



Russian Language Teacher Programme 4 -11 november 2018  
Geneve, Swizerland, CERN

# Radiation biology and medicine

**Speaker:** Yuriy Severyukhin (JINR)



**ЛАБОРАТОРИЯ РАДИАЦИОННОЙ  
БИОЛОГИИ ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(ДУБНА)**

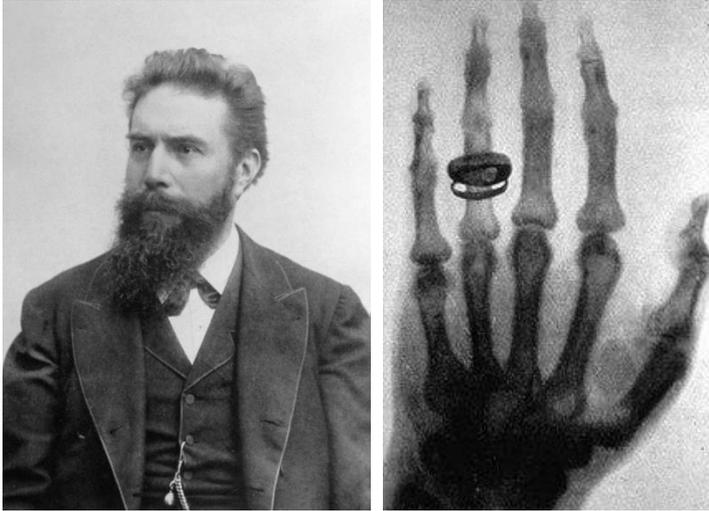


**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
БИОФИЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
ИМ. А. И. БУРНАЗЯНА (МОСКВА)**

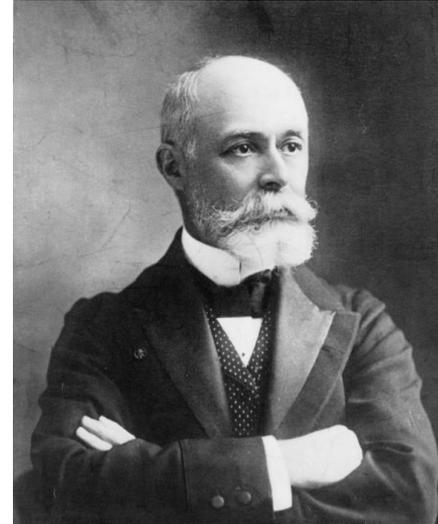
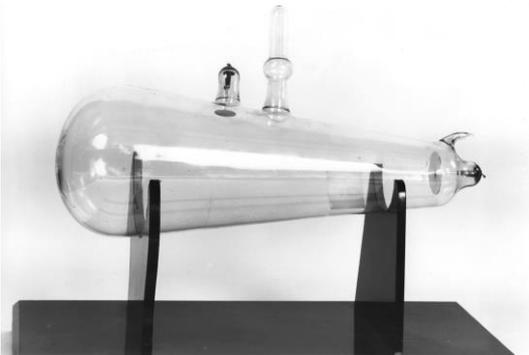
# ЧТО ТАКОЕ РАДИАЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ?



# ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РАДИОБИОЛОГИИ



8 ноября 1895 г.  
Открытие X-лучей.  
(Wilhelm Conrad Röntgen)



1896 г. Открытие  
и исследование  
естественной  
радиоактивности  
(*Antoine Henri  
Becquerel, Pierre  
Curie, Marie  
Skłodowska-Curie* )



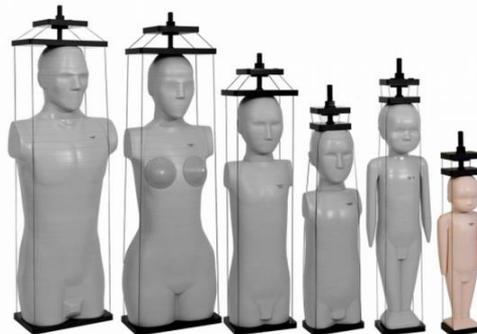
# ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РАДИОБИОЛОГИИ



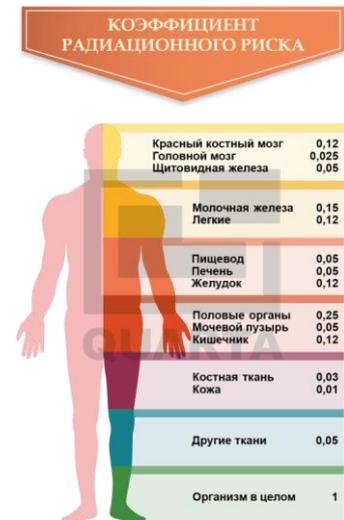
Открытие Закона Бергонье – Трибондо (1906 г.)  
*Jean Bergonié*

Радиочувствительность ткани прямо пропорциональна пролиферативной активности и обратно пропорциональна степени дифференцировки составляющих ее клеток.

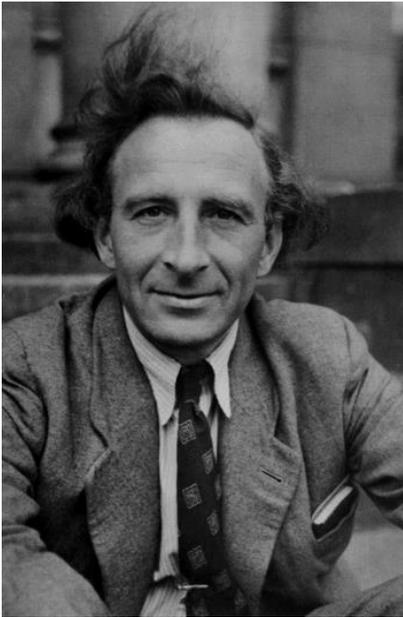
Исключение: Лимфоциты



Верификация терапевтических доз при лучевой терапии

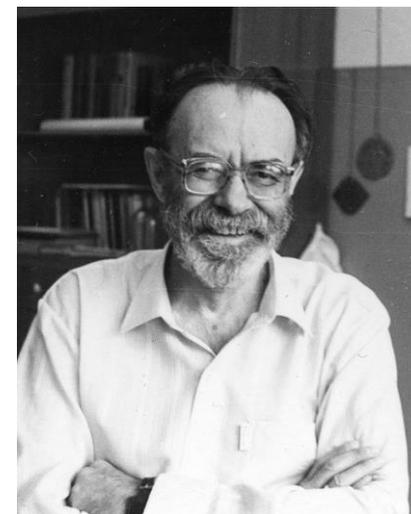


## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РАДИОБИОЛОГИИ



**1922 – 1944 г. Развитие количественной радиобиологии. Зависимость биологических эффектов от поглощенной дозы. Открытие мутагенного эффекта радиации (Timofeev – Resovsky, Karl Günter Zimmer, Hermann Joseph Muller and etc)**

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РАДИОБИОЛОГИИ



**1944– 1986 г. Молекулярная радиобиология. Развитие терапии лучевых поражений. Космическая радиобиология. Радиационная фармакология. Применение ускорителей частиц в радиобиологии. Радиобиологические принципы лучевой терапии опухолей.**

**С 1986 г. – эффекты малых доз радиации, радиозэкология, космическая радиобиология.**

# ОСНОВЫ РАДИОБИОЛОГИИ. КИСЛОРОДНЫЙ ЭФФЕКТ

Воздействие ионизирующего излучения приводит к ухудшению состояния организма, нарушениям на клеточном и молекулярных уровнях. При воздействии больших доз - к развитию лучевой болезни и гибели организма.

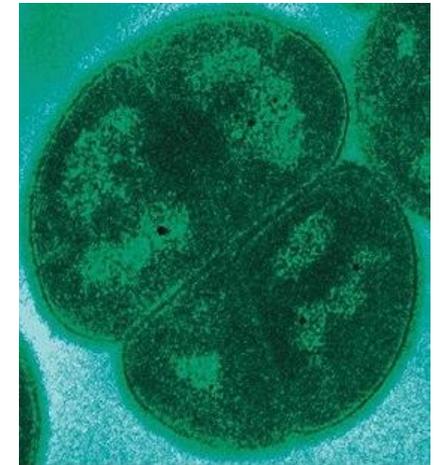
Небольшие дозы – канцерогенез.

Дозы > 6 Гр для человека

Дозы > 10 Гр для крыс и мышей

Дозы > 2000 Гр Кишечная палочка

Дозы > 10 000 Гр *Deinococcus radiodurans*



# ОСНОВЫ РАДИОБИОЛОГИИ. РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРАДОКС

**Радиобиологический парадокс** — несоответствие между ничтожным количеством поглощённой энергии ионизирующего излучения и крайней степенью реакции биологического объекта, вплоть до летального исхода.

Смертельная [поглощённая доза](#) - 6 [Гр](#).

*Вся эта доза, пересчитанная в тепло, вызывает нагрев тела всего лишь на 0,0014 °C*

Причина: Прямое и косвенное действие радиации (АФК)

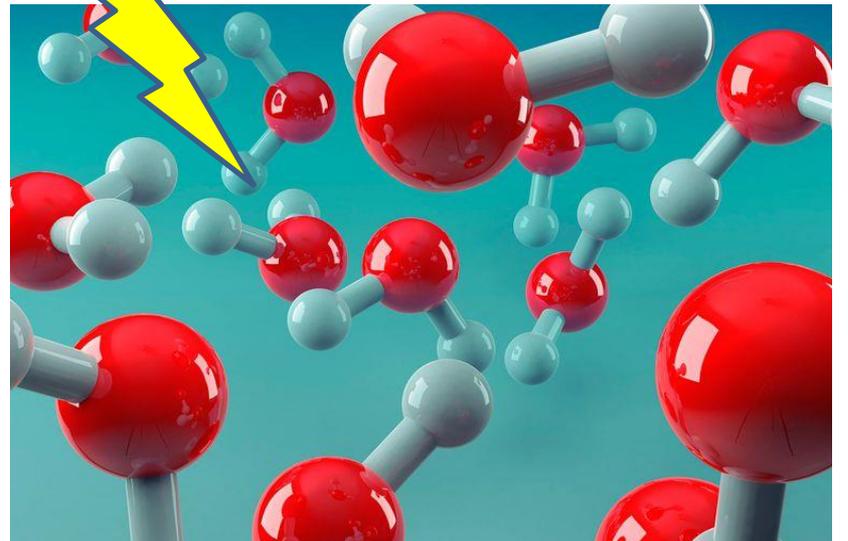


# ОСНОВЫ РАДИОБИОЛОГИИ. РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРАДОКС

**Прямое действие –  
непосредственное  
поражение биологических  
структур (ДНК, белков,  
мембран, митохондрий и т.д.)**



**Косвенное действие –  
образование АФК (активных  
форм кислорода) Пероксиды  
и суперпероксида.**



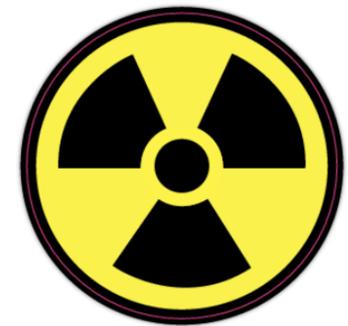
**Окислительный стресс**

# ОСНОВЫ РАДИОБИОЛОГИИ. КИСЛОРОДНЫЙ ЭФФЕКТ

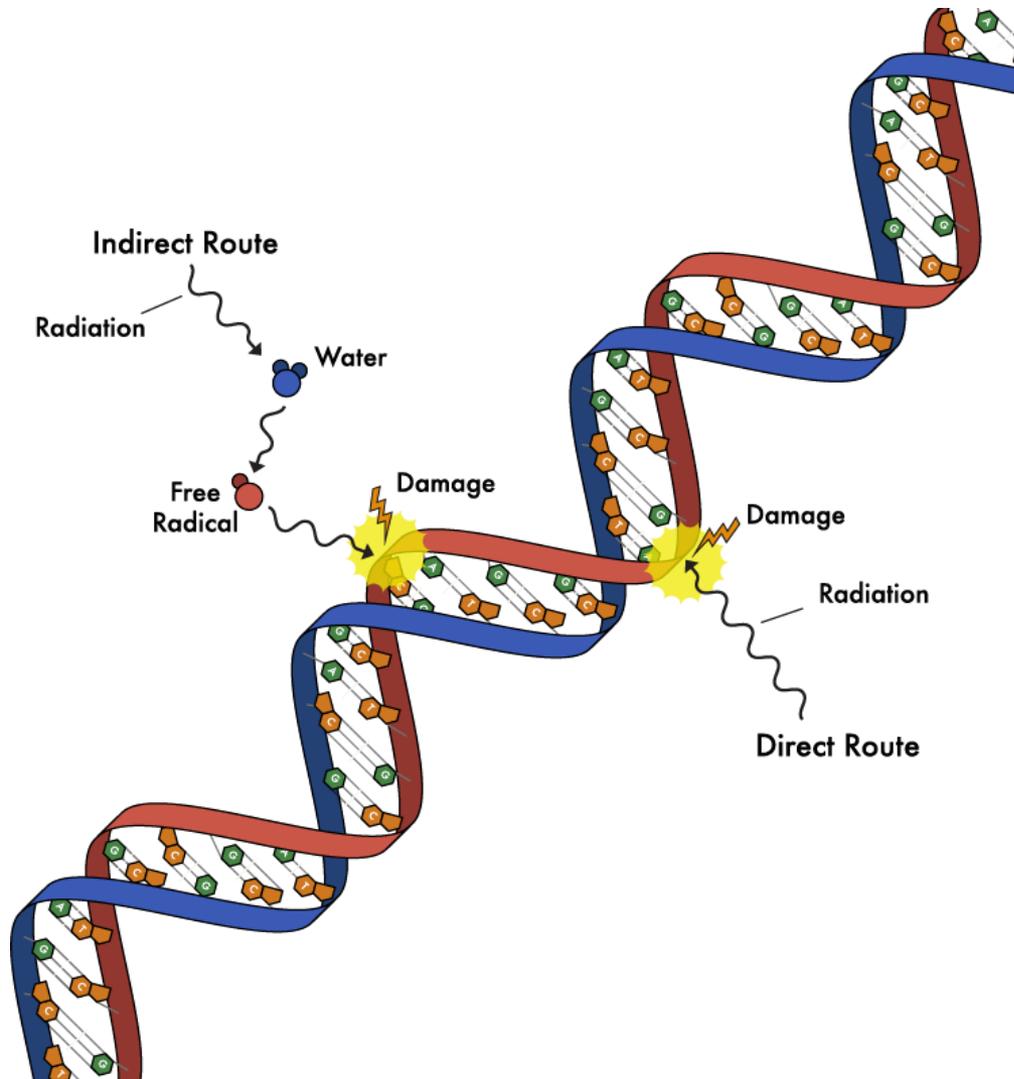
В 1912 г. в Германии Н. Swartz обратил внимание на то, что реакция кожи на облучение уменьшается, если тубус рентгеновской трубки или радиевый аппликатор плотно прижаты к коже.

Позднее выяснилось, что это уменьшение лучевой реакции кожи обусловлено прекращением кровотока и, следовательно, пониженным содержанием кислорода в этих участках кожи.

В присутствии кислорода – более сильный радиолиз.



# ОСНОВЫ РАДИОБИОЛОГИИ. ПОВРЕЖДЕНИЯ И РЕПАРАЦИЯ ДНК



Однонитевые разрывы

Двунитевые разрывы

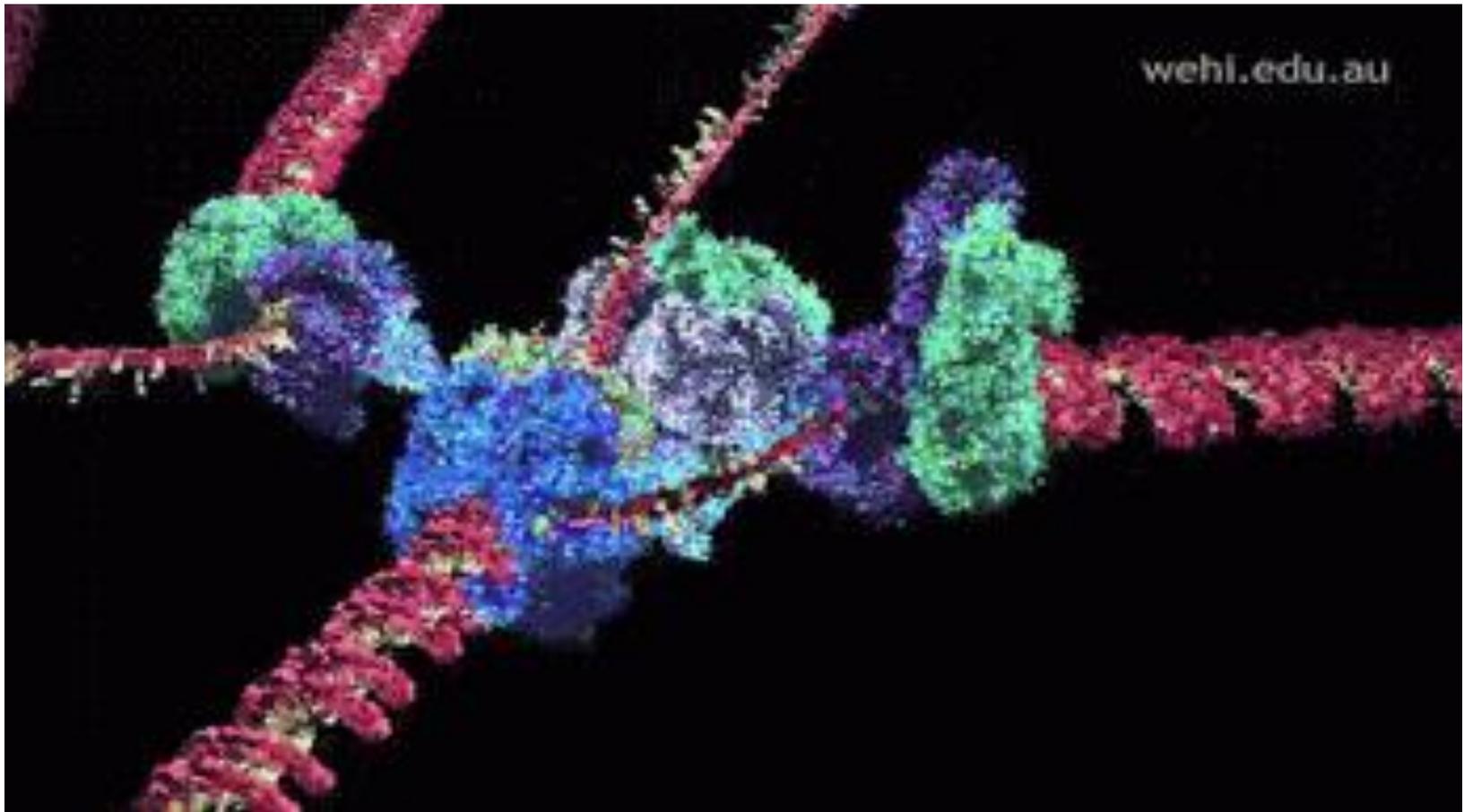
Повреждения оснований

Сшивки ДНК- ДНК

Сшивки ДНК – Белок

Кластерные (сложные)  
повреждения

# ОСНОВЫ РАДИОБИОЛОГИИ. ПОВРЕЖДЕНИЯ И РЕПАРАЦИЯ ДНК

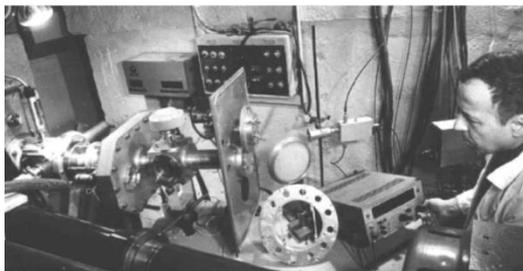
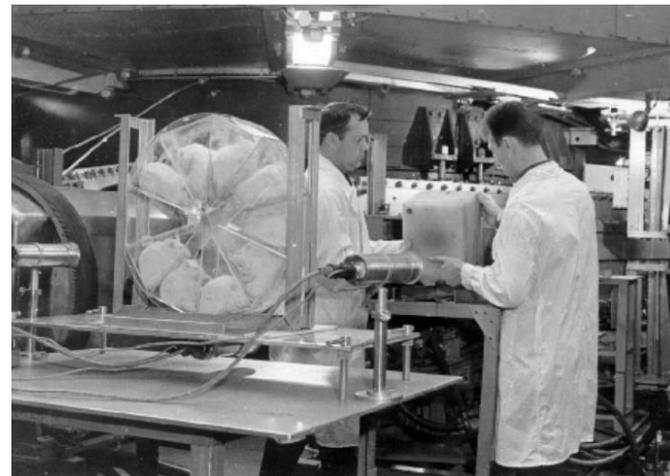


[3D Animations - Replication: Mechanism of Replication](#)

# РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОИЯИ



Визит сотрудников ИМБП МЗ СССР в  
Лабораторию ядерных проблем ОИЯИ. (В  
центре – директор лаборатории В. П.  
Джелепов) 1968 г.





# ЛАБОРАТОРИЯ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ



**Директор – член-корреспондент РАН  
Красавин Евгений Александрович**

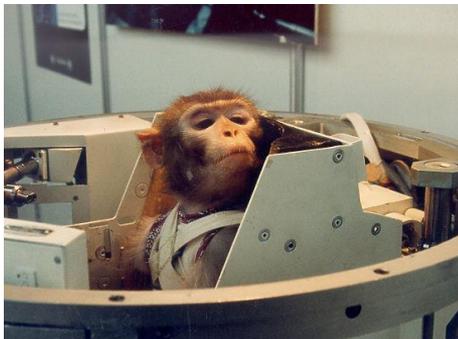
**Сотрудники – 82 человека  
Самая “молодая” лаборатория – основана в 2005 г.**

**Основные направления деятельности:**

[Исследования биологического действия  
тяжелых заряженных частиц различных  
энергий](#)

[Исследование космического вещества на  
Земле и в ближайшем космосе;  
исследование биологических и  
геохимических особенностей ранней Земли](#)





## Отдел радиационных исследований

исследование радиационных полей базовых установок ОИЯИ и их окружения;

разработка методов расчета радиационной защиты;

разработка систем радиационной защиты для строящихся и модернизируемых ускорителей в ОИЯИ и странах-участницах;

разработка радиационных детекторов и дозиметров.



# ЛАБОРАТОРИЯ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ



## Отдел радиационной биологии и физиологии

изучение закономерностей и механизмов образования и репарации повреждений ДНК

исследование вопросов действия ускоренных тяжелых ионов на хромосомный аппарат

мутагенное действие излучений широкого диапазона ЛПЭ на клетки различных организмов





# ЛАБОРАТОРИЯ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ



## Отдел радиационной биологии и физиологии

Изучение воздействия ионизирующего излучения на опухолевые ткани

Изучение радиопротекторных свойств различных химических соединений и фармакологических агентов





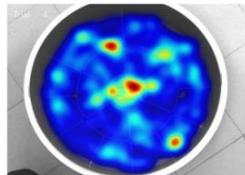
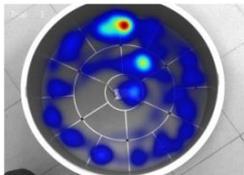
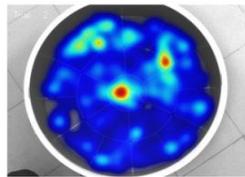
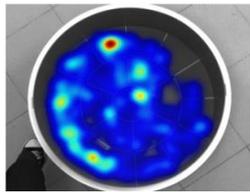
# ЛАБОРАТОРИЯ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ

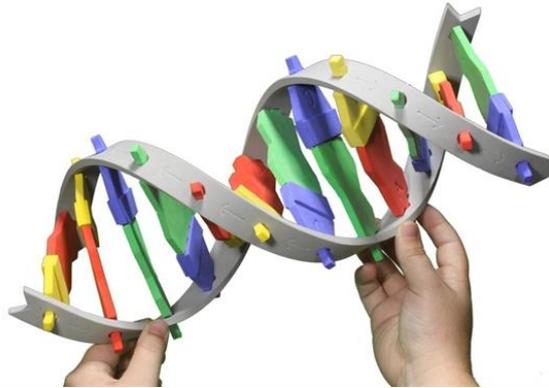


## Отдел радиационной биологии и физиологии

Изучение воздействия ионизирующего излучения на функции ЦНС и поведенческие реакции лабораторных животных

Исследование морфологических изменений в головном мозге грызунов после облучения тяжелыми ионами



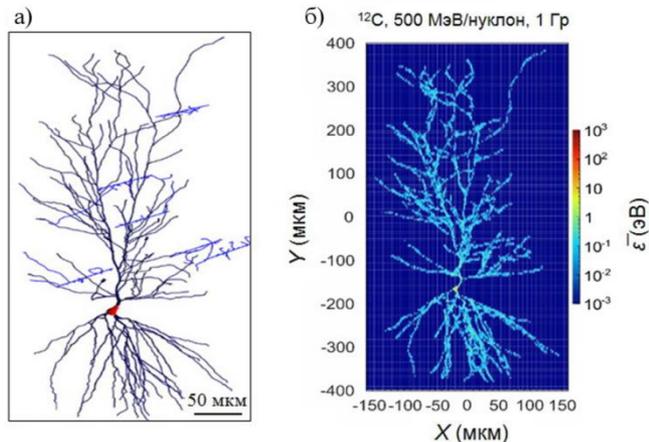


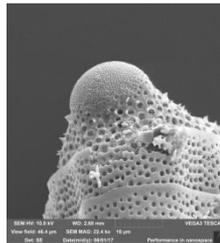
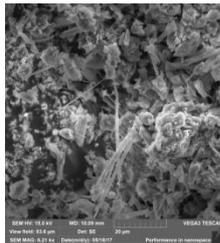
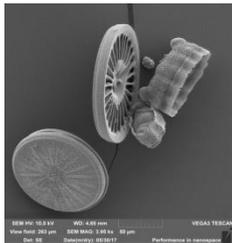
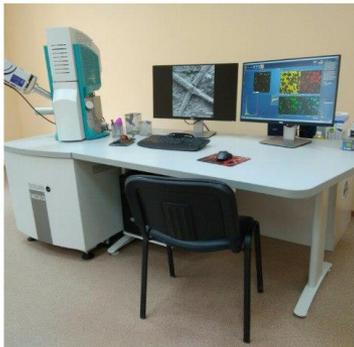
## Математическое моделирование радиационно-индуцированных эффектов на молекулярном и клеточном уровне

моделирование повреждений структуры ДНК излучениями с различными физическими характеристиками;

моделирование мутагенного воздействия ионизирующих излучений с различной линейной передачей энергии в клетках млекопитающих и человека;

моделирование молекулярных механизмов нарушений структуры и функций центральной нервной системы в результате действия ионизирующих излучений.





## Сектор астробиологии

Исследование микрофоссилий и органических соединений в метеоритах и в древних земных породах.

Исследование синтеза сложных пребиотических соединений из формамида при действии радиации с участием метеоритов в роли катализаторов.

Биогеохимические исследования космической пыли.

Изучение космического вещества методами ядерной физики.



# ПРОТОННАЯ ТЕРАПИЯ МТК ЛЯП



Комплекс базируется на ускорителе протонов [фазотроне](#) – исследовательском ускорителе с максимальной энергией частиц на выходе 660МэВ.

Около 100 пациентов в год

FIGURE 1

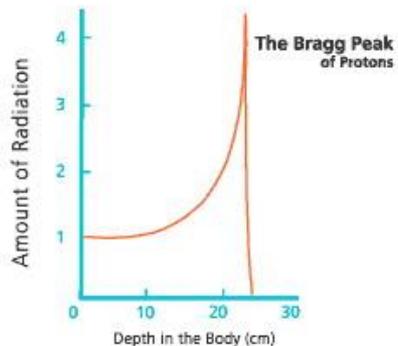
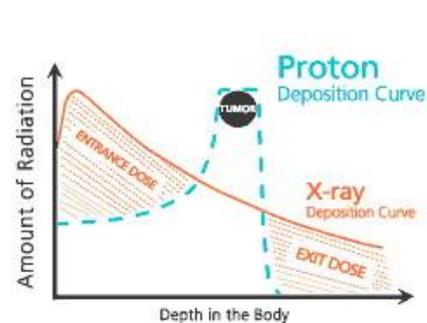


FIGURE 2





# МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО





# КАФЕДРА БИОФИЗИКИ УНИВЕРСИТЕТА “ДУБНА”



**Thank you for your attention!**