

Итоговая конференция НИИЯФ за 2023 год

Основные результаты
лаборатории физики наноструктур и
радиационных эффектов (ЛФНиРЭ) ОФАЯ
НИИЯФ МГУ

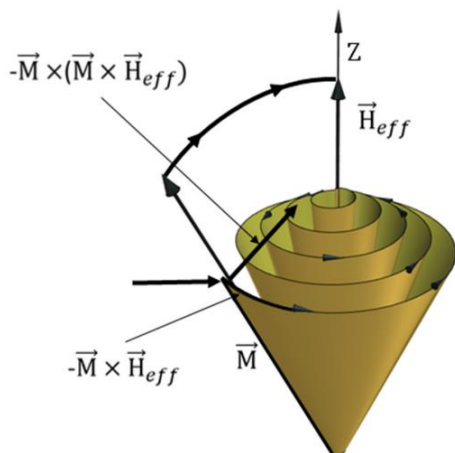
по теме

8.4. «Ядерно-физические методы и
физические свойства наноструктур»

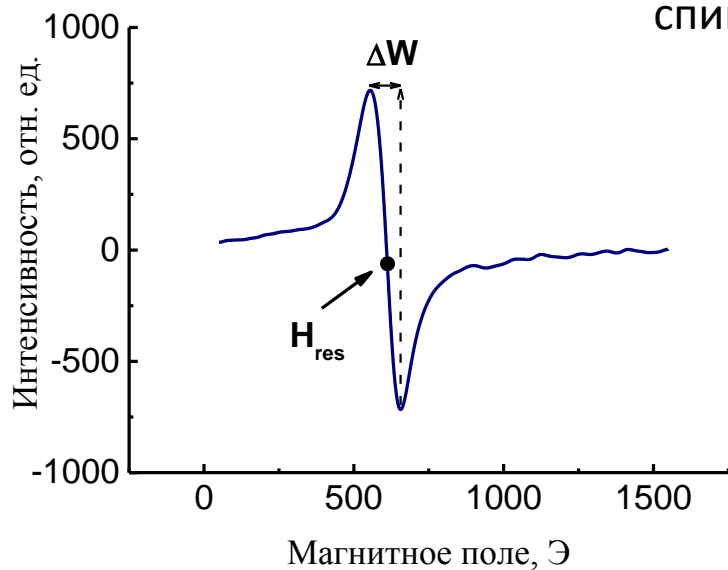
Ротационная анизотропия и ширина линии ферромагнитного резонанса в обменно смещенных структурах Co/IrMn и Co/FeMn

*Dzhun IO, Gerasimenko AV, Ezhov AA, Bezzubov SI, Rodionova VV, Gritsenko CA, Chechenin NG. Temperature Dependence of Magnetization Dynamics in Co/IrMn and Co/FeMn Exchange Biased Structures. Magnetochemistry. 2023; 9(10):218.
<https://doi.org/10.3390/magnetochemistry9100218>*

Динамика намагниченности. Ферромагнитный резонанс



Структуры вида ферромагнетик (Ф)/антиферромагнетик (АФ) с обменным смещением представляют широкий интерес благодаря своему применению в устройствах спинтроники, базирующихся на эффекте гигантского магнитного сопротивления, а также благодаря открытию спинового эффекта Холла в металлических АФ и спинового переноса в некоторых АФ.



Ферромагнитный резонанс (ФМР) дает информацию о величине резонансного поля и ширине линии поглощения, которая характеризует коэффициент затухания спиновой прецессии, т.е. скорость переключения намагниченности.

Динамика намагниченности. Факторы

Свободный Ф слой

- Материал
- Примеси
- Дефекты
- Одноосная анизотропия
- Микроструктура

Структура Ф/АФ

+ Обменное взаимодействие на границе Ф/АФ

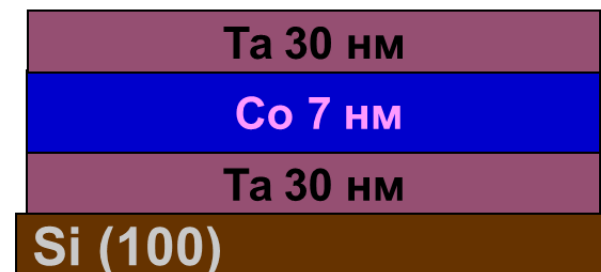
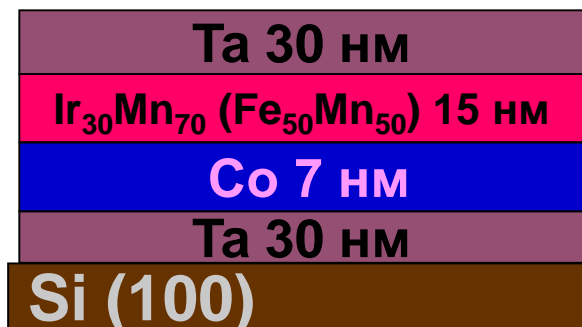
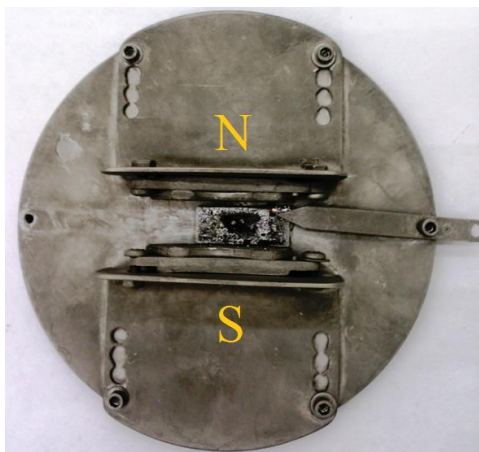


Обменное смещение



Ротационная анизотропия

Методика эксперимента



Изготовление образцов:

Магнетронное распыление

$Ar, P = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Torr}$

$H_{\text{dep}} = 420 \text{ Э}$

АФ слой : $Ir_{30}Mn_{70}, Fe_{50}Mn_{50}$

Магнитные свойства:

- Ферромагнитный резонанс
- Вибрационная магнитометрия

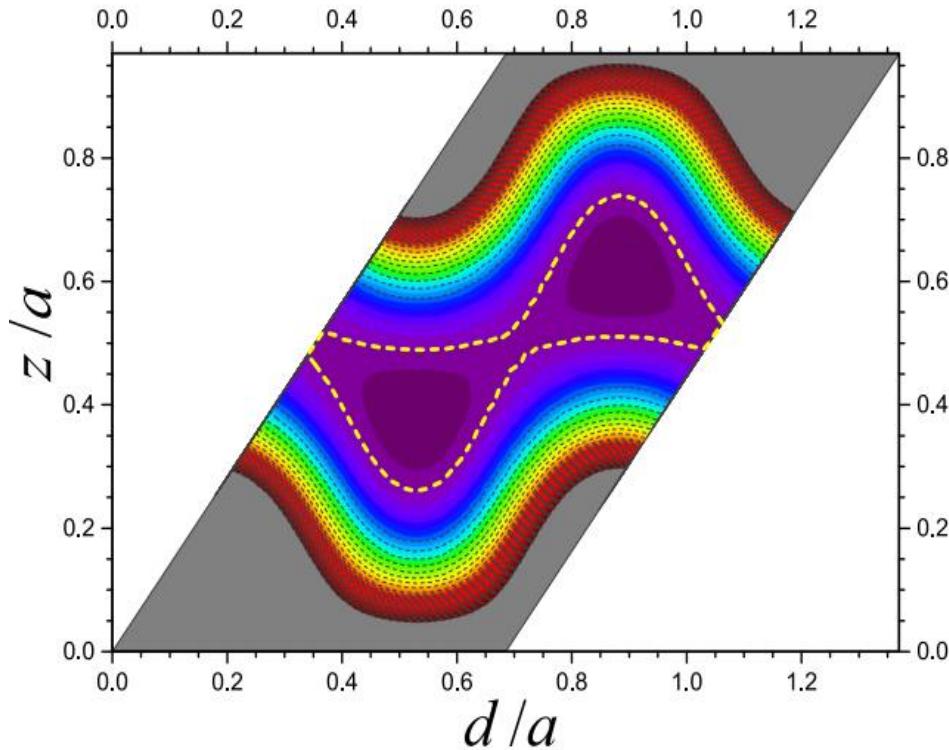
Структурные свойства:

- Рентгеновская дифракция
- Атомно-силовая микроскопия

Выводы

- ФМР выявляет две особенности обменного взаимодействия между Ф и АФ слоями на границе их раздела - обменное смещение и ротационную анизотропию.
- В образце Co/IrMn ротационная анизотропия уменьшает резонансное поле ФМР при понижении температуры, в то время как обменное смещение практически не изменяется.
- В образце Co/FeMn ротационная анизотропия увеличивает резонансное поле даже при комнатной температуре. При понижении температуры на резонансное поле влияют как ротационная анизотропия, так и обменное смещение.
- Линия ФМР уширяется при понижении температуры как в системах с обменным смещением, так и в свободном Ф слое. Большая ширина линии ФМР коррелирует с большим обменным смещением при понижении температуры как для Co/FeMn, так и для Co/IrMn.
- *Dzhun IO, et al. Magnetochemistry. 2023; 9(10):218.*
<https://doi.org/10.3390/magnetochemistry9100218>

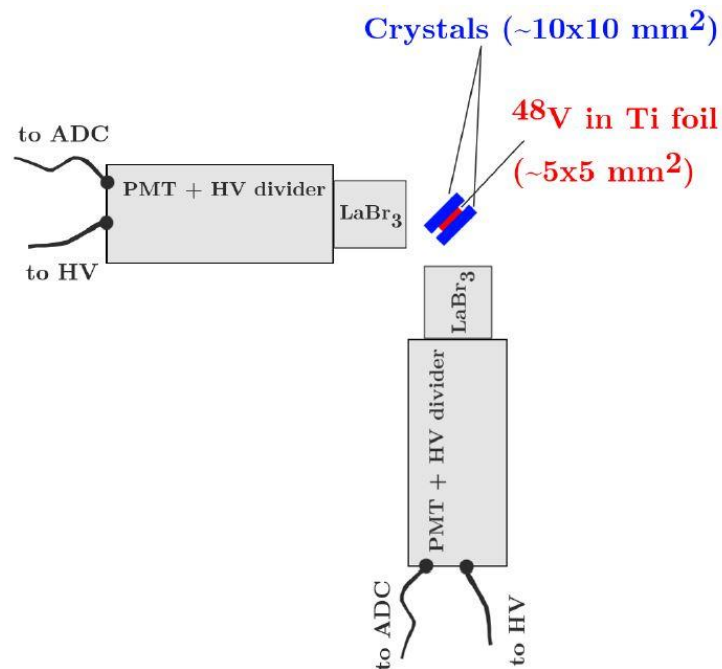
Диамагнетизм алмаза, кремния и германия из первых принципов



Количественный анализ всех возможных магнитных вкладов, включая диамагнетизм Ланжевена (Лармора) и парамагнетизм Ван Флека.

*Ab initio based study of the diamagnetism of diamond, silicon and germanium
Nikolaev A.V., Zhuravlev M.Ye, Tao L.L
J. of Magnetism and Magnetic Materials, 2023, v 588,*

ВУК и позитронная аннигиляционная спектроскопия FeSi, MnSi и CoSi



ВУК. Цифровой спектрометр VUKAP

Новая гексагональная фаза Лавеса
высокого давления соединения

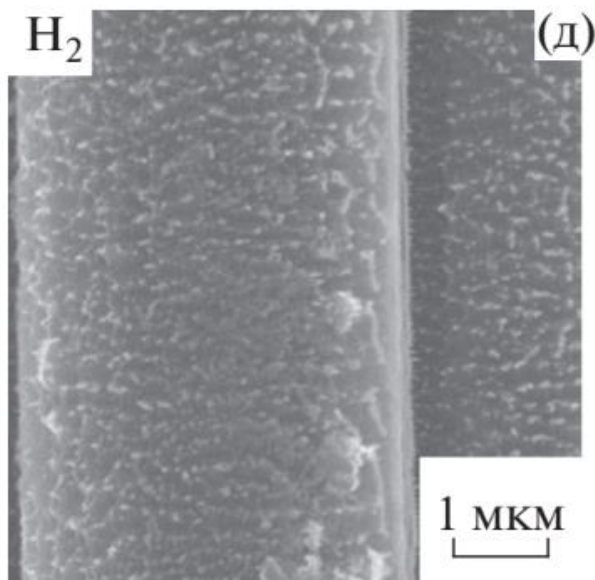


Journal of Alloys and Compounds
946,169275 (2023) (15 June 2023)

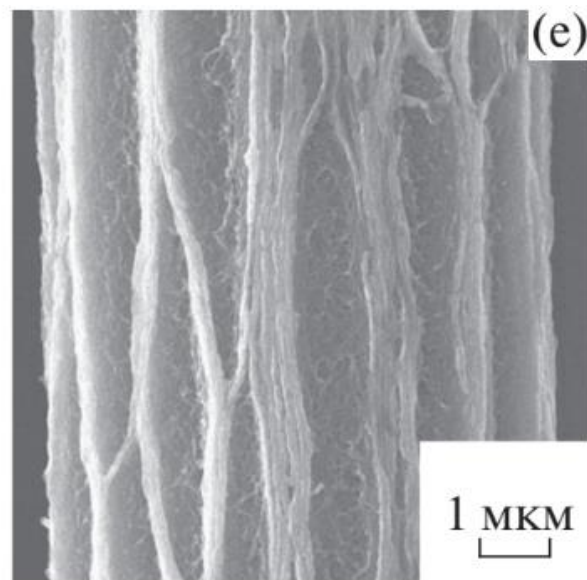
Схема эксперимента по
аннигиляции позитронов

Аномальное время жизни
позитронов в монокристалле
полуметалла Вейля CoSi
Crystals 13(3), 509 (2023).

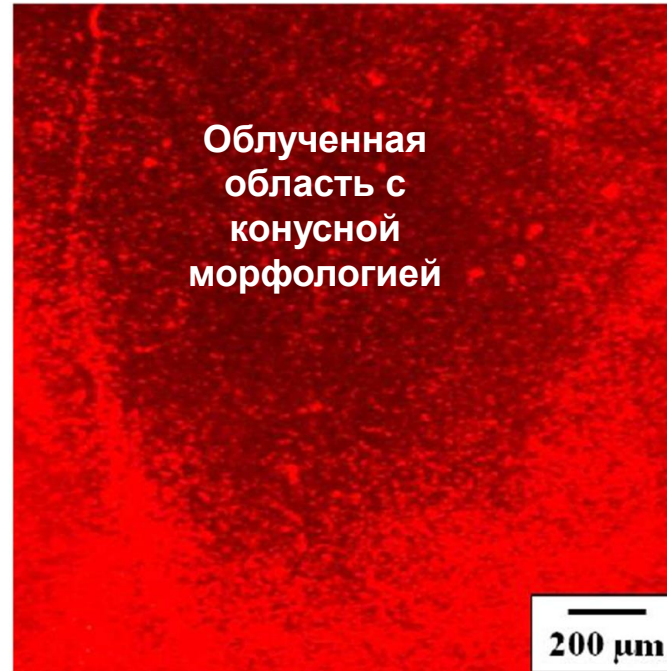
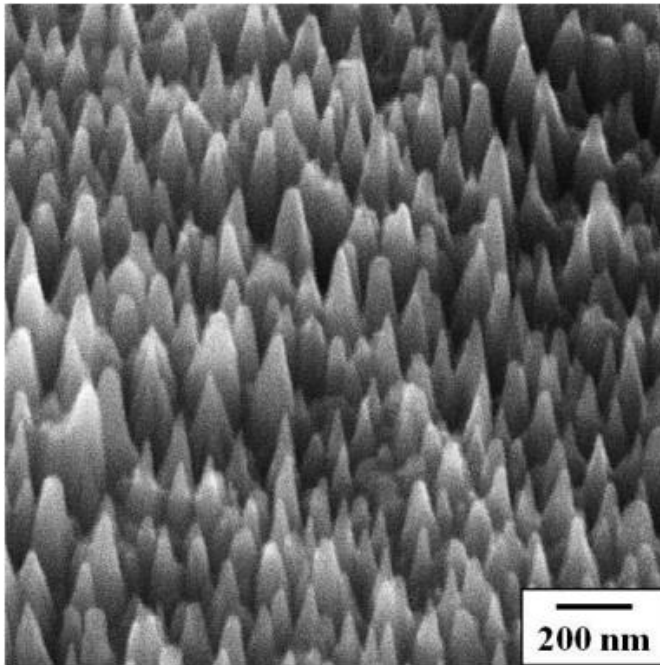
1 кэВ H_2^+ -> УВ из ПАН



30 кэВ H_2^+ -> УВ из ПАН



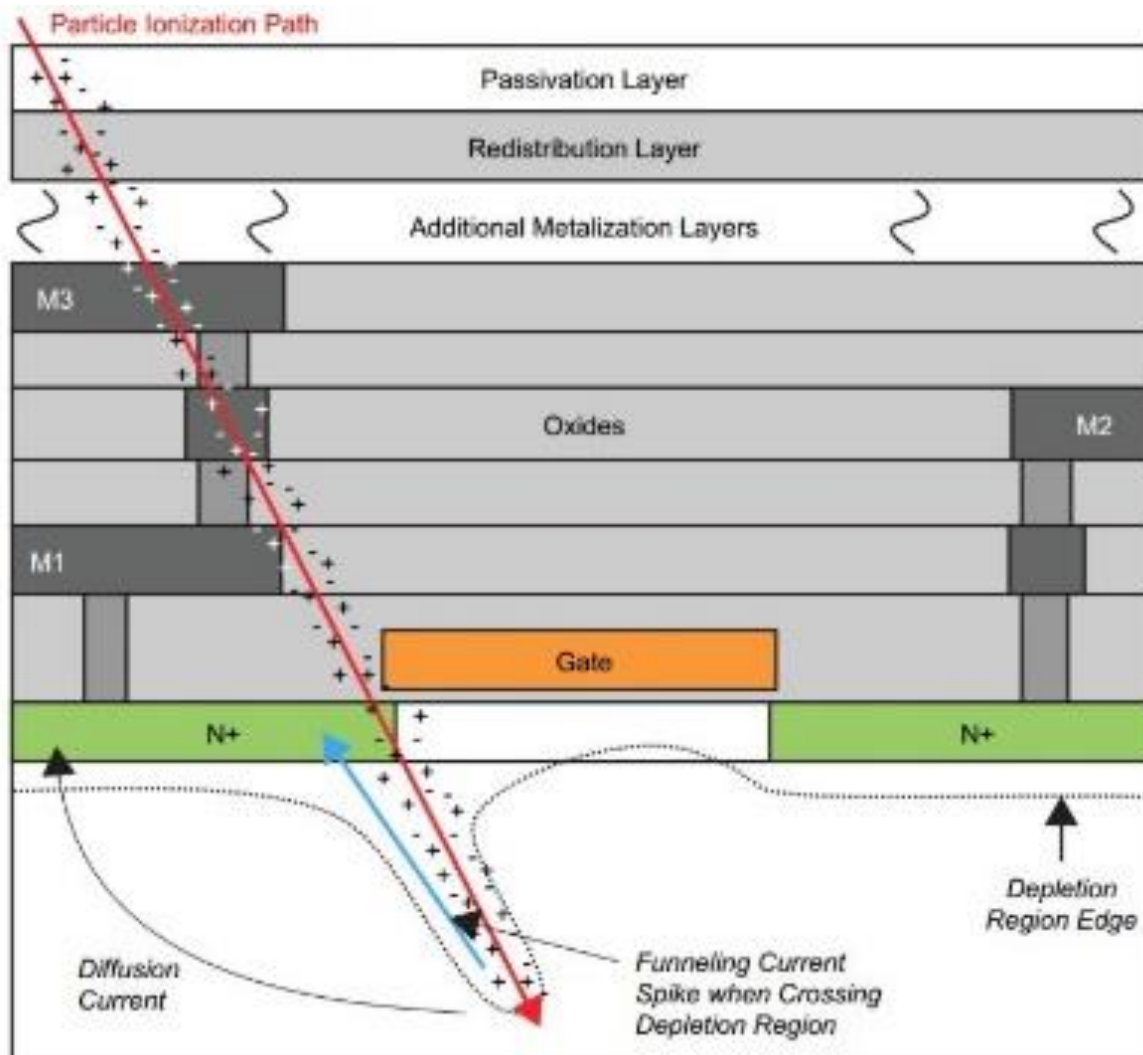
Проведено исследование влияния ионов аргона, неона гелия и водорода с энергиями от единиц до десятков кэВ на углеродные волокна. Установлено, что ионно-индуцированная морфология поверхности проявляется в виде вискероподобных структур, стеночных структур, гофрированных структур. Найденные закономерности связываются с различными для разных условий облучения профилями радиационных нарушений, приводящих к ионно-индуцированным размерным изменениям, механическим напряжениям и их пластической релаксации.



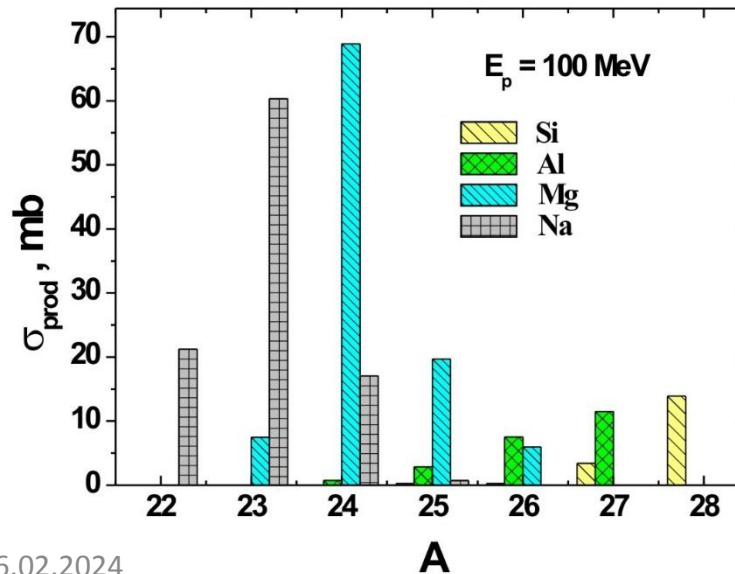
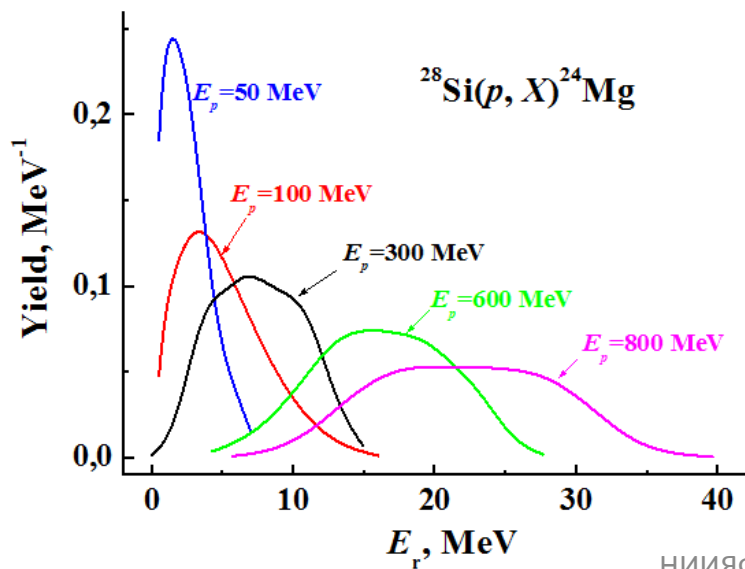
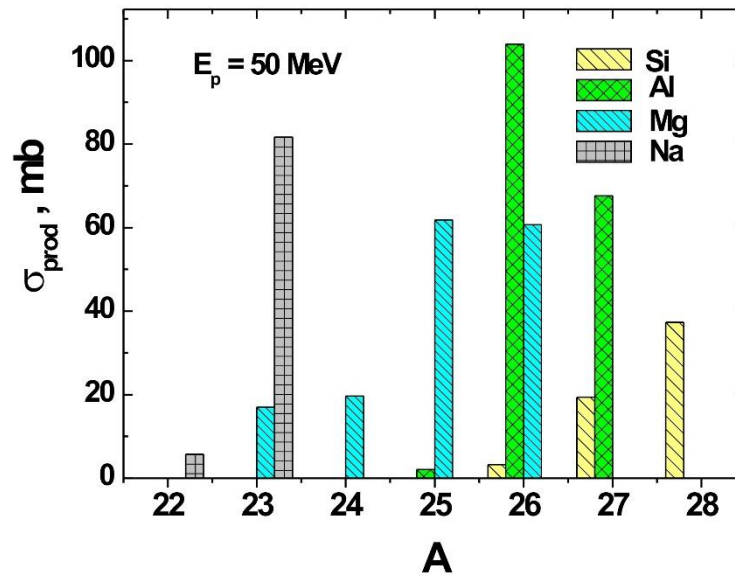
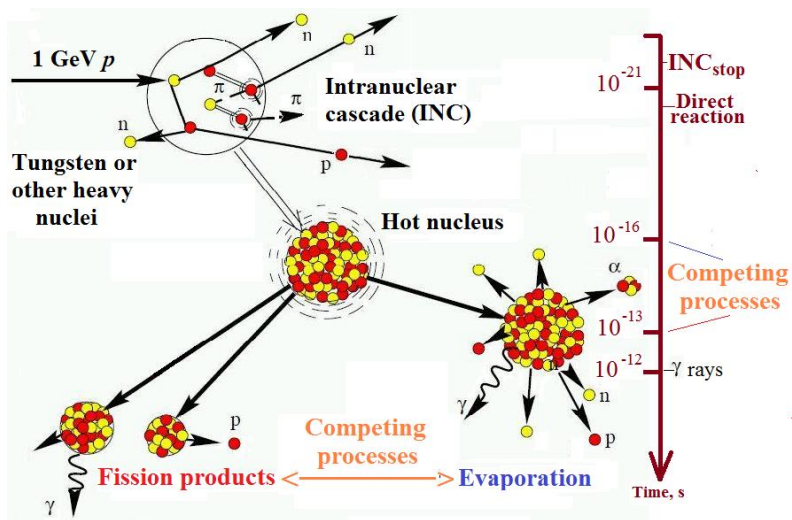
Экспериментально исследовано воздействие ионного облучения на наноструктурные металлы: медь, никель, вольфрам и титан. Найдено, что высокодозное облучение ионами аргона с энергией 30 кэВ приводит к образованию равномерно распределенных конусов на поверхности наноструктурных металлов. Поверхность наноструктурированного титанового образца с конусной морфологией поверхности, в отличие от гладкой поверхности титана, обладает антибактериальными свойствами. Исследования с помощью флуоресцентной микроскопии показали, что бактерии кишечной палочки (*E. coli*) не скапливались на ней.

[Antibacterial nanospike surface obtained by high-fluence Ar⁺ bombardment of nanostructured titanium / R. R. Mulyukov, R. K. Khisamov, A. M. Borisov, A.K. Baimiev, M.A. Ovchinnikov, R.R. Timiryazev, A.A. Vladimirova // Письма о материалах. 2023. Vol. 13, no. 4. P. 373–376.](#)

Радиационные сбои бортовой аппаратуры КА

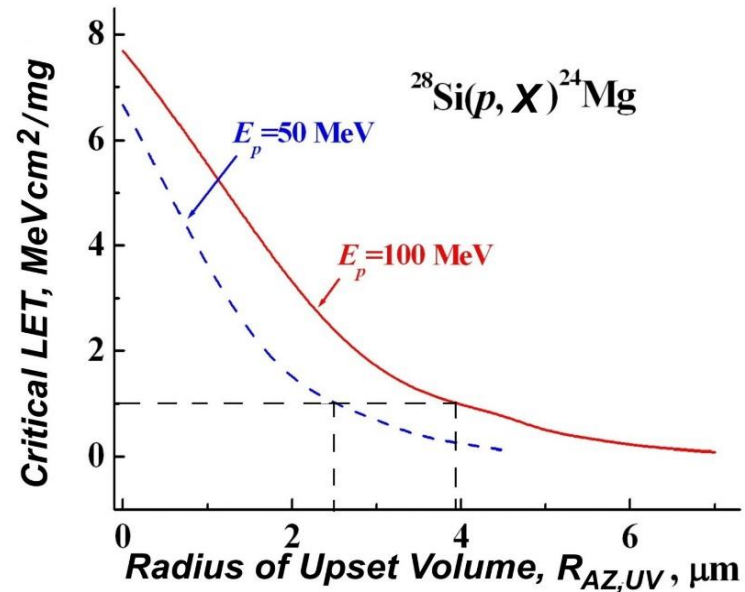
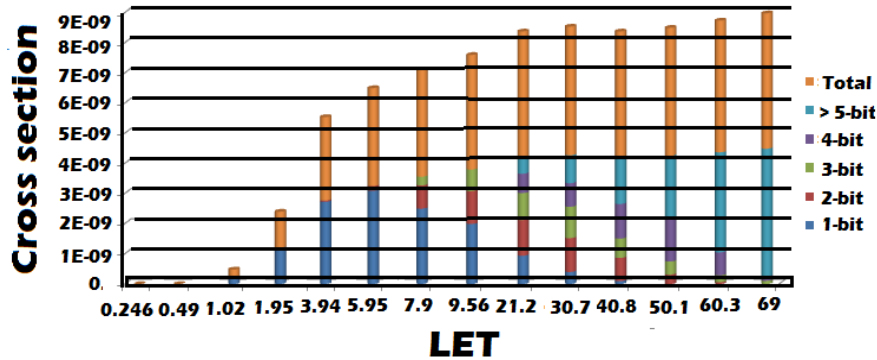


Вклад ядерных реакций в сбой бортовой аппаратуры



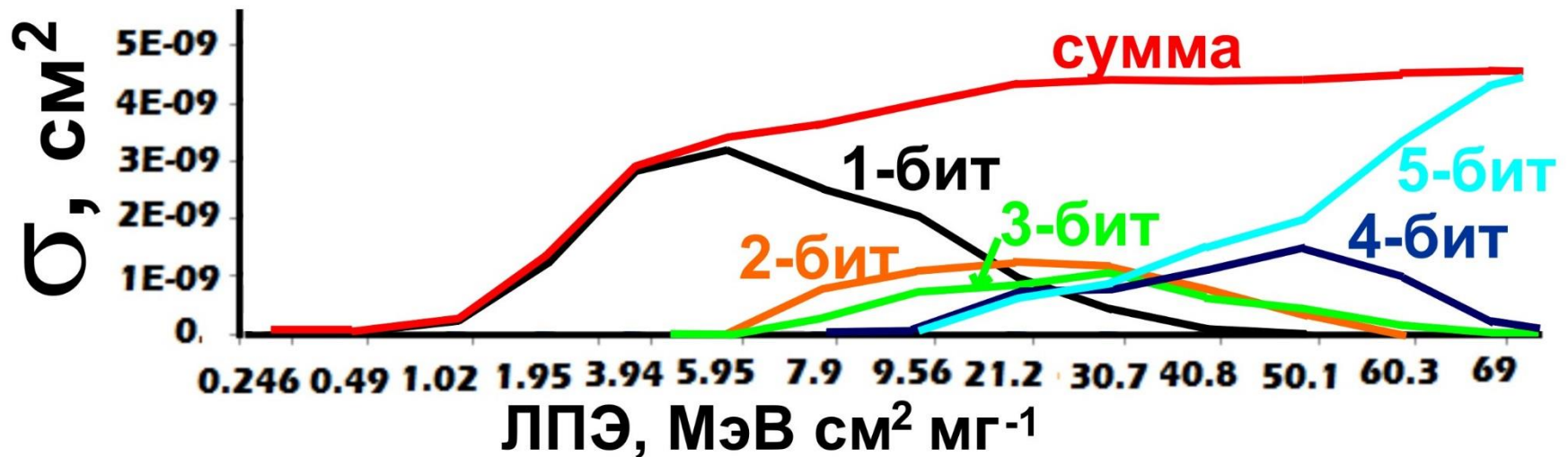
Мультибитовые сбои

Multiple Cell Upsets



Подобно более изоциренному моделированию, простые оценки R_{UV} в рамках модели ВО (возмущенной области) предсказывают, что ВО может быть достаточно большой для возмущения нескольких ячеек, числом порядка R_{UV}/BS , где BS –размер бита (ячейки))

МК моделирование мультибитных МВУ



Geant4 based Single Event Analysis Tool (GSEAT)

- ❖ *Microelectronics Reliability 78 (2017) 11–16;*
- ❖ *J Aeronaut Aerospace Eng 2017, 6:2(Suppl), p. 77*
<http://dx.doi.org/10.4172/2168-9792-C1-017>

Спасибо за внимание!!!