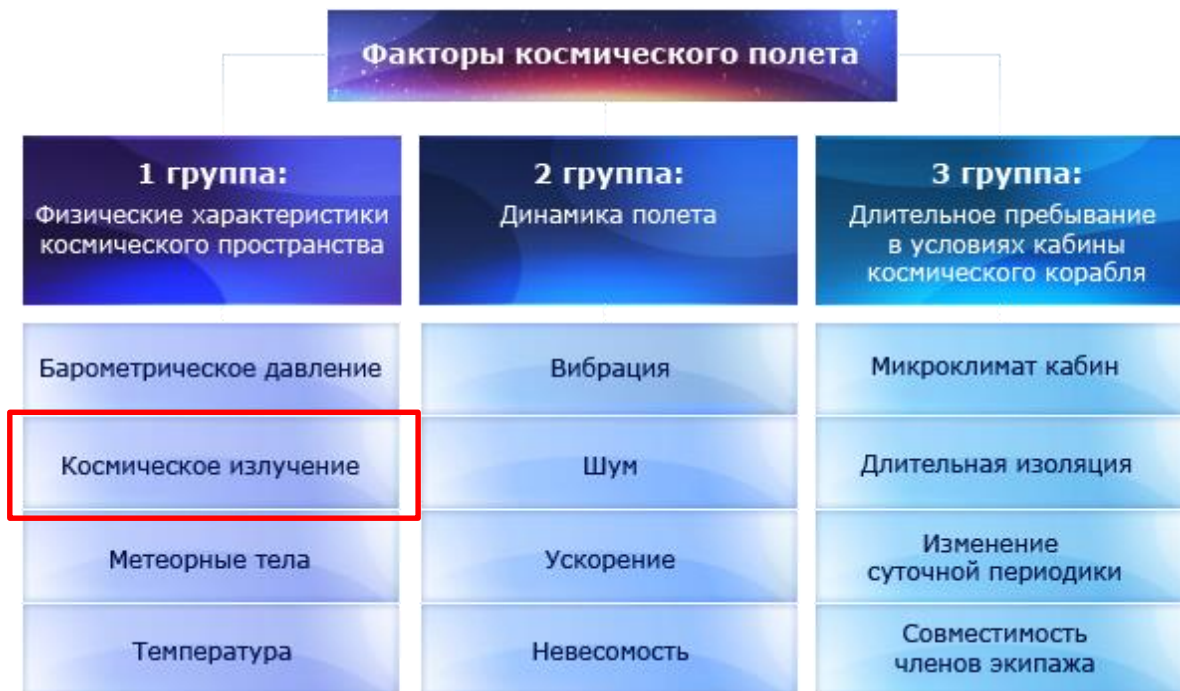
Радиопротекторы и
Радиосенсибилизаторы

Лучевая терапия. Пик Брегга. Радиация во благо.



Медико-технический комплекс ОИЯИ

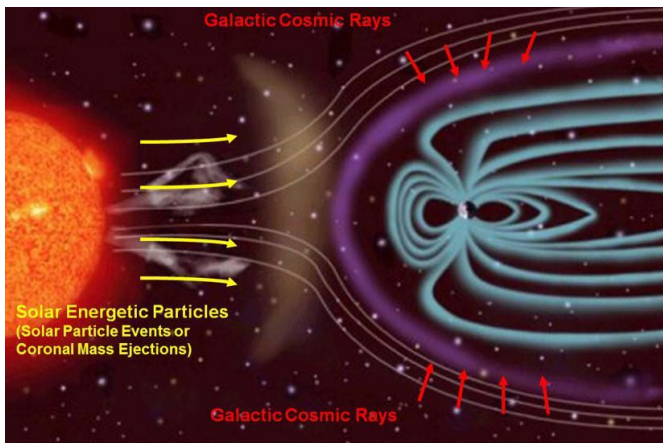




Источник: сайт Федерального государственного бюджетного учреждения "Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А.Гагарина"



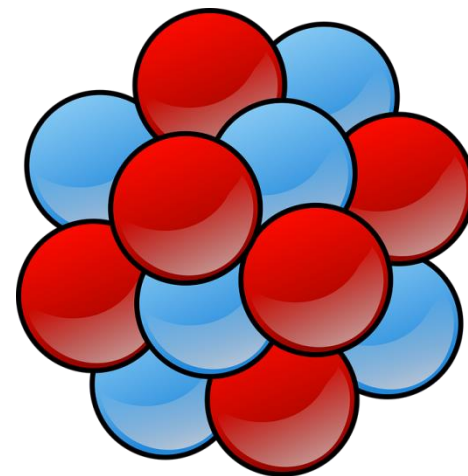
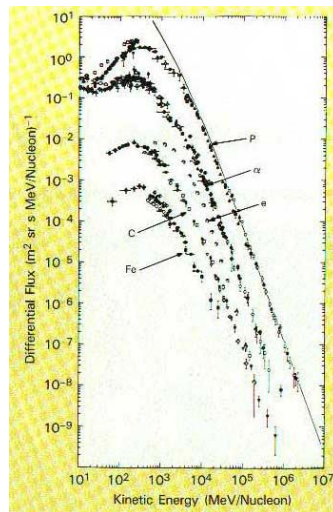
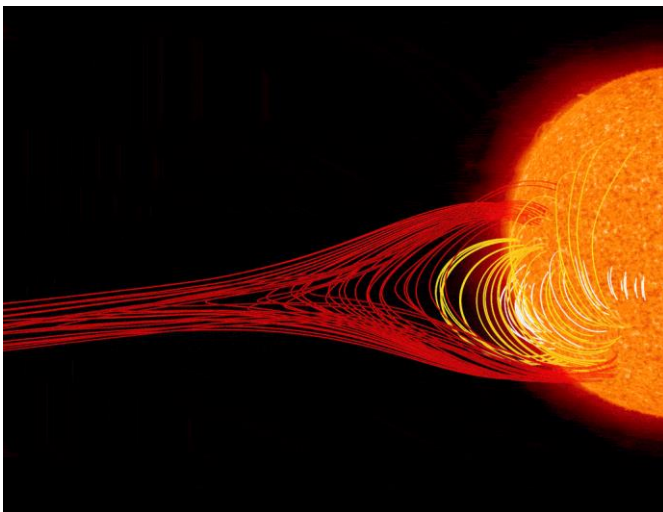
Радиационная обстановка в Космосе



Солнечные космические лучи

Галактические космические лучи

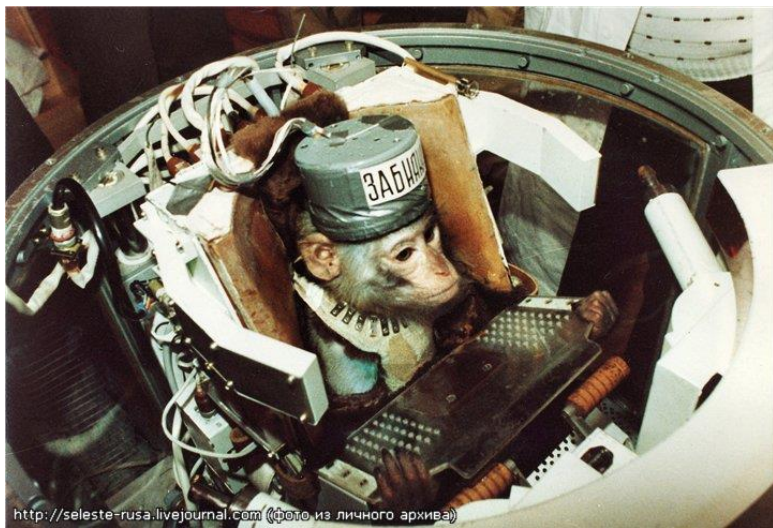
Радиационные пояса Земли (Пояса Ван-Аллена)



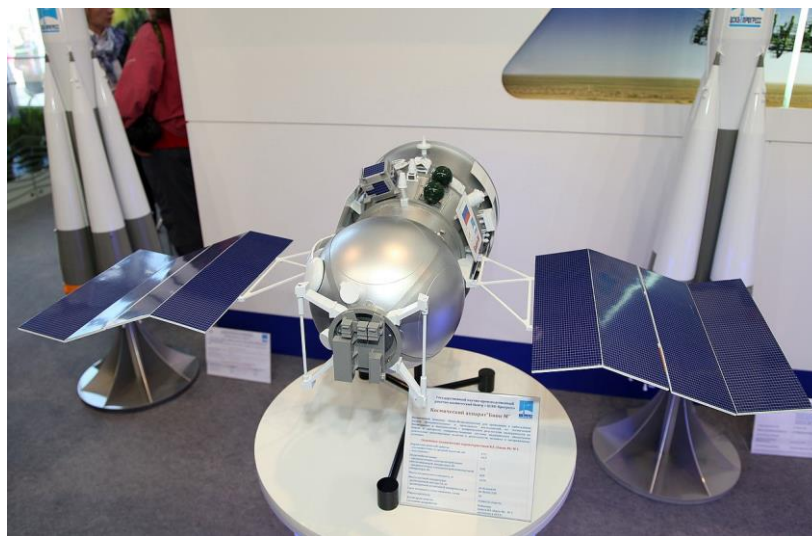
Радиационная обстановка внутри космического корабля



Эксперименты на космических аппаратах



«Бион-9», 1989 год, макака по кличке Забияка.



1973-2013 было запущено около 12 аппаратов серии БИОН

Эксперименты на ускорителях



Нуклотрон



Фазотрон

U-400M: up to 50 MeV/u Li, B, and Ne ions

Nuclotron: 500 MeV/u C ions

Phasotron: 170 MeV protons

Новая концепция радиационного риска для пилотируемых межпланетных полетов

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2016, том 87, № 1, с. 64–68

ТОЧКА
ЗРЕНИЯ

К ВОПРОСУ О РАДИАЦИОННОМ БАРЬЕРЕ ПРИ ПИЛОТИРУЕМЫХ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПОЛЁТАХ

© 2016 г. А.И. Григорьев*, Е.А. Красавин[†], М.А. Островский[‡]

*Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия
[†]Объединённый институт ядерных исследований, г. Дубна, Московская область, Россия
[‡]Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля, Москва, Россия

e-mail: grigoriev@rnp.ru; krasavin@jinr.ru; ostrovsky3535@mail.ru

Поступила в редакцию 10.05.2016 г.

Предложена и обосновывается концепция радиационного риска для пилотируемых межпланетных полётов. В отличие от традиционных полётов, в рамках которых радиационный риск для космонавтов связывается главным образом с развитием опухолевых процессов в отдалённый период, вводится понятие "вероятность успешного выполнения миссии". Вероятность радиационного поражения в этих условиях рассматривается прежде всего как результат действия тяжёлых ядер галактических космических лучей на структуры центральной нервной системы, что может привести к изменению высших интегративных функций мозга и обусловить нарушения операторской деятельности экипажей.

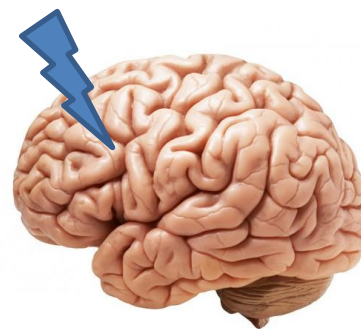
Ключевые слова: межпланетные пилотируемые полёты, галактические космические лучи, тяжёлые заряженные частицы, нейрорадиобиология, центральная нервная система, повреждающие факторы.

DOI: 10.7868/S0869587317010030

Путь в космос учёные в Советском Союзе начали прокладывать задолго до запуска первых искусственных спутников, ещё в 30-х годах прошлого века. Речь идёт о первом полёте в стратосферу стратостата "Осоавиахим-1" в 1933 г. Уже тогда под руководством патриарха отечественной физиологии академика Л.А. Орбели развернулись медико-биологические исследования, целью которых было подробное изучение влияния стратосферных условий на организм человека и животных. Активнейшее участие в этих работах принимали ученики Л.А. Орбели — сотрудники

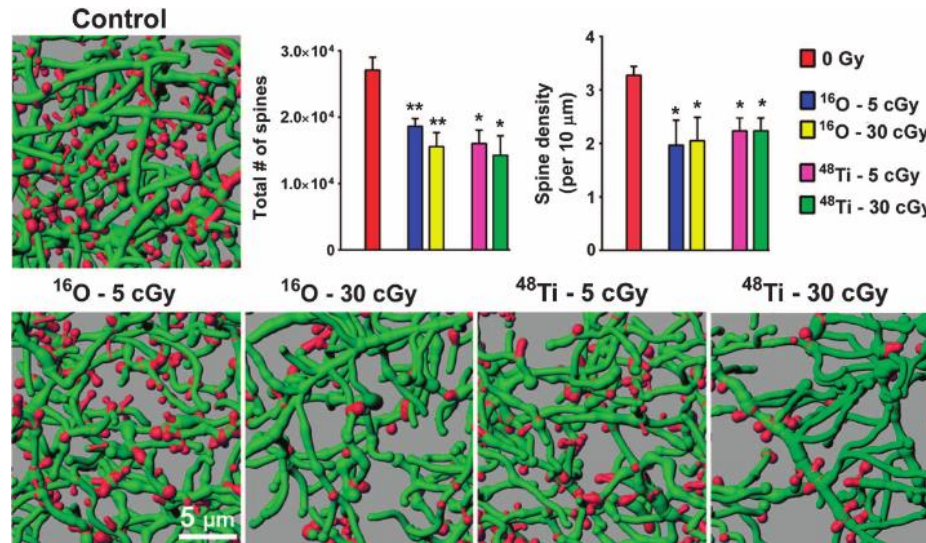
Ленинградской Военно-медицинской академии. Как писал позднее один из его ближайших учеников, впоследствии первый директор Института медико-биологических проблем академик АМН СССР А.В. Лебединский, "Стратосферная медицина стала подлинной прелестью космической медицины" [1, с. 327].

Л.А. Орбели был первым, кто осознал и сформулировал главное условие высотных полётов: «Человек ... должен будет активно проникать в них (речь тогда шла о стратосфере и конкретно о полёте "Осоавиахима-1". — *Прим. авт.*), должен



ГРИГОРЬЕВ Анатолий Иванович — академик РАН, вице-президент РАН, научный руководитель ИМБП РАН, КРАСАВИН Евгений Александрович — член-корреспондент РАН, директор лаборатории радиационной биологии ОИЯИ, ОСТРОВСКИЙ Михаил Аркадьевич — академик РАН, руководитель Отдела фотохимии и фотобиологии ИБХФ им. Н.М. Эмануэля РАН.

Что известно на данный момент?

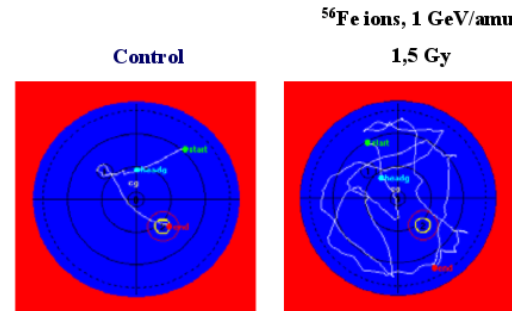


Parihar, Vipin K.; Barrett D. Allen; Chongshan Caressi; Stephanie Kwok; *et al.* (2016).
«Cosmic radiation exposure and persistent cognitive dysfunction»

Что известно на данный момент?

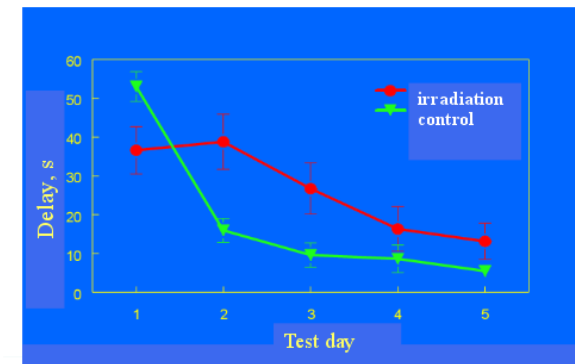


Тест Морриса



Morris test

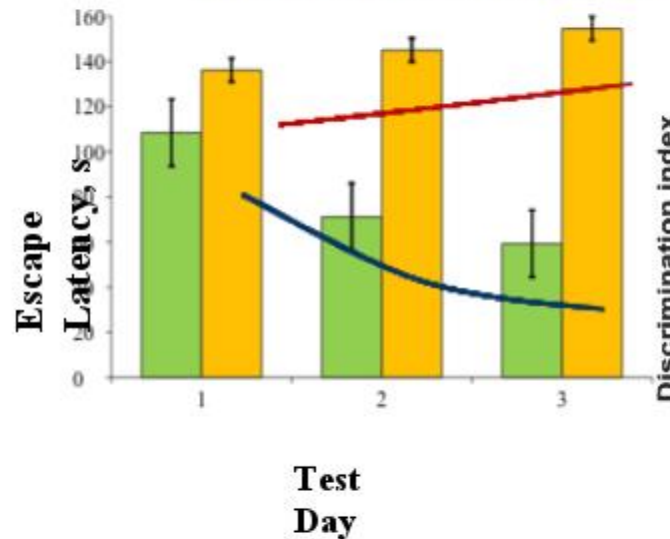
1 month after irradiation



Behavioral deficits measured 1.5 and 3 months after charged particle exposure

Rats

3 months after irradiation



Test Day

control

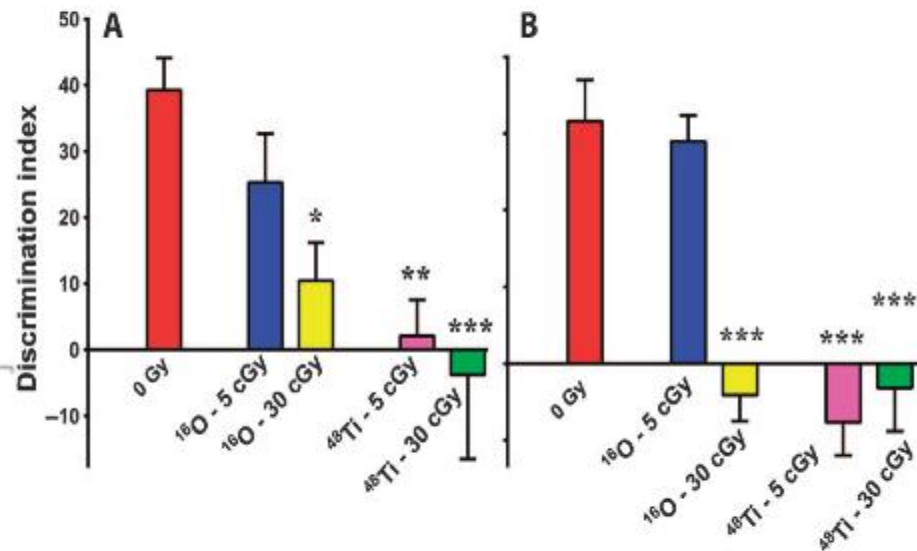
⁵⁶Fe ions 1 GeV/u, 20 cGy



R. Britten et al., 2012

Mice

6 weeks after irradiation

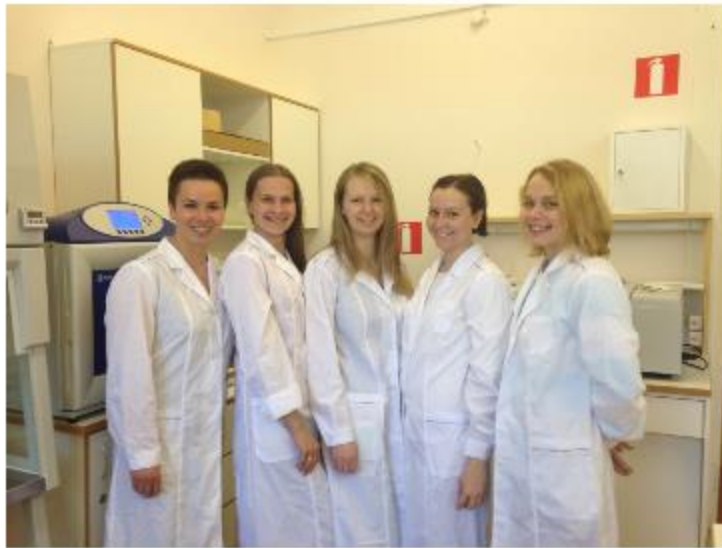


A - novel object recognition task

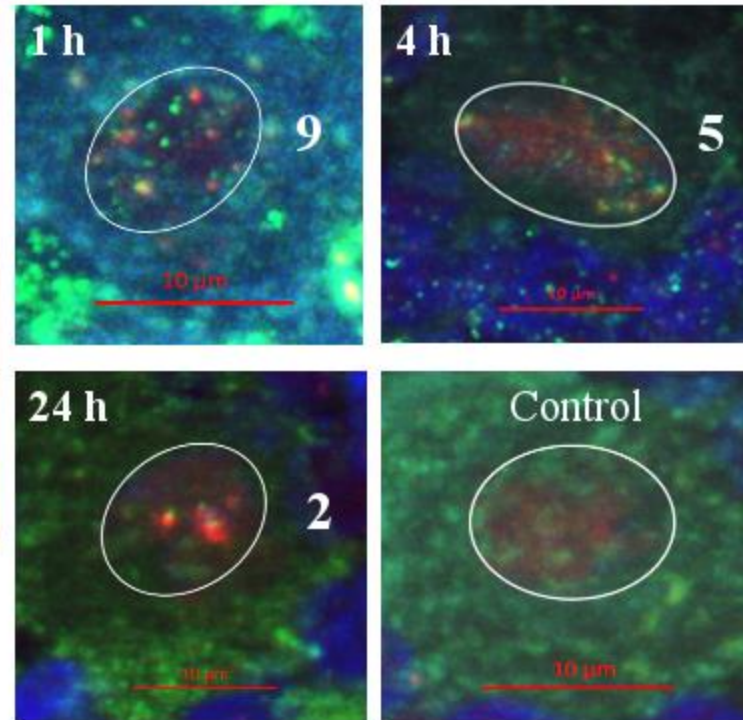
B - object in place task

V. Parihar et al., 2015

Rat's cerebellum cortex after exposure with 3 Gy with γ -rays



Radiation immunocytochemistry group
Leader - *Ježková Lucia*

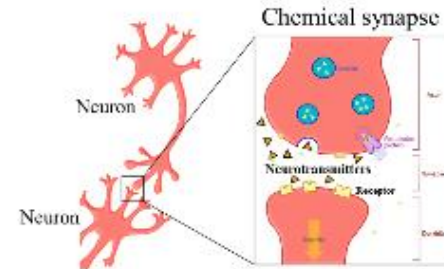
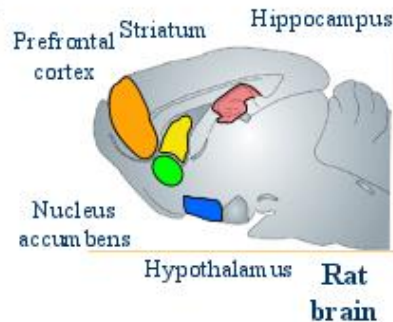
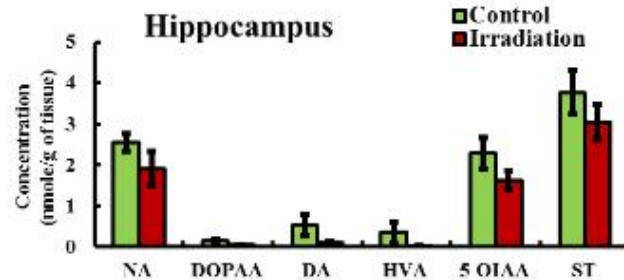
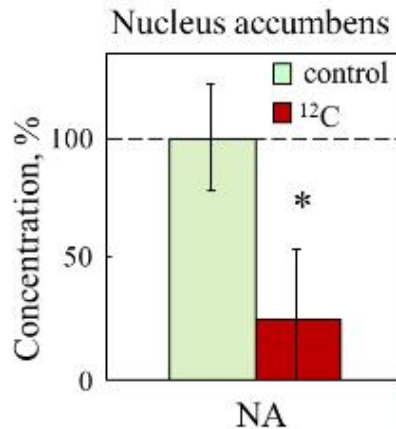


Studying the level of neurotransmitters in different rat brain areas

Irradiation with 1 Gy of 500 MeV/u carbon ions

Radiation-induced decrease in the level of neurotransmitters is observed in the brain regions responsible for the *emotional and motivational state*

3 months after irradiation



Belov et al (2016)

Proton irradiation



On the 60th day after monkey head irradiation with 170 MeV protons, no disorders were observed in the oculomotor system and cognitive functions.

The beam cross section: 8x8 cm;
exposure duration: 5 minutes;
the dose: 3 Gy.

Спасибо за внимание!

