

Комментарий учёных ИФНиТ о запуске реактора ПИК



Высокопоточный исследовательский реактор ПИК, который, по экспертным оценкам, в ближайшие 20-25 лет останется уникальным и самым мощным в мире, готовится к вводу в эксплуатацию в [НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ](#). Подробнее о реакторе и его значении для российской и мировой науки читайте в обзоре специалистов по ядерной физике, сотрудников ВИФШ профессора д.ф.-м.н. Я.А. Бердникова, доцента к.ф.-м.н. Д.О. Котова, ассистента к.ф.-м.н. Ю.М. Митранкова.

Реактор ПИК - (Пучковый Исследовательский Корпусной (Комплекс)) - один из шести проектов, включенных Правительством РФ в программу создания мегаустановок мирового класса на территории России. ПИК является одним из самых мощных в мире источников высокопоточных нейтронов, которые замедляются до необходимой энергии и выводятся по специальным каналам к экспериментальным установкам для проведения исследований. Нейтроны необходимы для проведения исследований в области физики фундаментальных взаимодействий, ядерной физики, физики конденсированного состояния, медицинской физики, биофизики и в других областях. На реакторе ПИК планируется проведение большой серии фундаментальных исследований.

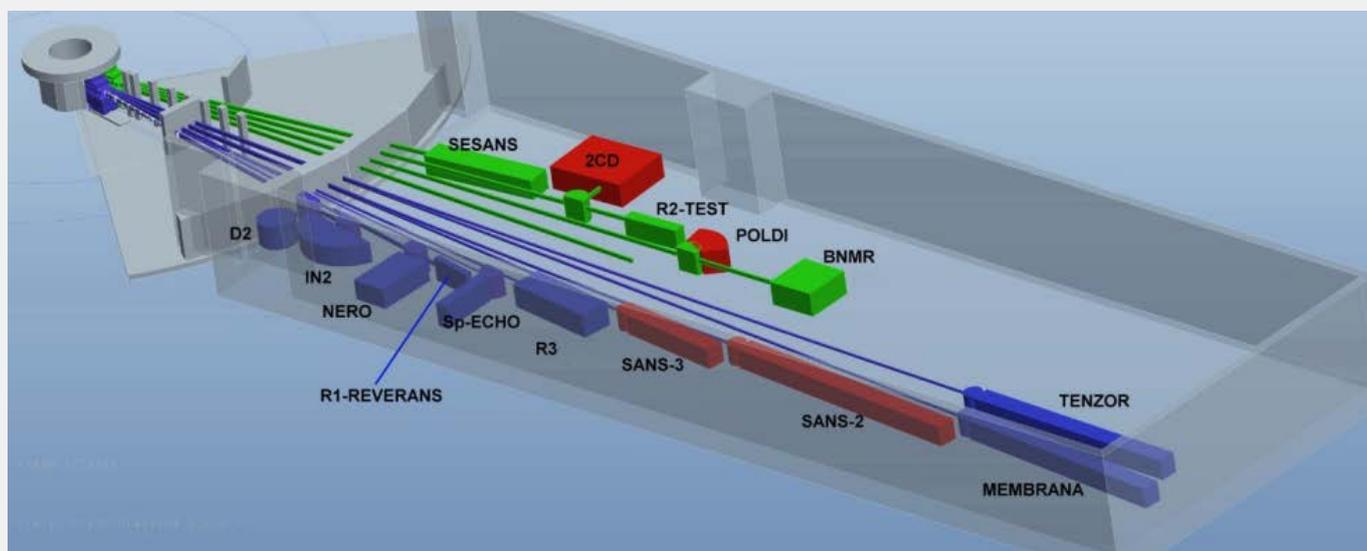
Поиск новой физики за рамками Стандартной модели (СМ) является наиболее приоритетным и актуальным направлением фундаментальных исследований современной физики. К ним, в частности, относятся исследования фундаментальных свойств нейтрона, такие, как поиск его электрического дипольного момента (ЭДМ), проверка электронейтральности, изучение его гравитационных свойств, в частности, проверка принципа эквивалентности для нейтрона, а также поиск его новых взаимодействий с ядрами. Так как наличие ЭДМ нейтрона (как и любой другой частицы) нарушает T -, а, следовательно, и CP -инвариантность, то его обнаружение или новые ограничения на его величину могут дать очень важные сведения о новых взаимодействиях, которые отсутствуют в СМ и нарушают эти фундаментальные симметрии.

Кроме того, новые ограничения на величину ЭДМ могут пролить свет на одну из самых захватывающих загадок современности – существующую барионную асимметрию Вселенной. Ожидаются также эксперименты по измерению времени жизни нейтрона, нейтринные исследования, исследования по анализу элементного и изотопного составов вещества и множество других. Облучение нейтронами помогает выяснить внутреннюю структуру, состав и магнитные свойства вещества, что применяется в материаловедении, молекулярной биофизики, производстве изотопов, химии, фармацевтике. Нейтронное облучение является важнейшим методом лечения онкологических заболеваний. Ввод в эксплуатацию реактора ПИК, несомненно, приведет к новым открытиям и новым практическим результатам. Разработка новых материалов и технологий их получения требует наличия систематической информации «состав – структура – свойства», что позволяет создавать материалы с заранее заданными свойствами.

Переход к наноструктурам и нанотехнологиям ставит новые задачи. Требуется изучение структур одновременно на нескольких масштабах, при этом требуется учет динамики в ультраширокой временной области от атомной динамики, к динамике кластеров. Значительная часть задач может быть решена путем проведения экспериментов по рассеянию нейтронов. При этом, наряду с традиционными методами требуется выработка новых подходов и разработка новых устройств. Технические решения для конструкций, которым предстоит работать в условиях нейтронного облучения, несомненно, найдут свое применение в ядерной энергетике, а также понадобятся на термоядерных электростанциях.

По соглашению с Обществом им. Гельмгольца (Германия) в нейтронном зале РК ПИК размещены станции из Научного центра HZG (Геестхахт) для исследований в области физики конденсированного состояния и материаловедения. Физический пуск высокопоточного исследовательского ядерного реактора ПИК в ПИЯФ НИЦ КИ

осуществлен 28 февраля 2011 года в составе пускового комплекса № 1 (ПК-1). Ожидается, что энергетический пуск будет осуществлен 8 февраля 2021 года. После энергетического пуска в состав реакторного комплекса войдут кроме самого реактора ПИК, являющегося источником нейтронов, несколько десятков экспериментальных установок. Пять экспериментальных станций обеспечивают реализацию полного набора нейтронных методик: дифрактометрических, рефлектометрических и спектрометрических. Они оснащены порошковыми и кристаллическими дифрактометрами, малоугловыми инструментами, спектрометрами неупругого рассеяния, уникальными установками для исследований в области физики конденсированного состояния вещества и физики элементарных частиц. Три из пяти станций способны работать с пучками поляризованных нейтронов, что является естественным продолжением и развитием достижений Школы поляризованных нейтронов, методические и теоретические основы которой были заложены в НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ.



Планируемое размещение инструментов в нейтронном зале:

D-2 – многосчетчиковый порошковый дифрактометр холодных нейтронов, IN-2 – 3-х осный спектрометр холодных нейтронов, NERO – рефлектометр поляризованных нейтронов с анализом поляризации, R1-REVERANS – рефлектометр поляризованных нейтронов с вертикальной плоскостью рассеяния, Sp-Echo – спин-эхо спектрометр, R-3 – рефлектометр с векторным анализом поляризации и позиционно-чувствительным детектором, SANS-2, SANS-3, MEMBRANA – малоугловые установки, TENZOR – малоугловой дифрактометр с анализом поляризации нейтронов, BNMR – β-ЯМР спектрометр (ИТЭФ), POLDI – дифрактометр поляризованных нейтронов с 2D-детектором, R2-TEST – нейтронно-оптический рефлектометр, 2CD – ультрамалоугловой дифрактометр на совершенных кристаллах, SESANS – установка спин-эхо ультрамалоуглового рассеяния.
<https://www.slideserve.com/dana/research-program-on-neutron-reactors-reactor-pi-k>

Адаптированность станций к составу и интенсивности излучения реактора, а также их научно-методическая специфичность позволяют рассматривать их как единую с реактором и при этом уникальную научную установку (УНУ), получившую название «Международный центр нейтронных исследований на базе высокопоточного реактора ПИК» (УНУ «МЦНИ ПИК»).

Максимальная тепловая мощность	100 МВт
Плотность потока тепловых нейтронов (максимальная)	$5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$
Плотность потока тепловых нейтронов в отражателе	$1,3 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$
Объемное энерговыделение в активной зоне	
• среднее	2,0 МВт/л
• максимальное	6,6 МВт/л
Теплоноситель	обычная вода
Отражатель	тяжелая вода
Число горизонтальных экспериментальных каналов	10
Число наклонных экспериментальных каналов	6
Число вертикальных экспериментальных каналов	6
Число источников холодных нейтронов	3
Источник горячих нейтронов	1
Число экспериментальных станций для исследований	50

Параметры нейтронных пучков и экспериментальных возможностей реактора ПИК являются уникальными, – аналогичные существуют лишь в Международном Институте Лауэ-Ланжевена в Гренобле, и нигде в мире, по-видимому, не будут созданы в ближайшие 10 - 15 лет.

Максимальная плотность невозмущенного потока тепловых нейтронов близка к величине $5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ и соответствует рекордным значениям, полученным в реакторах непрерывного действия.

Реактор ПИК становится основой Международного центра нейтронных исследований мирового класса.



Главный щит управления – реальная работа
(<https://www.slideserve.com/dana/research-program-on-neutron-reactors-reactor-pi-k>)