



РЕАКТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ПИК

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

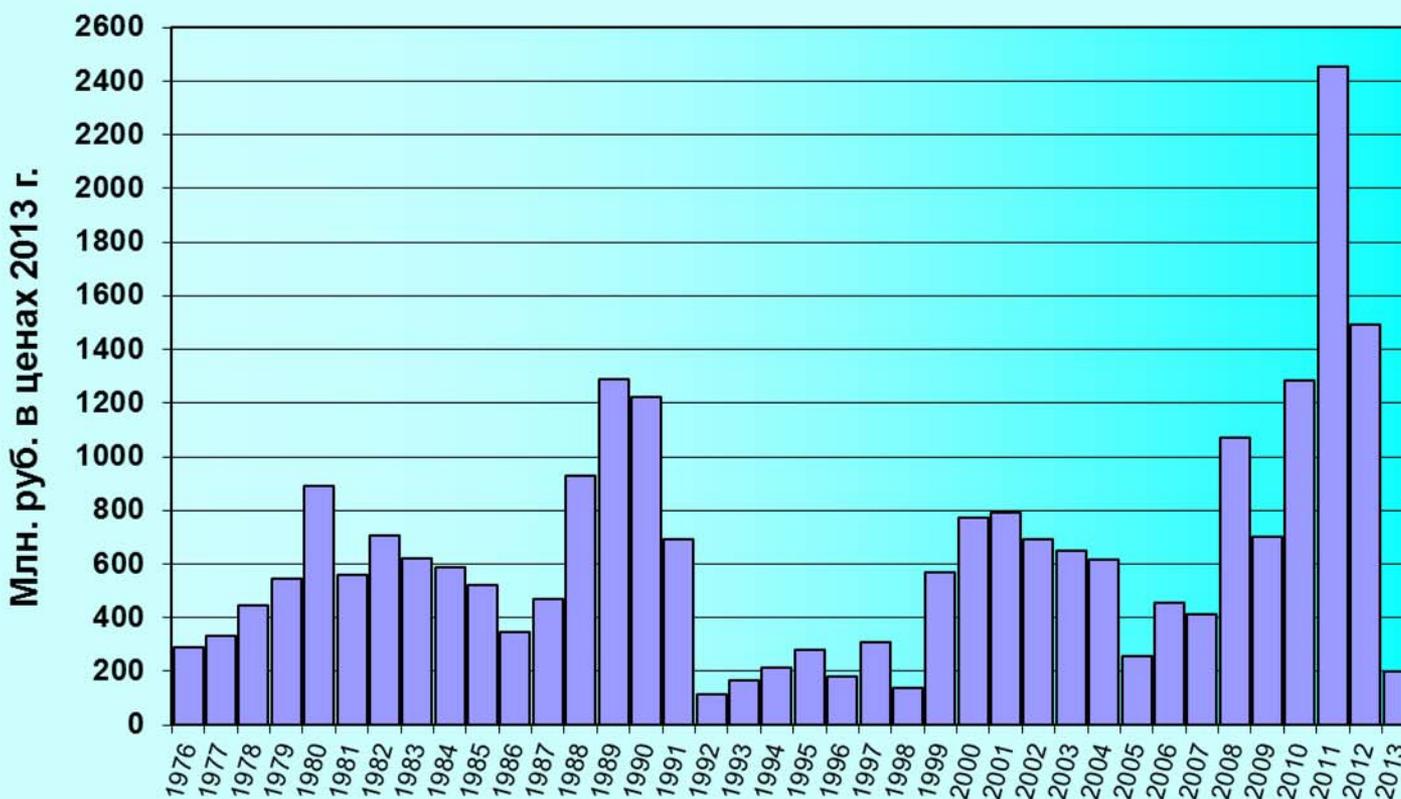
В.Л.АКСЕНОВ

Гатчина 2014



ФИНАНСИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА РК ПИК

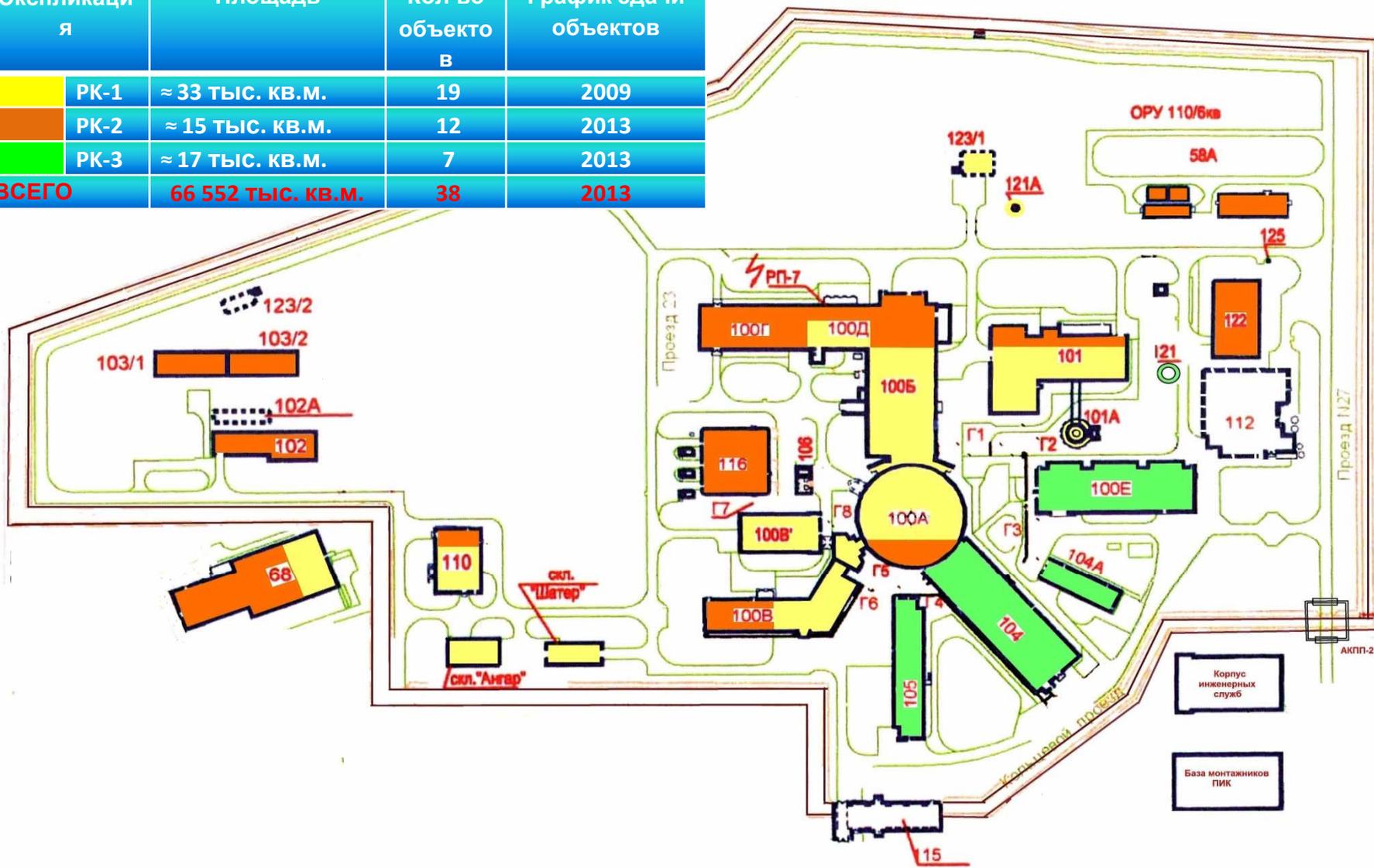
($\Sigma=24,3$ млрд.руб.)





ОБЩИЙ ПЛАН РЕАКТОРНОГО КОМПЛЕКСА ПИК

Экспликация	Площадь	Кол-во объектов	График сдачи объектов
ПК-1	≈ 33 ТЫС. КВ.М.	19	2009
ПК-2	≈ 15 ТЫС. КВ.М.	12	2013
ПК-3	≈ 17 ТЫС. КВ.М.	7	2013
ВСЕГО	66 552 ТЫС. КВ.М.	38	2013





Реакторный комплекс ПИК в 2010 г.



Хранилище ЖРО со спецсетями, декабрь 2011





Постановление Правительства Российской Федерации

от 19 ноября 2012 г. № 1194



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 19 ноября 2012 г. № 1194

МОСКВА

Об осуществлении бюджетных инвестиций в реконструкцию научно-исследовательского реакторного комплекса «НИК», г. Гатчина, Ленинградской область, федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова»

Правительство Российской Федерации **п о с т а н о в л я е т**:

1. Осуществить в 2012 - 2013 годах бюджетные инвестиции за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета в реконструкцию научно-исследовательского реакторного комплекса «НИК», г. Гатчина, Ленинградской область, федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова» (газовая мощность - 100 МВт, мощность, подлежащая вводу, - 65000 кв. метров, срок ввода в эксплуатацию - 2013 год).

2. Определить федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» государственным заказчиком, а федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова» застройщиком объекта, указанного в пункте 1 настоящего постановления.

3. Федеральному государственному бюджетному учреждению «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» - главному распорядителю средств федерального бюджета, Министерству образования и науки Российской Федерации, Министерству экономического развития Российской Федерации и Министерству

2

финансов Российской Федерации обеспечить в пределах бюджетных ассигнований, предусмотренных в 2012 - 2013 годах главному распорядителю средств федерального бюджета, финансировавшие работ по реконструкции объекта, указанного в пункте 1 настоящего постановления, с распределением согласно приложению.

4. Признать утратившим силу распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 августа 2007 г. № 1039-р (Собрание законодательства Российской Федерации, 2007, № 34, ст. 4265).

Председатель Правительства
Российской Федерации

Д. Медведев

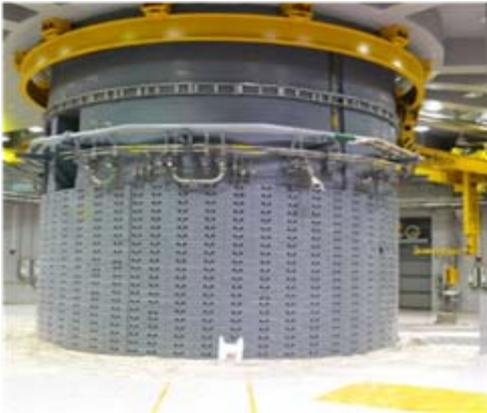


Реакторный комплекс ПИК 2013г.





Здание 100А – Блок реакторной установки





Инженерно-технические сети





Здание 100Б – Технологический блок 1 контура





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ ИМ. Б.П. КОНСТАНТИНОВА



Здание 100Г – Технологический блок промежуточного контура





Здание 116 – Блок резервной дизель-электростанции, резервного щита управления и тренажерно-моделирующего комплекса





Здание 122 – Аварийное хранилище жидких радиоактивных отходов





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ ИМ. Б.П. КОНСТАНТИНОВА

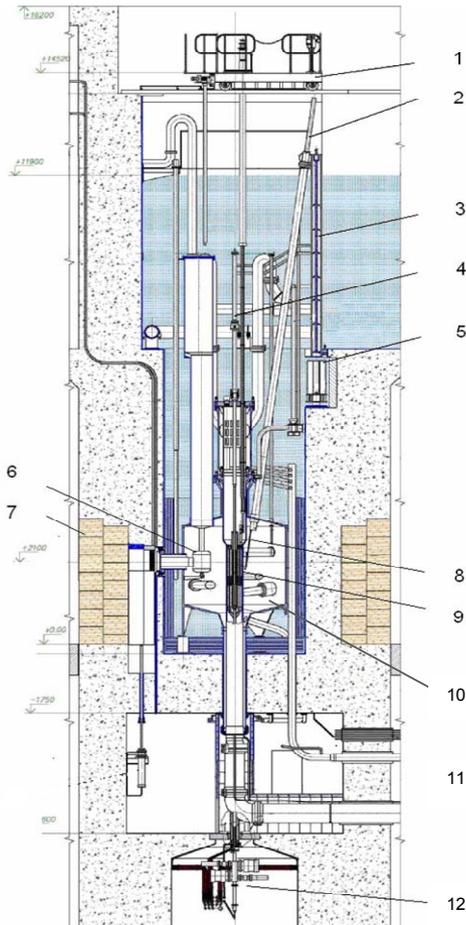


Здание 104 – Лаборатория нейтронных исследований



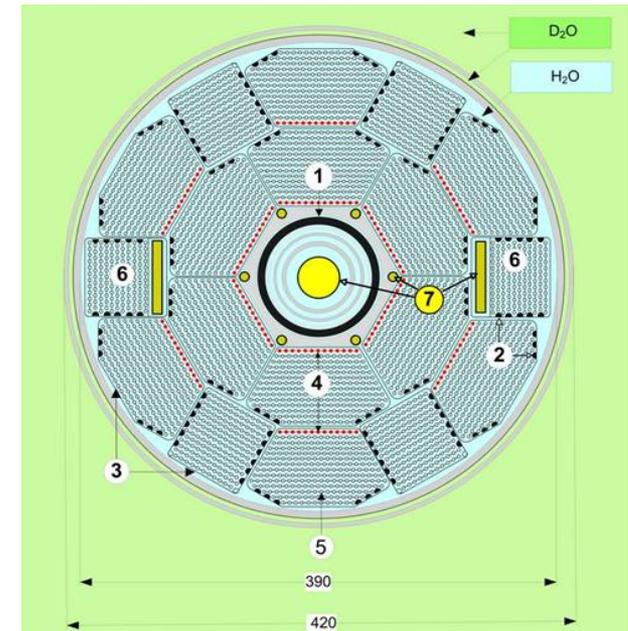


Вертикальный разрез реактора ПИК



- 1 - машина перегрузочная
- 2 - привод стержня
- 3 - гидрозатвор
- 4 - центральный экспериментальный канал
- 5 - перегрузочный барабан
- 6 - источник холодных нейтронов
- 7 - защита разборная
- 8 - поглощающий стержень
- 9 - корпус реактора с активной зоной
- 10 - отражатель тяжелой воды
- 11 - горизонтальный экспериментальный канал
- 12 - привод шторок

Активная зона реактора ПИК (с пусковым комплектом ТВС)



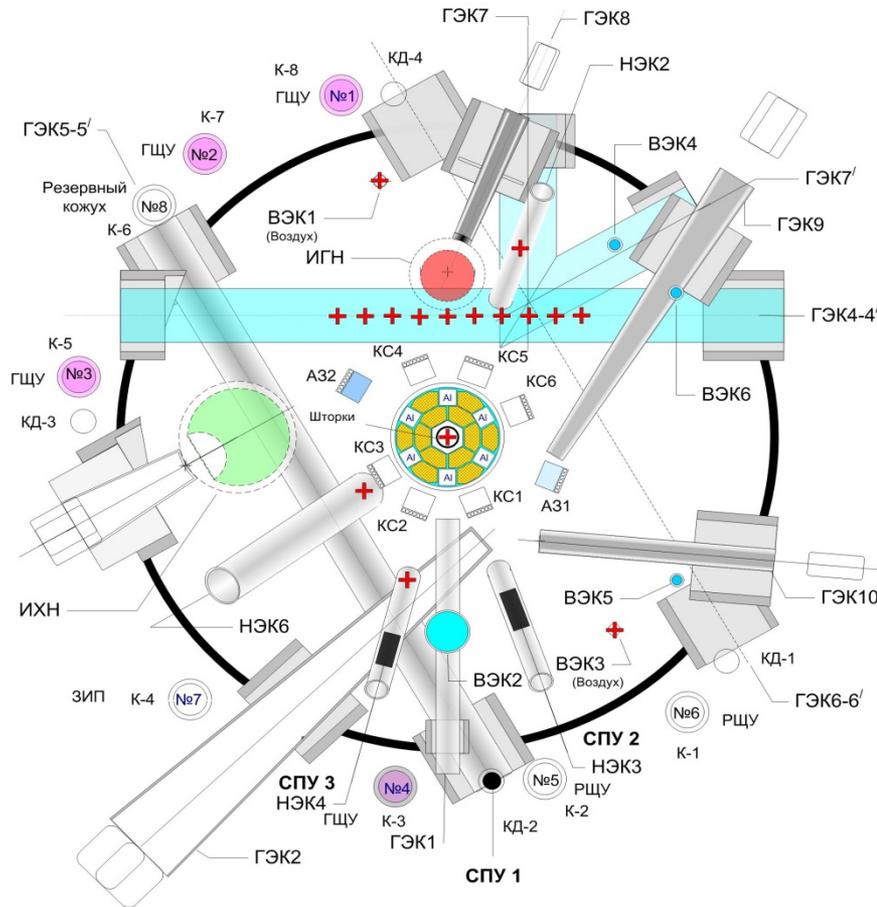
- 1- поглощающие шторки из гафния
- 2 - стержни выгорающего поглотителя $Gd_2O_3 + ZrO_2$
- 3 - циркониевые чехлы ТВС
- 4 - твэлы с уменьшенным содержанием топлива (0,48 от номинального)
- 5 - твэлы с номинальным содержанием топлива
- 6 - ТВС с образцами-свидетелями материала корпуса
- 7 - облучаемые образцы

И, наступил физпуск - 28 февраля 2011г. в 16-30!





Расположение экспериментальных каналов и блоков детектирования штатной и дополнительной аппаратуры СУЗ при физическом пуске



Основные детекторы АСУЗ-03Р:

каналы К-1÷К-8 со свинцовой защитой, на схеме выделены 4 действующих основных канала АСУЗ-03Р № (1÷4).

Нейтронный источник:

Центральный экспериментальный канал.

Детекторы дополнительной аппаратуры СПУ-1-1ММ:

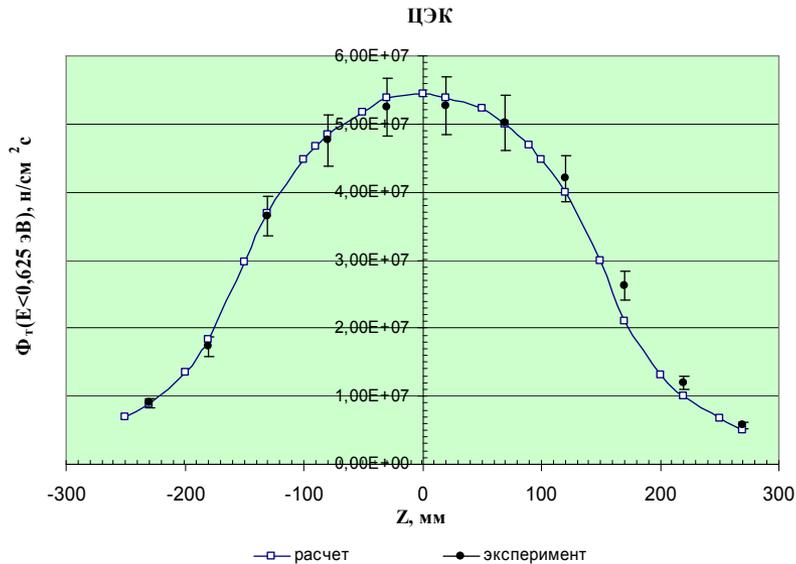
- № 1 в канале КД-2 ЖВЗ или К-1 ЖВЗ
- № 2 в канале НЭК2
- № 3 в НЭК4 или НЭК6.

Нейтрон-активационные детекторы:

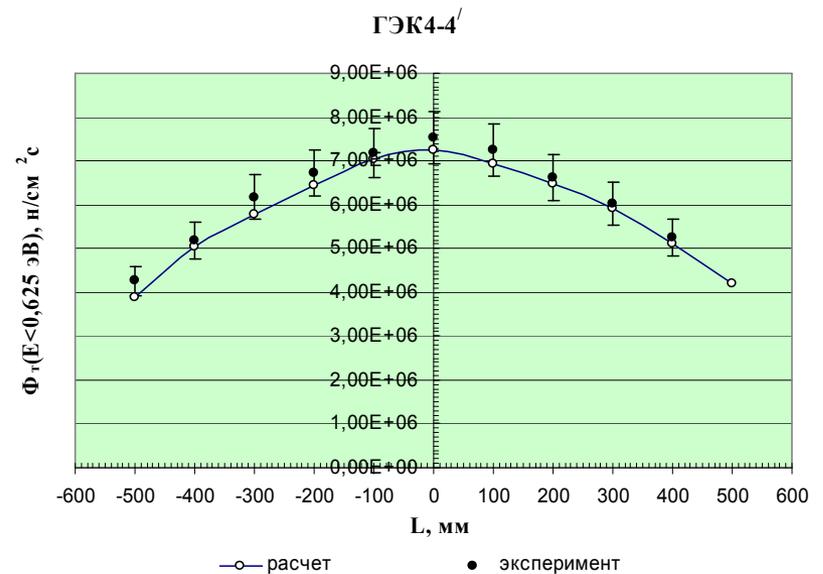
- Центральный экспериментальный канал (Au - 11шт., In - 2 шт., Ni - 1 шт.)
- Горизонтальный экспериментальный канал ГЭК4-4' (Au-10 шт., 2 шт.)
- Вертикальный экспериментальный канал ВЭК1 (Au-5 шт.)
- Вертикальный экспериментальный канал ВЭК3 (Au-5шт.)
- Наклонный экспериментальный канал НЭК2 (Au - 1 шт.)
- Наклонный экспериментальный канал НЭК4 (Au - 1 шт.)
- Наклонный экспериментальный канал НЭК6 (Au - 1 шт., In - 1 шт.) *указаны крестиками.*



Нормированная на мощность реактора 1Вт
плотность потока тепловых нейтронов в
центральном экспериментальном канале



Нормированная на мощность реактора 1Вт
плотность потока тепловых нейтронов
вдоль горизонтального экспериментального
канала 4-4



РЕАКТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ПИК

ДОРОЖНАЯ КАРТА



График выполнения работ по проекту модернизации НИРК ПИК

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1. Проект							
1.1. Разработка проекта	■	■					
1.2. Государственная экспертиза		■	■				
1.3. Разработка рабочей документации			■	■			
Реализация проекта							
2. Установка по извлечению трития							
2.1. Изготовление нестандартного оборудования				■	■		
2.2. Поставка типового оборудования					■	■	
2.3. Строительные работы				■	■	■	
2.4. Монтажные работы						■	■
3. Модернизация систем, важных для безопасности							
3.1. Модернизация систем основного и надежного электроснабжения				■	■	■	
3.2. Модернизация арматуры элементов трубопроводов СВБ				■	■		
3.3. Модернизация контрольной аппаратуры СВБ					■	■	■
4. Модернизация элементов систем обращения с РВ-РАО и ОЯТ							
4.1 Модернизация узлов приема и затаривания РВ-РАО				■	■	■	
4.2. Модернизация элементов и узлов транспортной схемы перемещения ОЯТ					■	■	■
5. Испытания, предъявление стройнадзору РТН, ввод в эксплуатацию						■	■



Сравнение исследовательских высокопоточных нейтронных реакторов

Установка/ местоположение	Дата ввода в эксплуатацию	Мощность	Максимальная плотность потока	Кол-во инструментов на пучках
ПИК Гатчина, Россия	2019 (план)	100 МВт	4×10^{15} н/см ² с	50
HFR Гренобль, Франция	1971	58 МВт	1.5×10^{15} н/см ² с	40
HFIR Оук Ридж, США	1965 (модернизирован 2007)	85 МВт	2.5×10^{15} н/см ² с	12
FRM2 Мюнхен, Германия	2005	20 МВт	0.8×10^{15} н/см ² с	27
BER2 Берлин, Германия	1973	10 МВт	0.086×10^{15} н/см ² с	25
OPAL Сидней, Австралия	2006	20 МВт	0.4×10^{15} н/см ² с	7
CARR Пекин, Китай	2010	60 МВт	0.8×10^{15} н/см ² с	6
WWR-M Гатчина, Россия	1959	18 MW	0.45×10^{15} н/см ² с	14

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР
НЕЙТРОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**



30 апреля 2013. НИЦ «Курчатовский институт» - Гатчина
Экспериментальный зал РК ПИК

Транспорт

Связь

Здоровье

Информация

Конструирование материалов

Новые лекарства

Биотехнологии

Продукты

Передовые технологии

Биология

Науки о материалах

Полимеры

НЕЙТРОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Структурная химия

Искусственные наноструктуры

Магнетоэлектроника

Физика твердого тела

Энергия

Фундаментальная физика

Жидкости и стекла

Энергетические ресурсы

Физика частиц
Космология
Астрофизика

Науки о Земле

Новые знания

Археология

Накопления водорода

Промышленность

Образование

Окружающая среда
Природные ресурсы





*«Всегда в жизни надо выбирать такие
проблемы, и в этом заключается и некое
искусство ученого, которые были бы
важны, полезны Родине»*

Академик И.К. Кикоин

Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова

Экспериментальные станции



30 апреля 2013. НИЦ «Курчатовский институт» - Гатчина
Нейтронный зал



Экспериментальные станции из GKSS (Гамбург) для РК ПИК



<http://Ins.pnpi.spb.ru/pnpi-gkss/>



30 апреля 2013. НИЦ «Курчатовский институт» - Гатчина
В.В. Путин с Х. Дошем и С. Шмидтом



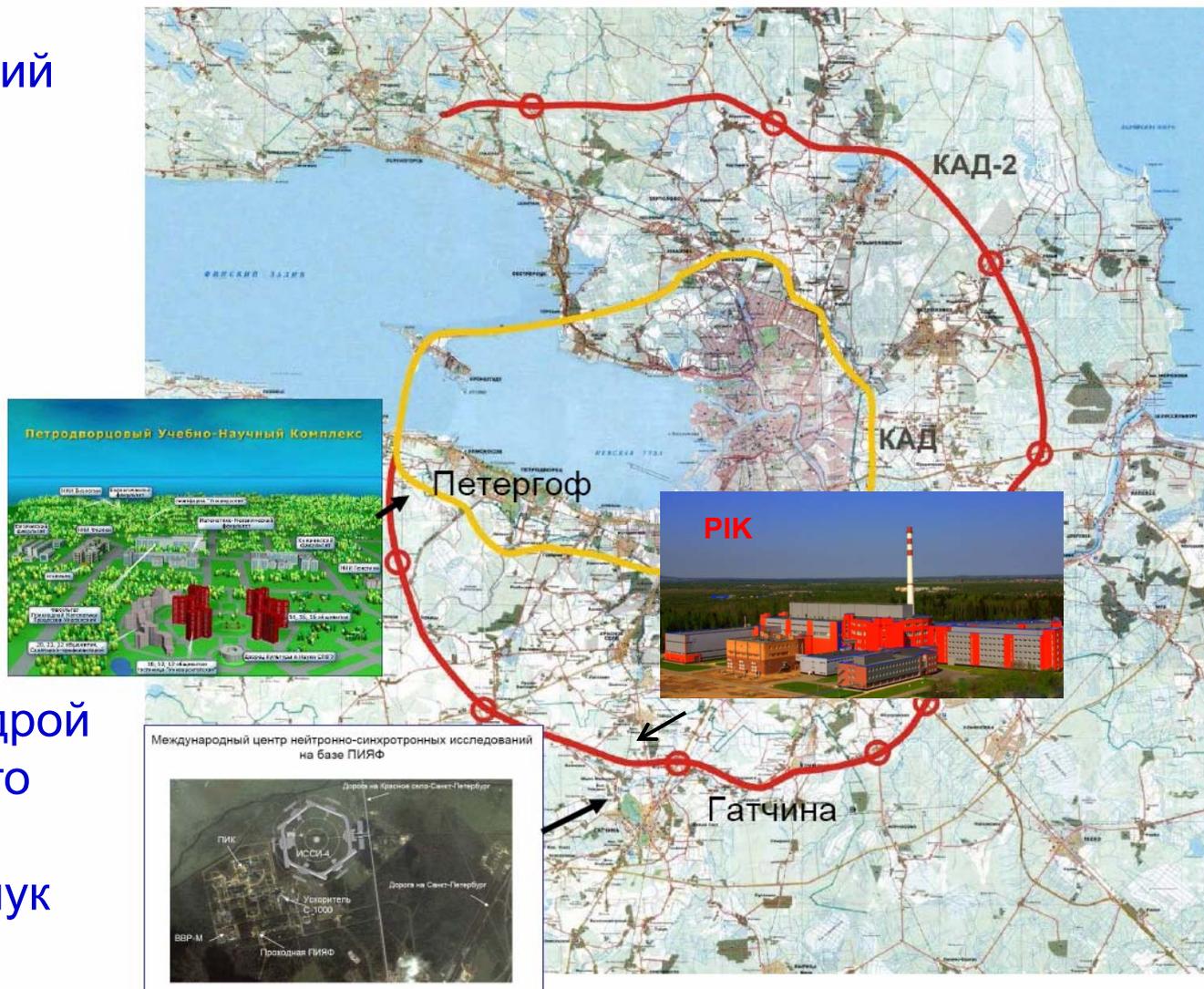
Образовательные программы

Санкт Петербургский
Государственный
Университет

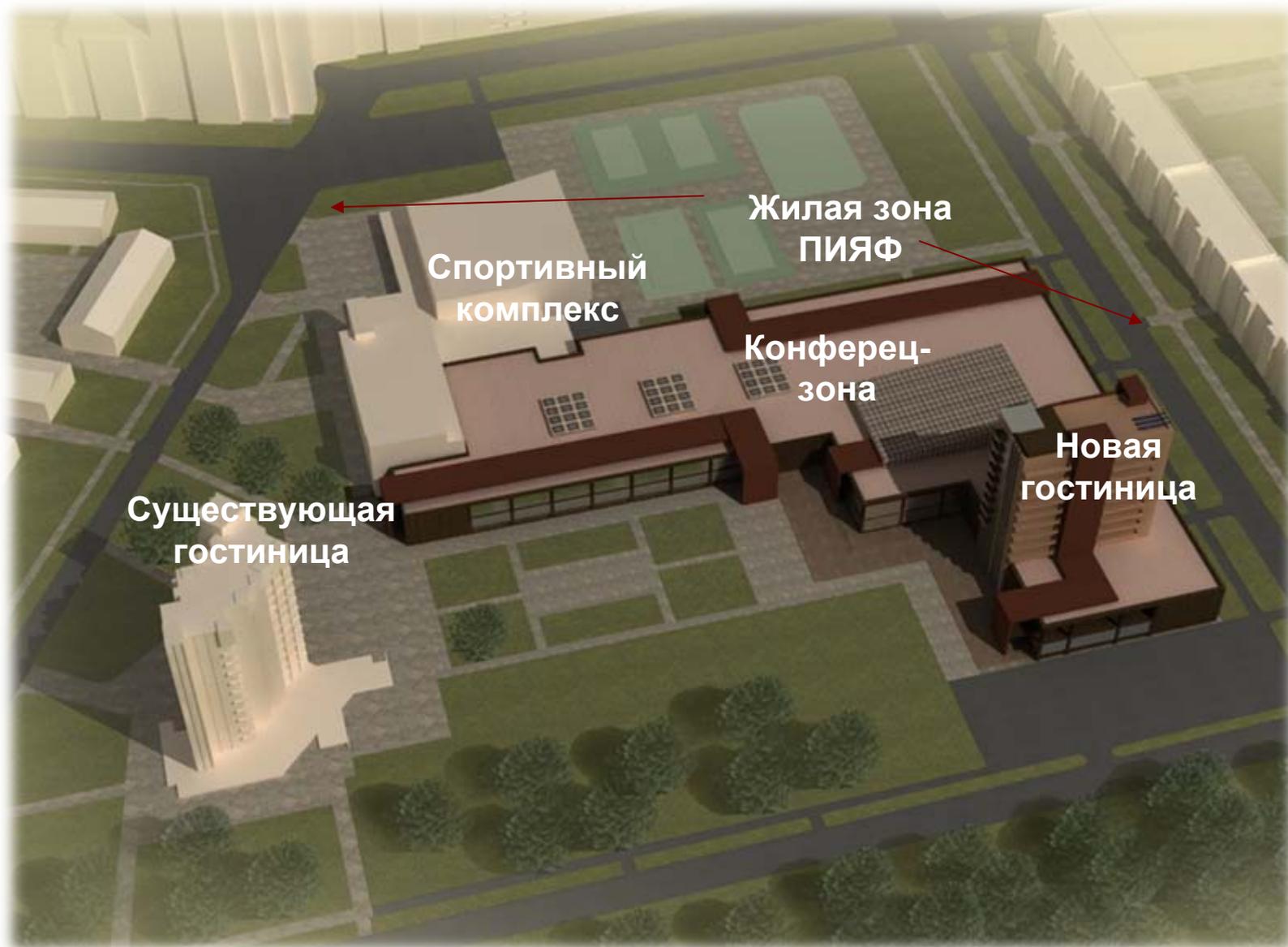
НОВОЕ

Кафедра ядерно-
физических
методов
исследований

Заведующий кафедрой
и декан физического
факультета
проф. М.В. Ковальчук

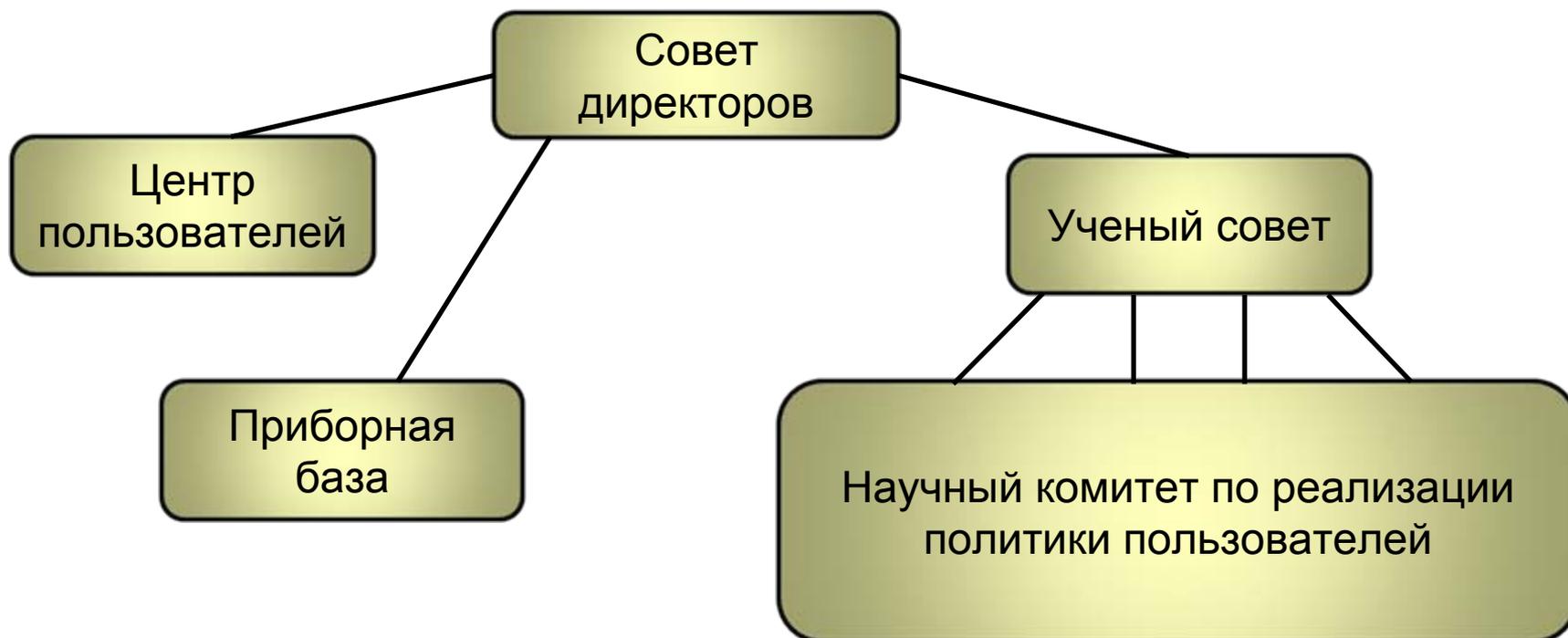


Проект развития социальной инфраструктуры для Международного центра нейтронных исследований, г. Гатчина





Административная структура (предложение)





Семинары - 2013

26 апреля
Дубна

Нейтронные и рентгеновские детекторы
Председатели: В.Н. Швецов - А.П.Булкин

4-15 июня
Гатчина

НИЦ «Курчатовский институт» - ILL
Председатели: В. Аксенов- Э. Харрисон

19-20 сентября
Гатчина

Малоугловое рассеяние нейтронов
Председатели: С. Григорьев, А. Огороков

17-18 октября
Гатчина

**Нейтронные центры ФРГ - НИЦ
«Курчатовский институт»**
Председатели: М. Ковальчук - С. Шмидт

Для обсуждения

1. Программа исследований
2. Экспериментальные станции и исследовательская инфраструктура для РК ПИК
3. Образовательные программы и обмен

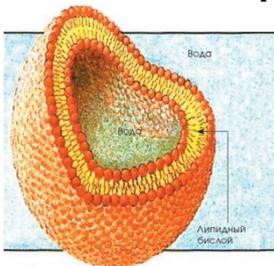


**Добро
пожаловать в
Гатчину!**

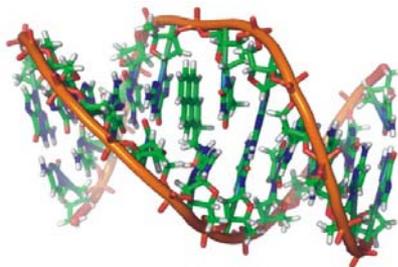


Нейтроны в структурной нанобиодиагностике

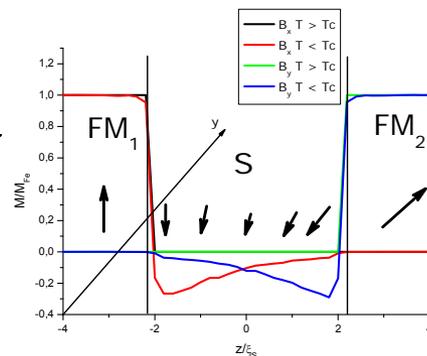
липидные наноструктуры



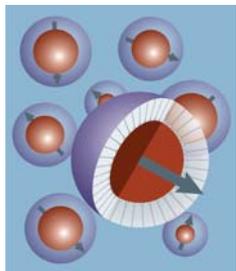
белки в растворах



эффекты близости
сверхпроводник/ферромагнетик

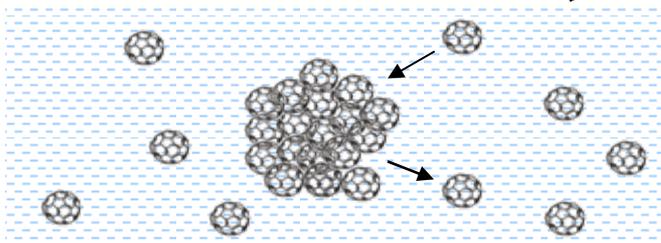


биосовместимые магнитные
наножидкости



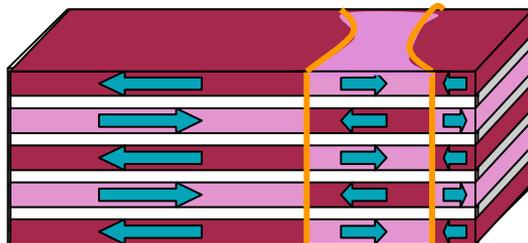
исследование внутренней
структуры в различных
наносистемах

биосовместимые
растворы фуллеренов

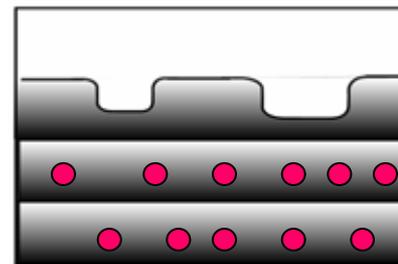


1 nm

магнитные
гетероструктуры



магнитные наночастицы
в полимерной матрице



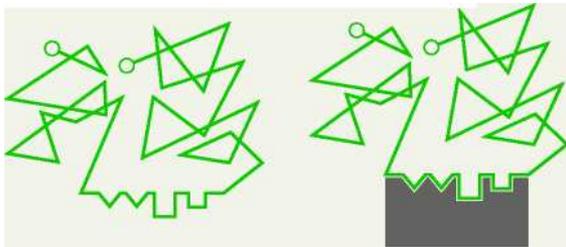
Биологические макромолекулы в растворах

Breaking the protein rules

by Tanguy Chouard (*editor for Nature in London*) Nature (2011) V. 471 p.151

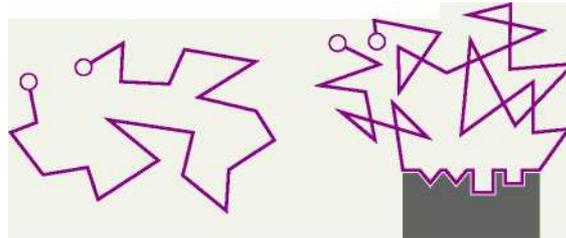
Классическая догма молекулярной биологии: функция белка напрямую определяется его уникальным образом упакованной пространственной структурой. Почему функционируют белки (или их фрагменты), которые находятся в «неупорядоченном» виде?

Замок и ключ



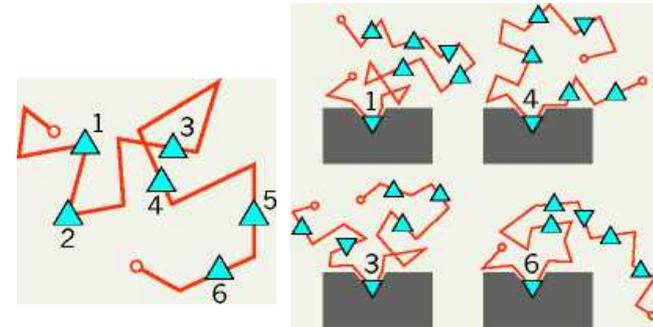
Согласно традиционным представлениям, белок немедленно после синтеза сворачивается в уникальную и стабильную конформацию, — «ключ» (слева). Его форма при этом идеально приспособлена для взаимодействия с субстратом или другим белком, — «замком» (справа).

Индукционное сворачивание



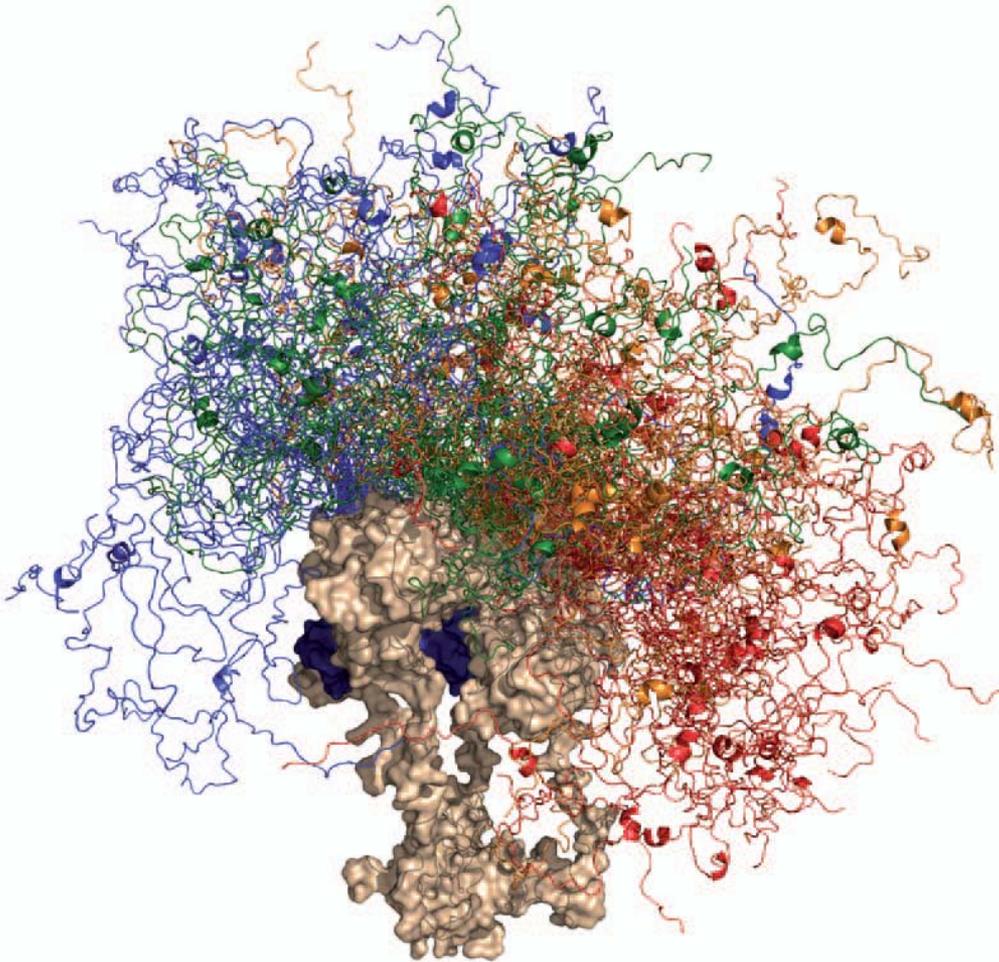
Неструктурированная часть белкового регулятора активности генов CREB (слева) использует «замок», чтобы самой приобрести форму «ключа» (справа), вместо того, чтобы принимать эту форму самостоятельно и заранее.

Переменная форма



Сигнальный белок Sic1 даже в связанном состоянии остается неструктурированным, а каждый из его фосфорилированных остатков (показаны цифрами) занимает единственный активный центр по очереди. Этот белок представляет собой смесь конформаций в состоянии динамического равновесия.

Белок супрессор опухолей p53. В его состав входит как «обычный», упорядоченный в пространстве, домен (показан коричневой поверхностью), так и неструктурированные сегменты (цветные), которые отвечают за взаимодействие с сотнями различных белков.



«... сегодня исследования неструктурированных белков во многом напоминают романтическое время получения первых белковых кристаллов в 1950-1960-х, когда каждая новая структура была настоящим событием.»

T. Chouard Nature (2011) V. 471

Изучение структуры и функции рибосомы



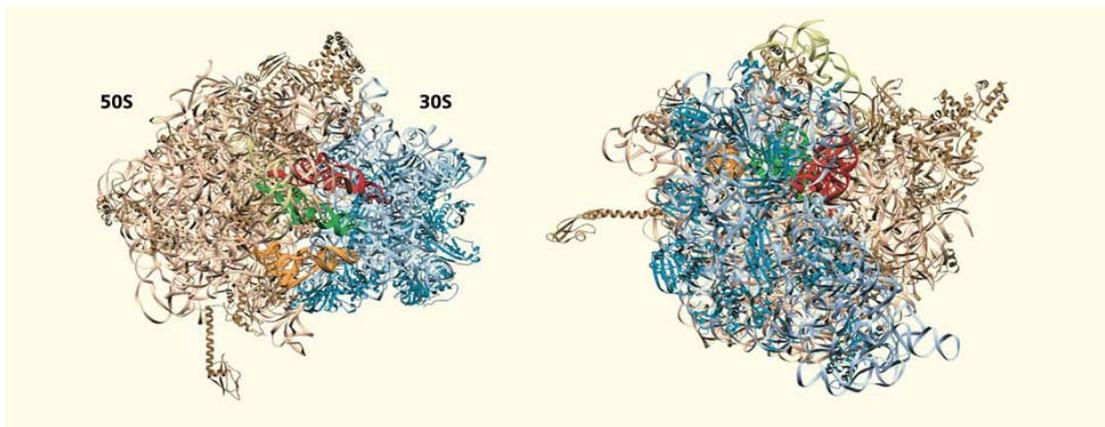
Лауреаты Нобелевской премии по химии за 2009 год:

Ада Йонат, Венки Рамакришнан и Томас Стайц.

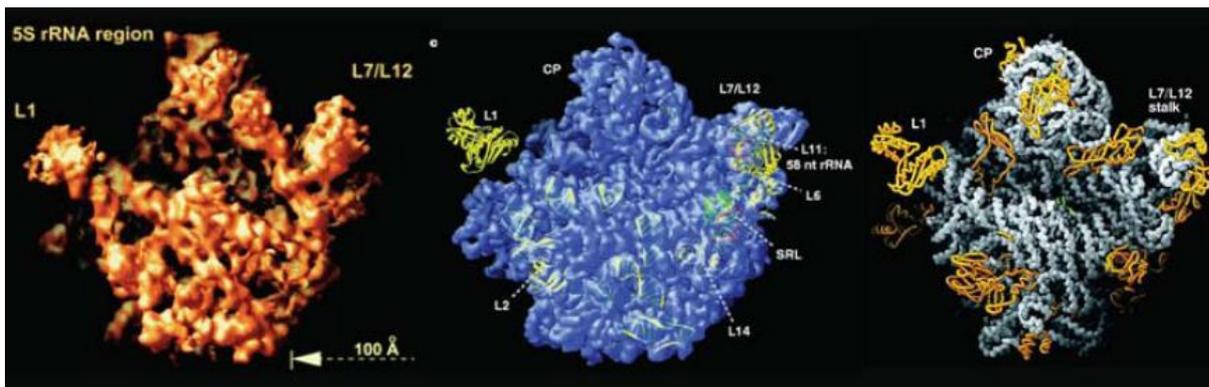
Фото с сайтов www.jewishjournal.com, www.cef-mc.de и ora.yale.edu

за установление пространственного строения рибосомы и создание структурной базы для выяснения механизма функционирования белок-синтезирующего аппарата клетки и его ингибиторов

Пространственная структура рибосомы



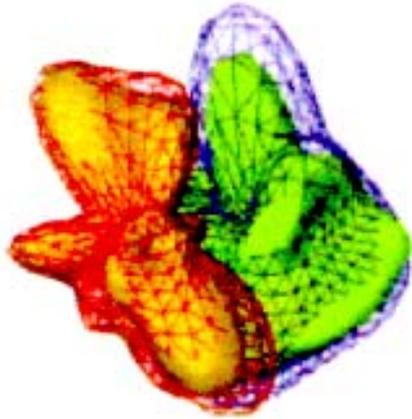
Модели пространственной структуры полной функционирующей рибосомы и ее субъединиц. Показаны три молекулы тРНК: красная (А) и зеленая (Р) участвуют в образовании очередной пептидной связи в пептидилтрансферазном центре, желтая (Е) — выходит из рибосомы. На модели малой субъединицы в декодирующем центре виден участок мРНК (светложелтый). L1, L7/12 — белки большой субъединицы.



Модели большой субъединицы бактериальной рибосомы с возрастающим разрешением: 9 Å (слева), 5 Å (в центре) и 2,4 Å (справа).

Структура рибосомы. Как изменяется рибосомная частица в процессе биосинтеза белка

Получены структурные модели рибосомных частиц по данным рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов с использованием изотопического замещения и анализа поляризации

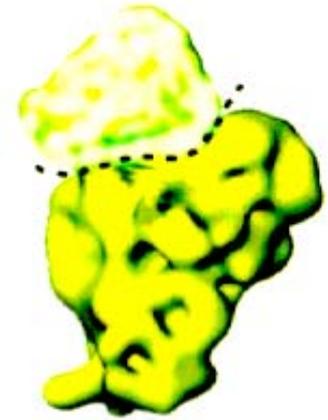


Полная 70S - частица

Две субчастицы:
большая (50S): РНК - зеленый, белок - сиреневый
малая (30S): РНК - желтый, белок - красный



Малая (30S) субчастица
РНК - зеленый

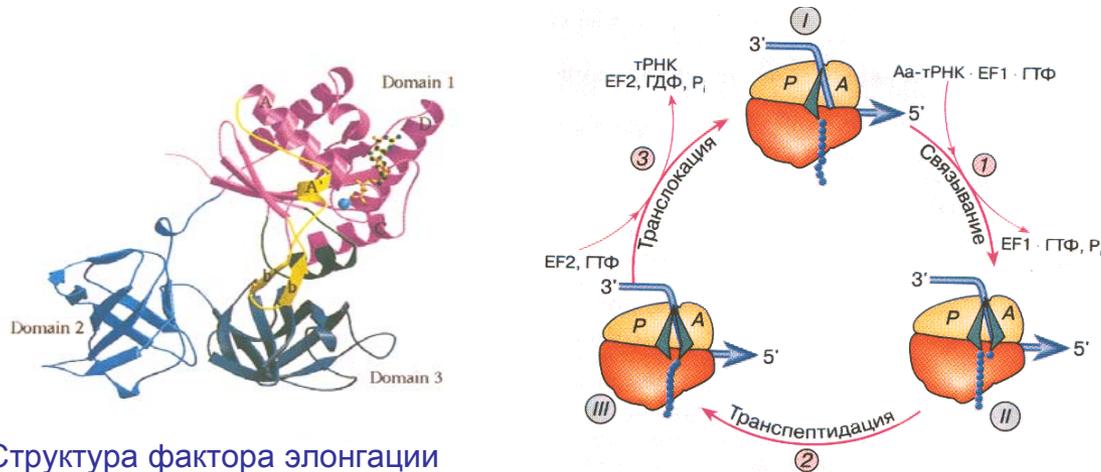


Малая (30S) субчастица с
энзиматически отрезанной головкой.
РНК - зеленый

Установлено, что в процессе биосинтеза белка рибосома осциллирует между двумя конформациями, отличающимися геометрическими размерами. Рибосомные РНК располагаются преимущественно в центре рибосомной частицы. Рибосомные белки в растворе имеют глобулярную конформацию.

Белок фактор элонгации трансляции eEF1A

Главная роль факторов элонгации: увеличение скорости элонгации на несколько порядков и способствование четкой фиксации комплексов.



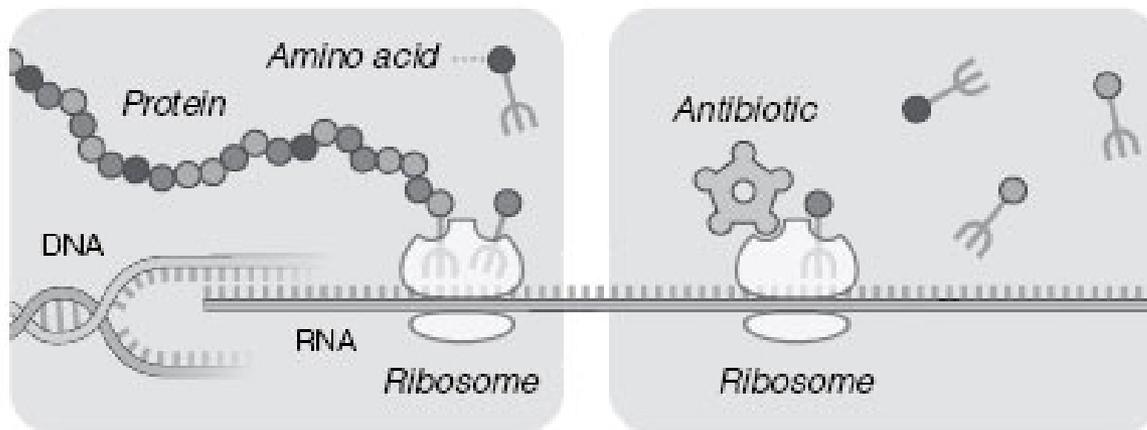
Структура фактора элонгации

Элементарный элонгационный цикл рибосомы, в результате которого прочитывается один триплет (кордон) мРНК и добавляется одна аминокислота к растущему полипептиду

Пример неструктурированного белка. В экспериментах по рассеянию нейтронов с использованием изотопного замещения и анализа поляризации установлено, что белок eEF1A не имеет фиксированной жесткой структуры в растворе, а его конформация более расширена и разупорядочена, чем у его прокариотических аналогов.

Предложено четвертое нативное состояние эукариотических факторов - состояние с высокой междоменной подвижностью.

От структуры и функции рибосомы к новым антибиотикам



Упрощенная схема работы рибосом (слева) и ее блокирования антибиотиком (справа). На матрице ДНК (DNA) синтезируется информационная РНК (RNA), к которой впоследствии присоединяются две субъединицы рибосомы (ribosome) и начинается синтез белка (protein). Каждую аминокислоту (amino acid), входящую в состав белковой цепочки, к рибосоме доставляет транспортная РНК (схематически изображенная в виде вилочки). Некоторые антибиотики способны связываться с рибосомами бактерий, останавливая синтез белка и приводя к гибели бактериальных клеток.

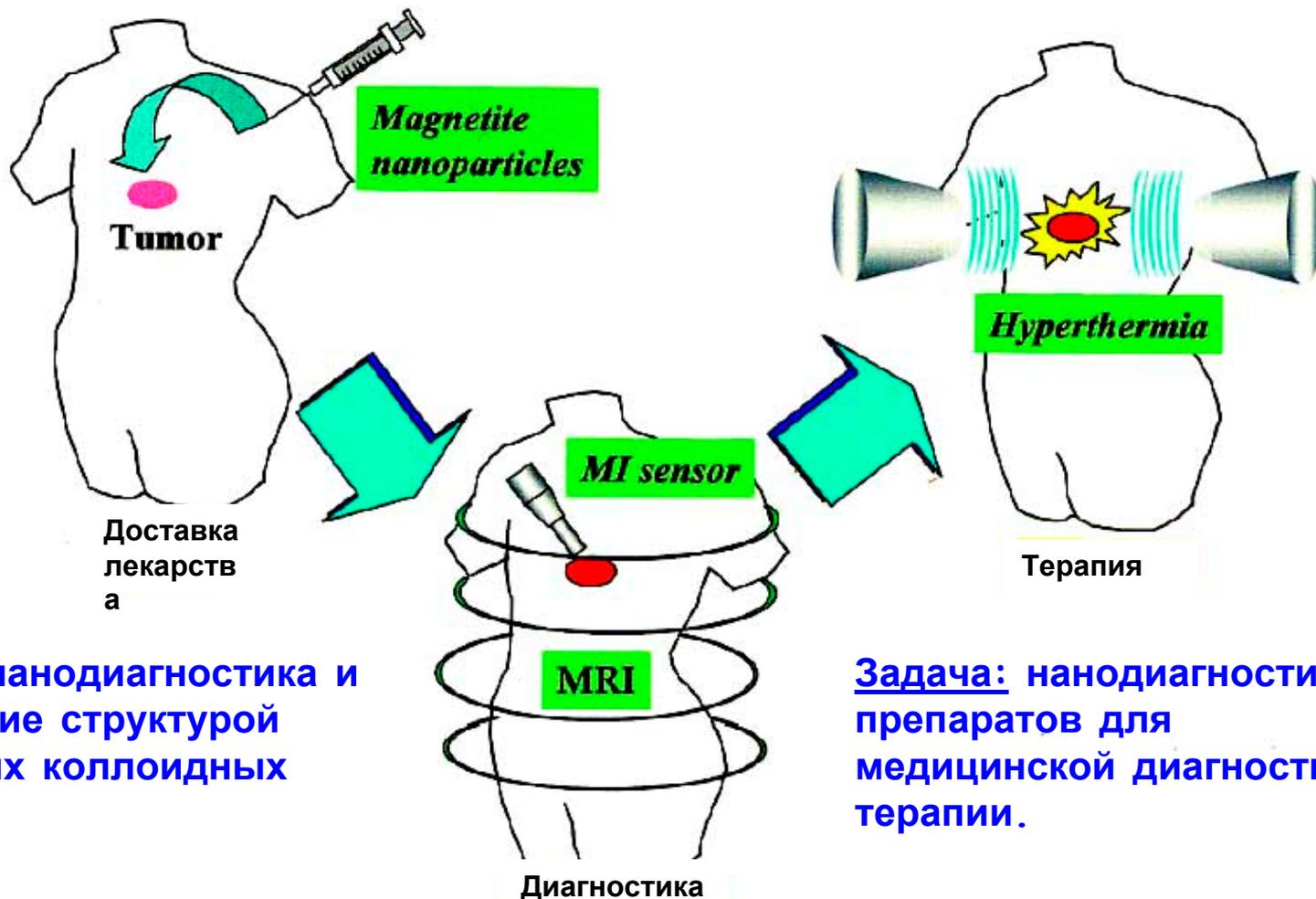
Магнитные наножидкости в нанобиотехнологиях

Нанобиотехнологии: магнитные биосовместимые наноматериалы.

Нейтронная диагностика магнитных наножидкостей для применений в

биомедицине

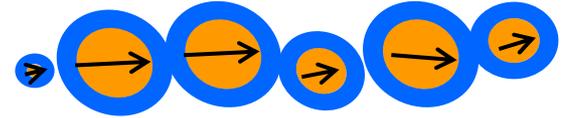
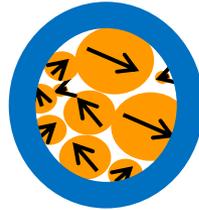
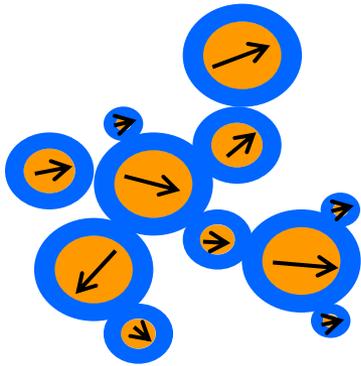
Иллюстрация (K.M. Krishnan, IEEE Trans. Magn., 46 (2010) 2523-2558)



Задача: нанодиагностика и управление структурой магнитных коллоидных систем.

Задача: нанодиагностика препаратов для медицинской диагностики и терапии.

Проблема применения биосовместимых коллоидных наноматериалов: размеры и агрегация наночастиц в физиологических условиях (pH=7)



Побочные эффекты в биомедицине:

- трудности выведения;
- образование сгустков крови;
- ослабление терапевтического эффекта;

Задачи

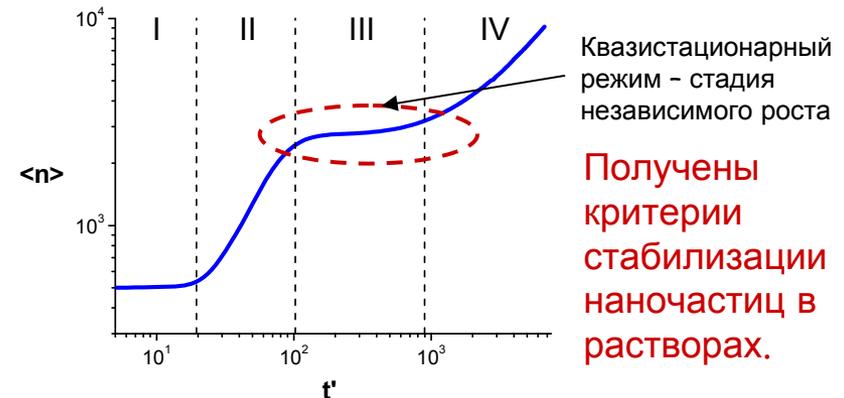
- диагностика частиц и агрегатов
- определение режимов агрегации и их контроль
- управление структурой коллоидов

Развита теория кинетики образования и роста кластеров в растворах.

$$\frac{\partial f(n,t)}{\partial t} = w_{n-1,n}^{(+)} f(n-1,t) + w_{n+1,n}^{(-)} f(n+1,t) - w_{n,n+1}^{(+)} f(n,t) - w_{n,n-1}^{(-)} f(n,t)$$

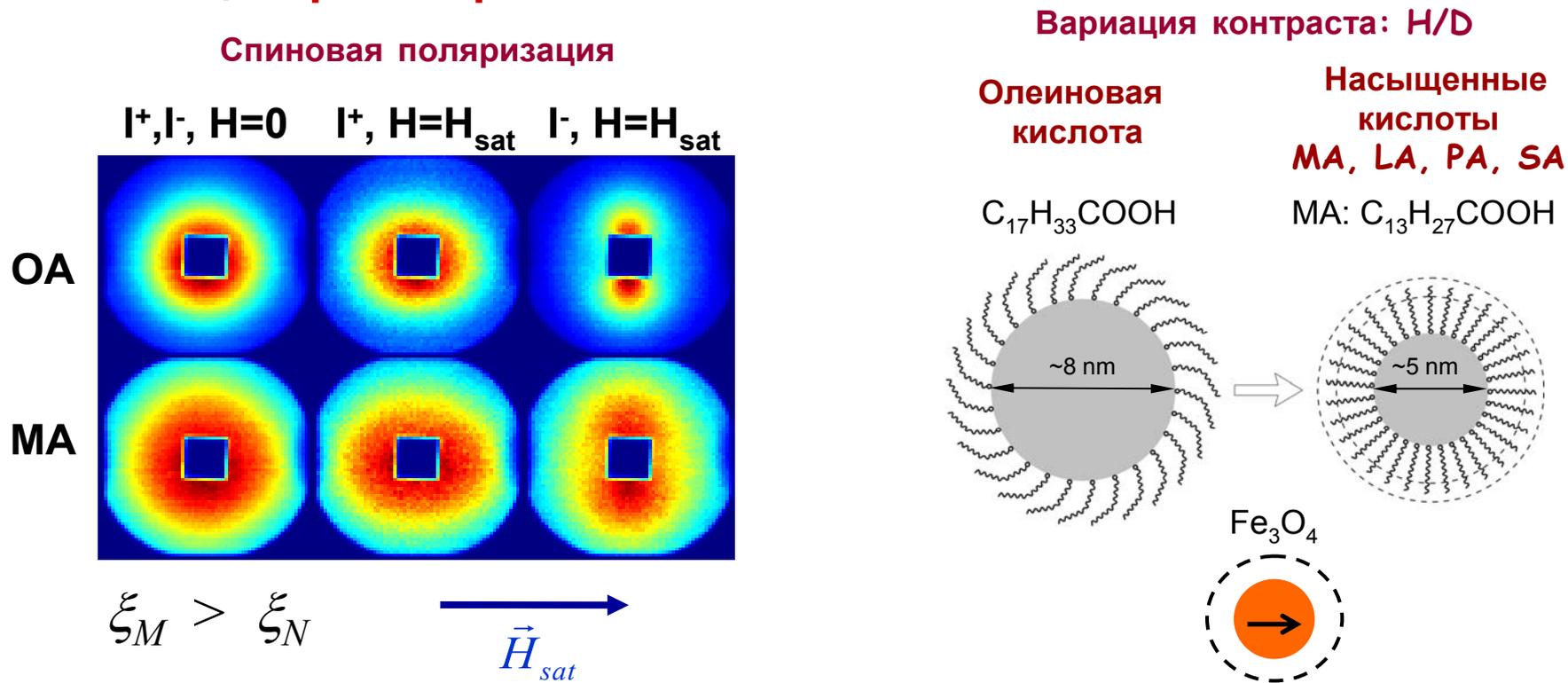
$$\frac{w_{n-1,n}^{(+)}}{w_{n,n-1}^{(-)}} = \exp\left\{-\frac{\Delta G(n) - \Delta G(n-1)}{k_B T}\right\}$$

Уравнения Френкеля-Зельдовича



М.В.Авдеев, В.Л.Аксенов, Т.В.Тропин
Ж. физич. химии, 84 (2010)

Проведена комплексная нейтронная диагностика наномagnetита (Fe_3O_4) в неполярных органических средах: **открыт эффект селективности размера магнитных наночастиц при стабилизации раствора.**



Эффект селективности (контролируемого изменения) размера магнитных наночастиц при стабилизации различными типами ПАВ объясняет их магнетоологические свойства и открывает путь к синтезу нового класса концентрированных биосовместимых магнитных наножидкостей.

Проведены опыты с раковыми клетками мозга

Обнаружено направленное движение магнитных наночастиц в градиентном магнитном поле.

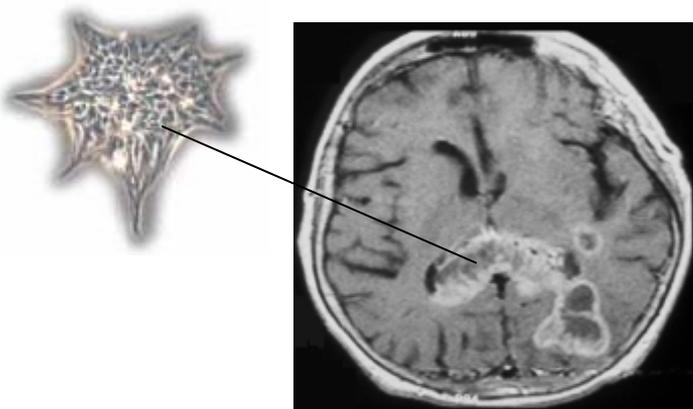
Глиобластома

Рак мозга

Распространенность - 15%

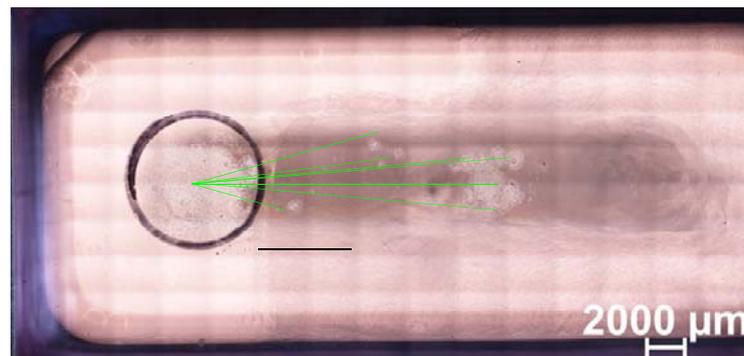
Выживаемость - < 2%

Главная проблема
терапии/хирургии - высокая
мобильность клеток
(причина неизвестна)



Миграция клеток

с внедренными магнитными частицами в магнитном поле



1 день

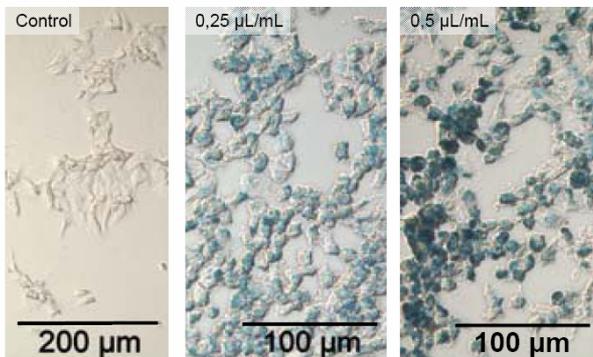


Используемые МЖ: наномagnetит в воде, стабилизация миристиновой и ладриновой кислотами.

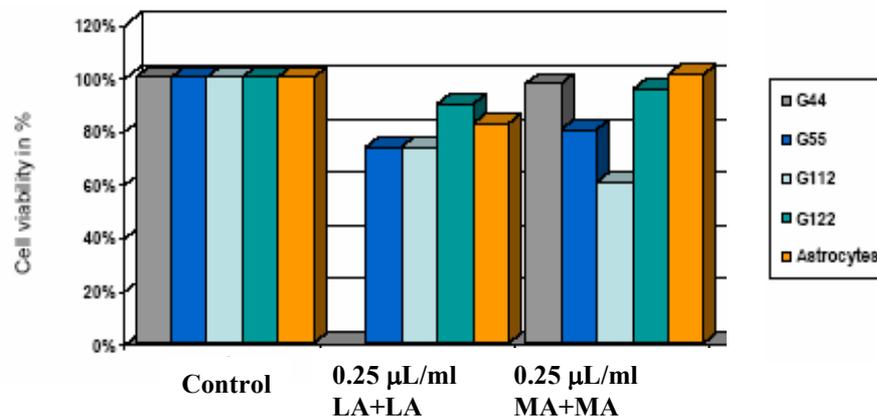
Данный метод управления раковыми клетками позволяет локализовать их для проведения гипертермии.

Установлена локализация магнитных наночастиц в раковых клетках, исследована их биосовместимость.

Наночастицы в образце

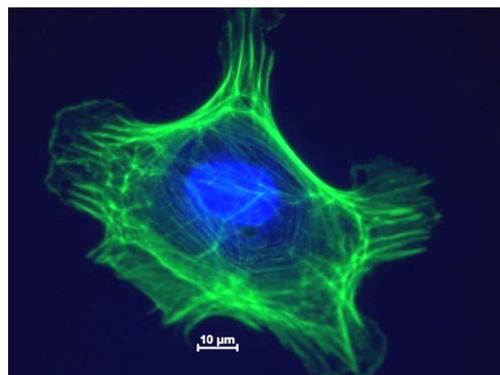
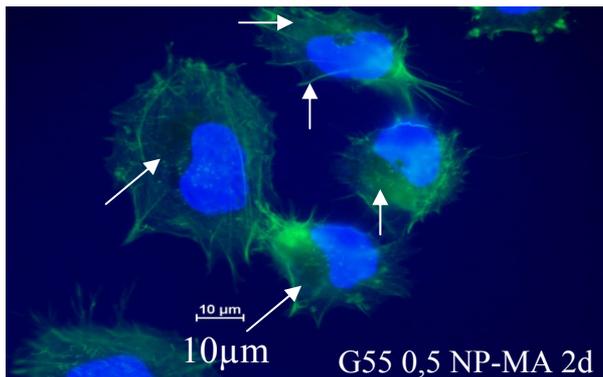


Токсичность



Выживание клеток через 2 дня после введения их в биологическую среду магнитных наночастиц

Наночастицы (темные пятна, указаны белыми стрелками) в клетках (зеленые 488 нм)



В голубом флюоресцентном свете при концентрации 0.5 µL/mL видны наночастицы в окружении ядер клеток.

Установлено, что наночастицы подавляют рост раковых клеток. Такой же эффект наблюдался для водных растворов фуллеренов. В случае магнитных наночастиц эффект усиливается при приложении магнитного поля.