

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, XX век:

ЛАБОРАТОРИЯ № 2 АКАДЕМИИ НАУК СССР

Постановление Государственного комитета обороны СССР № 2872 от 11 февраля 1943 г.

Распоряжение по Академии наук СССР № 121 от 12 апреля 1943 г.

Начальник Лаборатории № 2 Академии наук СССР – **И.В. Курчатов.**

Распоряжение по Академии наук СССР № 122 от 10 марта 1943 г.



Игорь Васильевич Курчатов

ЛАБОРАТОРИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

АКАДЕМИИ НАУК СССР (ЛИПАН СССР, п/я № 3393)

Распоряжение Президиума АН СССР № 386 от 4 апреля 1949 г.

Директор ЛИПАН СССР – **И.В. Курчатов.**

ЛИПАН СССР награжден орденом Ленина.

Указ Президиума Верховного Совета СССР № 234/9 от 4 января 1954 г.

ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР

(ИАЭ АН СССР)

Распоряжение Совета Министров СССР № 6664 от 10 ноября 1956 г.

Директор ИАЭ АН СССР – **И.В. Курчатов.**

ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ ИМЕНИ И.В. КУРЧАТОВА
(ИАЭ им. И.В. Курчатова)

*Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 146
от 9 февраля 1960 г.*

Директор ИАЭ им. И.В. Курчатова – **А.П. Александров** (с 1960 г.),
Е.П. Велихов (с 1989 г.).

ИАЭ им. И.В. Курчатова награжден орденом Октябрьской революции.
*Указ Президиума Верховного Совета СССР № 4130-Х от 10 марта
1981 г.*



Анатолий Петрович
Александров

РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»
(РНЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»)

Указ № 230 Президента РСФСР от 21 ноября 1991 г.

Президент РНЦ «Курчатовский институт» – **Е.П. Велихов**.
Постановление Правительства РФ № 236 от 9 апреля 1992 г.

Директор РНЦ «Курчатовский институт» – **А.Ю. Румянцев** (с 1993 г.),
И.Н. Поляков (с 2001 г.), **М.В. Ковальчук** (с 2005 г.).

ИНСТИТУТ в XXI веке:

Указ Президента Российской Федерации № 603 от 28 апреля 2008 г.
*«О пилотном проекте по созданию национального
исследовательского центра «Курчатовский институт».*

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» (НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»)
*Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 220
«О национальном исследовательском центре
«Курчатовский институт».*

Почетный президент НИЦ «Курчатовский институт» – **Е.П. Велихов**
(в 1992–2015 гг. – президент НИЦ «Курчатовский институт»).

Президент НИЦ «Курчатовский институт» – **М.В. Ковальчук**
Указ Президента РФ от 7 декабря 2015 г. № 601
(в 2005–2015 гг. – директор НИЦ «Курчатовский институт»).

Директор НИЦ «Курчатовский институт» – **В.И. Ильгисонис**
Распоряжение Правительства РФ от 17 декабря 2015 г. № 2586-р



Евгений Павлович
Велихов



Михаил Валентинович
Ковальчук



Виктор Игоревич
Ильгисонис

Великая Отечественная война была в самом разгаре, когда Государственный комитет обороны СССР принял постановление № 2872 от 11 февраля 1943 года, в котором были сформулированы задачи по решению урановой проблемы – разработке и созданию ядерного оружия в нашей стране. Ответственным за создание урановой бомбы был назначен 40-летний профессор Ленинградского физико-технического института Игорь Васильевич Курчатов. Спустя два месяца, 12 апреля 1943 года, вице-президент Академии наук СССР академик А.А. Байков подписал распоряжение о создании под руководством И.В. Курчатова Лаборатории № 2, превратившейся впоследствии в Институт атомной энергии.

Зарождение института связано с созданием атомной бомбы. Лаборатория № 2, получившая 5 февраля 1944 года права института, около года размещалась во временно выделенном ей помещении в Пыжевском переулке, а с весны 1944 года стала работать на новой обширной территории на северо-западной окраине Москвы. И.В. Курчатову, возглавившему работы по урановому проекту, были предоставлены широкие полномочия по привлечению институтов, конструкторских бюро и заводов, необходимых специалистов из действующей армии или с военных заводов. Он собирал вокруг себя лучшие научные силы страны. К проблеме с самого начала были подключены выдающиеся физики, математики, способные молодые ученые, технологи и конструкторы. Основу коллектива при его создании составили физики, выросшие в Ленинградском физико-техническом институте, – ученики Абрама Федоровича Иоффе: А.П. Александров, А.И. Алиханов, Л.А. Арцимович, И.К. Кикоин, Г.Н. Флеров, В.П. Джелепов, П.Е. Спивак, Б.В. Курчатов, М.С. Козодаев, В.А. Давиденко, Л.М. Неменов и многие другие. С ними тесно сотрудничали Ю.Б. Харитон и Я.Б. Зельдович из Института химической физики. Бок о бок с И.В. Курчатовым работали И.Я. Померанчук, И.Н. Вознесенский, И.Н. Головин, В.В. Гончаров, И.И. Гуревич, В.И. Меркин, М.Г. Мешеряков, И.С. Панасюк, Н.Ф. Правдюк, С.А. Баранов, М.И. Певзнер.

Научные работы развивались по следующим направлениям:

– создание ядерного реактора на естественном уране и обычной воде (Г.Н. Флеров, В.А. Давиденко);

- создание ядерного реактора на естественном уране и графите (И.В. Курчатов, И.С. Панасюк);
- создание ядерного реактора на естественном уране и тяжелой воде (А.И. Алиханов, С.Я. Никитин);
- создание циклотрона (И.В. Курчатов, Л.М. Неменов);
- разделение изотопов естественного урана (И.К. Кикоин, Л.А. Арцимович);
- развитие химии трансурановых элементов и ее практическое использование (Б.В. Курчатов);
- физические исследования, направленные на создание урановой промышленности по выпуску оптимальных твэлов для ядерных реакторов (И.В. Курчатов, И.С. Панасюк);
- физико-химические исследования, направленные на создание промышленности по выпуску оптимальных графитовых блоков для ядерных реакторов (И.В. Курчатов, И.С. Панасюк, Н.Ф. Правдюк, В.В. Гончаров);
- физико-химические исследования, направленные на создание промышленности для получения тяжелой воды для ядерных реакторов (А.И. Алиханов, Р.Л. Сердюк, Д.М. Самойлович, М.И. Корнфельд);
- измерение ядерных констант и нейтронная физика (П.Е. Спивак, И.С. Панасюк, С.А. Баранов, М.И. Певзнер).

Работы начались в тяжелых условиях войны, когда все силы страны были мобилизованы на победу на фронтах, но, несмотря на это, сразу дали важные результаты.

Уже в 1944 году в Лаборатории № 2 был построен и введен в действие циклотрон, позволивший, облучая нейтронами уран, накопить индикаторные количества нового, не существующего в природе элемента, плутония – основного металла для ядерного заряда. Это дало возможность Б.В. Курчатову начать изучение его ядерных и химических свойств и даже выработать первые рекомендации по промышленной технологии отделения плутония от урана и осколков деления.

Московский электродный завод под контролем В.В. Гончарова начал выпуск сверхчистого графита, необходимого для осуществления цепной реакции деления в уране с природной концентрацией изотопов, для получения плутония в промышленном масштабе.

Технология изготовления чистого урана разрабатывалась на заводе № 12 в городе Электросталь. Сотрудниками Лаборатории № 2 был создан и непрерывно проводился ядерно-физический контроль очистки урана и графита от поглощающих нейтроны примесей.

1944–1946 годы явились годами поиска решений, способных наиболее быстро привести к цели. В апреле 1945 года И.В. Курчатов докладывает И.В. Сталину четыре основные составляющие проблемы: уран-графитовый котел, диффузионный завод для наработки урана-235, получение тяжелой воды для уран-тяжеловодного котла для производства плутония и, наконец, конструирование бомбы.

Экспериментальные исследования и расчеты, а также ознакомление с возможностями промышленности показали, что уран-графитовые котлы могут начать промышленную наработку плутония на год раньше, чем тяжеловодные. Поэтому задача И.В. Курчатова по созданию физического прототипа уран-графитового котла была принята Первым главным управлением как первоочередная.

В начале 1946 года в Лаборатории № 2 сформировались три отдела. В задачу отдела «К» под руководством И.В. Курчатова входили разработка промышленного производства плутония на уран-графитовом котле и ядерно-физические исследования и измерения



Здание Лаборатории № 2 (Главное здание)

для бомб, а также важнейшие вопросы радиохимии, прежде всего по выделению плутония. Отдел «Д» под руководством И.К. Кикоина занимался созданием диффузионного завода для обогащения урана до 90% изотопом урана-235, отдел «А» под руководством Л.А. Арцимовича двигался к той же цели, разрабатывая электромагнитные установки.

1946 год завершился самым крупным достижением в отделе И.В. Курчатова. 25 декабря на реакторе Ф-1 (физический первый), расположенном на территории Лаборатории № 2, была осуществлена самоподдерживающаяся цепная реакция деления урана. Впервые на континенте Евразия управляемый цепной ядерный процесс стал реальностью. Работы, проводимые на этом реакторе (прежде всего получение весовых количеств плутония), помогли ускорить пуск первого промышленного уран-графитового реактора по наработке плутония, к проектированию которого в Лаборатории № 2 приступили еще в 1944 году.

Летом 1948 года на Урале вошел в строй первенец атомной индустрии. 22 июня И.В. Курчатов с сотрудниками вывели плутониевый реактор на проектную мощность 100 МВт. Вскоре, пройдя через первые неудачи, превысив проектную мощность реактора более чем вдвое, началось систематическое накопление плутония.



Здание реактора Ф-1

Научный коллектив во главе с И.К. Кикоиным, преодолевая большие препятствия, обусловленные агрессивностью гексафторида урана, в 1949 году наладил производство в килограммовых количествах урана, обогащенного до 40% ураном-235.

Отделу Л.А. Арцимовича И.В. Курчатов поручил довести уран до бомбовой кондиции. Около месяца круглосуточной работы на экспериментальной установке в Лаборатории № 2 – 40%-й уран был дообогащен. Получено 400 г урана, содержащего от 92% до 98% урана-235.

В то же время А.А. Бочвар, ответственный за получение металлического плутония и изделий из него, изготавливал с сотрудниками на заводе «В» Базы № 10 полушария первого плутониевого заряда.

29 августа 1949 года на Семипалатинском испытательном полигоне был взорван первый советский ядерный заряд. Таким образом под научным руководством И.В. Курчатова был создан ядерный щит страны.

С тех пор научная направленность работ Лаборатории № 2, ставшей к тому времени Лабораторией измерительных приборов Академии наук СССР, начинает изменяться от проблем ядерного оружия к более



Графитовая кладка реактора Ф-1



Обнинская АЭС

широкому спектру исследований по многим вопросам атомной науки и техники.

Еще до завершения оружейных разработок в институте И.В. Курчатов ищет пути более широкого использования атомной энергии в мирных целях. В сфере его интересов – атомная энергетика, флот, летательные аппараты и позднее космос.

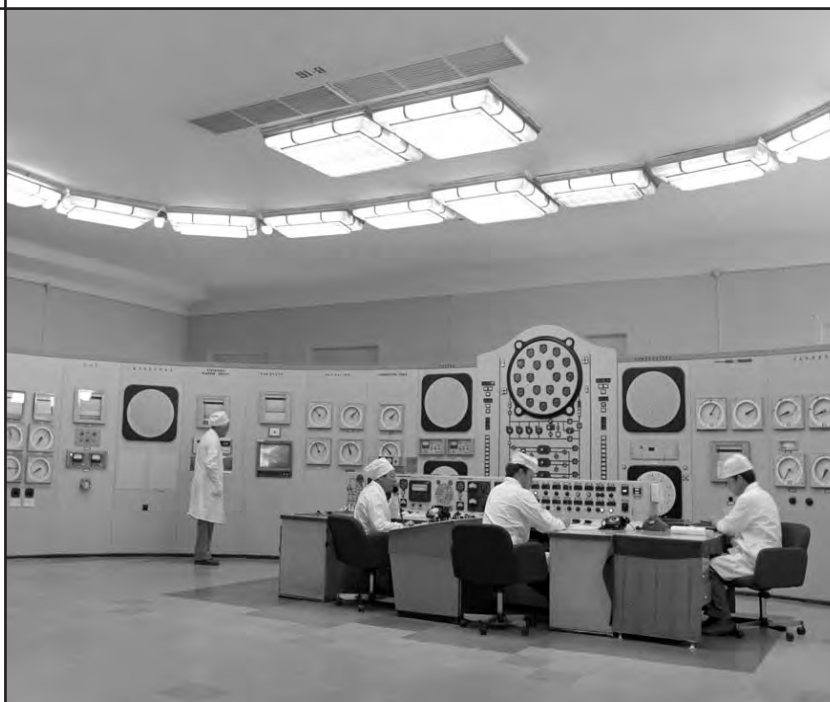
Уже к концу 1940-х годов он выдвинул задачу спроектировать и построить опытно-промышленную атомную электростанцию для решения научно-технической проблемы сооружения крупных промышленных АЭС.

Первая АЭС строилась в Обнинске на базе Физико-энергетического института (главный конструктор Н.А. Доллежал). Идея конструкции активной зоны уран-графитового канального реактора станции была предложена И.В. Курчатовым и его соратником С.М. Фейнбергом. Пуск электростанции на атомной энергии полезной мощностью 5 тыс. кВт был осуществлен 27 июня 1954 года под руководством И.В. Курчатова и его заместителя А.П. Александрова. Это была пер-

вая промышленная АЭС, включенная в энергосистему страны, и день ее пуска по праву считается днем рождения атомной энергетики.

Уже в июне 1955 года И.В. Курчатов и А.П. Александров возглавили разработку программы развития ядерной энергетики в СССР, предусматривающую широкое использование атомной энергии для энергетических, транспортных и других народнохозяйственных целей.

В рамках этой программы началось сооружение крупных атомных электростанций – Белоярской и Нововоронежской АЭС. Нововоронежская станция проектировалась и сооружалась под руководством Курчатовского института, и ее создание (1964 год) было первым шагом в развитии большой серии водо-водяных энергетических реакторов (ВВЭР), разработка физики и технологии которых стала на многие годы одним из основных направлений научной и инженерной деятель-



Обнинская АЭС

ности института. К 2000 году в электрическую сеть было включено около 70 энергоблоков с ВВЭР единичной мощностью от 70 до 1000 МВт в Советском Союзе (затем в России), в ряде зарубежных стран. Реакторы ВВЭР сыграли определяющую роль на ключевых этапах становления атомной энергетики Советского Союза и России.

На основе опыта создания промышленных уран-графитовых реакторов получило развитие другое направление энергетического реакторостроения в Советском Союзе – каналы реакторы большой мощности (РБМК), научное руководство разработкой которых также было возложено на Курчатовский институт. Первый энергоблок большой мощности – РБМК-100 – начал работать на Ленинградской АЭС в 1973 году, всего на четырех станциях сооружено и введено в действие 15 энергоблоков. Оба направления – водо-водяные корпусные и уран-графитовые каналы реакторы на тепловых нейтронах – разрабатывались под руководством А.П. Александрова С.М. Фейнбергом, С.А. Скворцовым, В.А. Сидоренко, Е.П. Кунегиним и их сотрудниками в кооперации со специалистами других организаций и предприятий.



Балаковская АЭС



Смоленская АЭС



Ленинградская АЭС

Уже в начале 1950-х годов по инициативе И.В. Курчатова и А.П. Александрова в институте начались работы по созданию судовых атомных энергетических установок. Под руководством Н.С. Хлопкина, возглавившего впоследствии в институте направление атомного судостроения, работали Г.А. Гладков, Б.А. Буйницкий, Б.Г. Пологих, Ю.В. Сивинцев, Н.А. Лазуков и многие другие специалисты, которые внесли решающий вклад в создание корабельной ядерной энергетики.

9 сентября 1952 года вышло постановление за подписью И.В. Сталина о работах по созданию первой отечественной атомной подводной лодки (АПЛ) (с конца 1962 года она носила имя «Ленинский комсомол»). Как и в разработке ядерного оружия, в создании первой АПЛ нашей стране пришлось догонять США, которые, создавая свою первую АПЛ «Наутилус», опережали Советский Союз на 4–5 лет. Успех дела определило участие «трех китов»: А.П. Александрова (научный руководитель) В.Н. Перегудова (главный конструктор корабля), Н.А. Доллежала (главный конструктор энергетической установки).



Атомная подводная лодка,
проект 671

Преодолев сложности создания первой АПЛ, разработчики атомной подводной лодки и кораблестроители создали принципиально новый корабль, положивший начало развитию отечественного атомного флота. 4 июля 1958 года, спустя шесть лет после старта проекта, были проведены подводные ходовые испытания. Создание первой в СССР ядерной энергоустановки для подводного корабля определило базовые подходы, принципы формирования и структуру ядерных источников энергии для широкого использования на кораблях и судах, заложило основы новой для страны области науки и техники – корабельной ядерной энергетики. Решение этой важнейшей задачи и последовавшее за ним массовое строительство кораблей с ядерно-энергетическими установками коренным образом изменили военно-морской потенциал страны.

В 1953 году началось проектирование атомных ледоколов. Атомный ледокол «Ленин» (главный конструктор ледокола В.И. Неганов, глав-



Атомная подводная лодка К-3-1



Атомные подводные лодки на базе

ный конструктор реакторной установки И.И. Африкантов), сданный в эксплуатацию в 1959 году, стал первым в мире надводным судном с атомной энергетической установкой, не имеющим равных по мощности среди ледоколов всего мира. Создание атомного ледокола открыло новые возможности в освоении богатств Арктики и развитии народного хозяйства северных районов нашей страны. С 1960 года атомный ледокол «Ленин» работал в Арктике, осуществляя проводку судов на самых тяжелых участках Северного морского пути, превратив его в надежно действующую магистраль. Он эффективно проработал 30 лет и в 1990 году был выведен из эксплуатации.

Атомный ледокол «Ленин» положил начало созданию целого флота атомных судов. Уникальный флот атомных ледоколов обеспечил круглогодичную навигацию по Северному морскому пути и сыграл ключевую роль в промышленном развитии северных территорий России.

Первые успехи в создании энергетических и транспортных реакторов были бы невозможны без комплексной экспериментальной базы, обеспечившей проведение необходимых исследований в области реакторной технологии и радиационного материаловедения.

Такая база, первая в СССР, состоящая из исследовательского реактора РФТ мощностью 10 МВт, экспериментальных петель с различными видами теплоносителей и режимами испытаний и «горячей» материаловедческой лаборатории, была создана в апреле 1952 года в ИАЭ под руководством В.В. Гончарова. Наличие материаловедческой базы обеспечивало возможность решения многих важных задач и позволяло на основании полученных данных надежно проектировать новые реакторы разного назначения.

В 1954 году в Курчатовском институте создается первый в СССР водо-водяной реактор ВВР-2 с бесканальной активной зоной мощностью 2 МВт, а спустя три года – первый в СССР водо-водяной исследовательский реактор бассейнового типа ИРТ такой же мощности. Это было большим научно-техническим достижением отечественного реакторостроения. Исследовательские реакторы получают широкое распространение в СССР и за рубежом, где начинают создаваться свои ядерные научные центры.

В 1954 году Институт атомной энергии был награжден орденом Ленина.

В 1960 году после смерти Игоря Васильевича Курчатова Институт получил имя своего первого руководителя.



Атомный ледокол «Ленин»



Атомный ледокол «Ямал»



Атомный ледокол «Сибирь»



Атомный крейсер «Петр Великий»

С начала 1960-х годов в Институте атомной энергии значительно расширился объем исследований и разработок по применению атомной энергии для космических целей, летательных аппаратов, созданию высокотемпературных источников атомной энергии, в том числе использующих различные способы прямого преобразования атомной энергии в электрическую. Эти работы были сосредоточены в специально созданном отделе и велись под руководством М.Д. Миллионщикова и Н.Н. Пономарева-Степного.

Толчок к развитию этого направления дал И.В. Курчатов. По его инициативе в конце 1950-х годов был создан импульсный, гомогенный, графитовый реактор ИГР оригинальной конструкции, предназначенный для изучения динамики и безопасности реактора при введении больших реактивностей и испытаний конструкций реактора при высоких температурах. ИГР был пущен в 1960 году на Семипалатинском полигоне. На нем были выполнены уникальные испытания тепловыделяющих элементов реакторов ядерных ракетных двигателей.

Подробный доклад об устройстве и характеристиках реактора ИГР был сделан на III Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии (1964 г.) и произвел огромное впечатление на ее участников. Для всех, и особенно для американцев, это было большой неожиданностью: в ИГР потоки нейтронов оказались в несколько десят-

ков раз больше, чем в импульсном графитовом реакторе «Трит», построенном в США в 1958 году.

Успехи работ на ИГР подтолкнули к следующим работам по реакторам для ядерных ракетных двигателей. В институте был сооружен реактор ИВГ-1, на котором отработаны сотни тепловыделяющих сборок и достигнуты параметры по температуре подогрева водорода в 3100 °К.

В Курчатовском институте в содружестве с другими организациями был создан первый в мире реактор-преобразователь «Ромашка», в котором в одном агрегате объединены высокотемпературный реактор и термоэлектрические полупроводниковые преобразователи. Все это создавало предпосылки для получения большого ресурса, что и было подтверждено в процессе двухлетних стендовых испытаний, начатых в августе 1964 года.

На следующем этапе возникло новое направление: реактор-преобразователь с термоэмиссионными элементами. В этом направлении были разработаны и испытаны космические ядерные установки с термоэмиссионными элементами, которые показали возможность



Реактор-преобразователь «Ромашка»

ЛИШЬ НЕКОТОРЫЕ ИЗ ВЫДАЮЩИХСЯ УЧЕНЫХ, РАБОТАВШИХ
В РАЗНЫЕ ГОДЫ В КУРЧАТОВСКОМ ИНСТИТУТЕ И ВНЕСШИХ
ОГРОМНЫЙ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ



Лев Андреевич
Арцимович



Игорь Николаевич
Головин



Владимир Владимирович
Гончаров



Евгений Константинович
Завойский



Борис Борисович
Кадомцев



Исаак Константинович
Кикоин



Борис Васильевич
Курчатов



Валерий Алексеевич
Легасов



Михаил Александрович
Леонтович



Владимир Иосифович
Меркин



Михаил Дмитриевич
Миллионщиков



Владимир Иосифович
Мостовой



Сергей Львович
Соболев



Савелий Моисеевич
Фейнберг



Георгий Николаевич
Флеров



Юлий Борисович
Харитон



Николай Сидорович
Хлопкин



Николай Алексеевич
Черноплеков

достижения длительного ресурса при высокой безопасности на всех стадиях работы на земле и в космосе.

Использование ядерных энергетических установок для космических задач особенно перспективно в энергодвигательных комплексах с электрореактивными двигателями. Научно-исследовательские работы в этой области велись в ИАЭ имени И.В. Курчатова с начала 1960-х годов. Разработанные здесь первые электрореактивные двигатели – импульсные плазменные – были испытаны в космосе в 1964 году на спутнике «Зонд-2». Затем были испытаны ионный, с объемной ионизацией и стационарный, плазменный, двигатели на спутнике «Метеор». Эти источники значительно расширили возможности прямого телевидения высокого качества, улучшили управление воздушным и морским транспортом, создали новые условия для информационных и телефонных коммуни-



Космическая ядерная термоэмиссионная установка «Енисей»

каций, а также позволили выполнить ранее недоступные исследования околоземного и дальнего космического пространства.

Когда работы по созданию термоядерного оружия только вступили в решающую фазу, в 1950 году в Институте атомной энергии по инициативе И.В. Курчатова начались исследования по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу (УТС). Предложенный И.Е. Таммом и А.Д. Сахаровым метод магнитного удержания плазмы лег в основу программы управляемого термоядерного синтеза, официально признанной важнейшей государственной задачей еще в 1951 году. Руководство экспериментальными работами было поручено Л.А. Арцимовичу, теоретические исследования возглавил М.А. Леонтович.

В 1956 году в своей знаменитой лекции в Харуэлле (Великобритания) И.В. Курчатова доложил о выполненных в его институте исследованиях, доказывавших возможность термоядерной реакции в газовом разряде, и предложил развернуть широкое международное сотрудничество в мирном использовании атомной энергии.

Начальный этап российских и зарубежных работ по УТС характеризовался обилием идей, типов ловушек. Разнообразие направлений было связано не только с творческой активностью физиков, но и с громадными трудностями реализации условий термоядерных реакций. Слишком малым оказался уровень знаний – требовалось создать теорию поведения высокотемпературной плазмы в магнитном поле, накопить экспериментальный и конструкторский опыт.

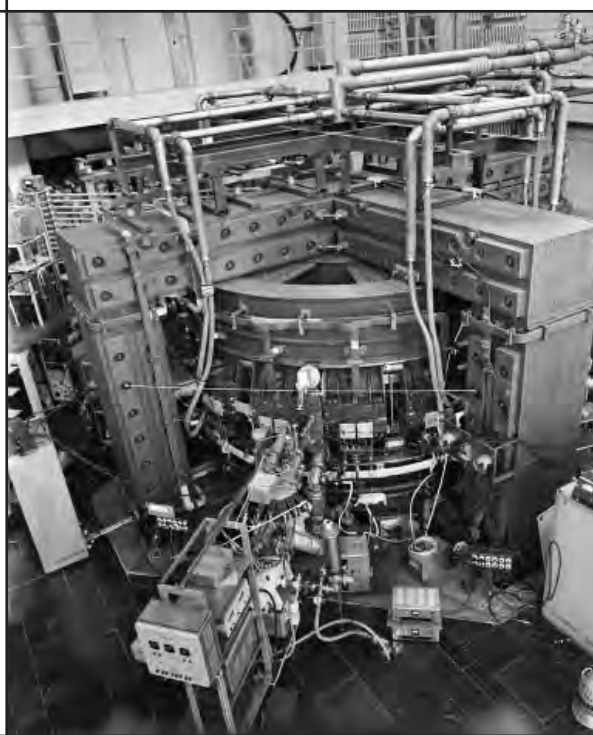
Большой заслугой советской программы УТС было создание теоретической школы физики горячей плазмы, во главе которой стоял М.А. Леонтович. Представители этой школы – Б.Б. Кадомцев, В.Д. Шафранов, Е.П. Велихов, А.И. Морозов, Л.И. Рудаков и многие другие – внесли фундаментальный вклад в создание современной теоретической физики плазмы. Б.Б. Кадомцев после смерти Л.А. Арцимовича возглавил ведущую в нашей стране термоядерную лабораторию ИЭА имени И.В. Курчатова, а на Е.П. Велихова было возложено научное руководство исследованиями по УТС в СССР (1973 г.).

Развитие теории магнитного удержания плазмы шло небывало быстрыми темпами. Уже к концу 1950-х годов были сформулированы ее основные принципы, создана теория равновесия и устойчивости плазменного шнура с током в магнитное поле. Многие базовые теоре-

тические положения современного УТС ассоциируются во всем мире с именами их авторов – теоретиков школы М.А. Леонтовича.

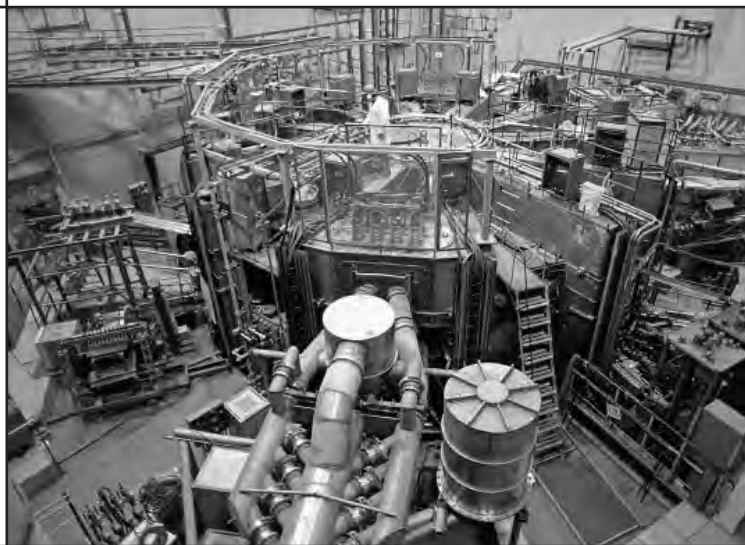
К 1968 году при омическом нагреве плазмы на токамаке Т-3А температуры электронов и ионов достигли 20 и 4 млн градусов соответственно – результат, в несколько раз превосходивший мировой уровень. Рекордные параметры плазмы были подтверждены зарубежными коллегами в совместном эксперименте. С этого времени токамак стал основным объектом в мире в исследованиях по УТС с магнитным удержанием, а лидирующие позиции советской школы физики термоядерной плазмы получили всеобщее признание.

СССР и Россия долгое время не имели соперников в разработке новых конструкций токамаков. Большинство крупных термоядерных



Токамак Т-10

установок проектировали и изготавливали в НИИЭФА им. Д.В. Ефремова – уникальном институте, опыт которого способствовал прогрессу в термоядерных исследованиях. В 1975 году на площадке ИАЭ имени И.В. Курчатова была сдана в эксплуатацию крупная термоядерная установка Т-10. Результаты уже первых экспериментов подтвердили теоретические предсказания для параметров плазмы, что позволило приступить к проектированию токамаков следующего поколения. В 1979 году в институте был создан первый в мире токамак Т-7 со сверхпроводящими обмотками на основе ниобий-титанового сплава. Спустя 9 лет, в 1988 году, вошел в строй сверхпроводящий токамак Т-15, крупнейший в стране. Исследования, которые проводились на этих установках в России, а также работы по управляемому термоядерному синтезу, успешно проводившиеся на установках США, Японии и Европы, подготовили почву для следующего шага – разработки экспериментального термоядерного реактора ИТЭР силами объединенной группы ученых из России, США, Европейского сообщества и Японии.



Токамак Т-15



Е.П. Велихов и Р. Хёрш подписывают договор
о сотрудничестве в области термоядерной энергии. 1973 год

Ядерная физика в институте была нацелена главным образом на изучение цепной реакции деления, но в дальнейшем спектр работ существенно расширился. Помимо физики деления, предметом изучения стали ядерные реакции, ядерная спектроскопия, нейтронная спектроскопия, слабые взаимодействия и физика элементарных частиц.

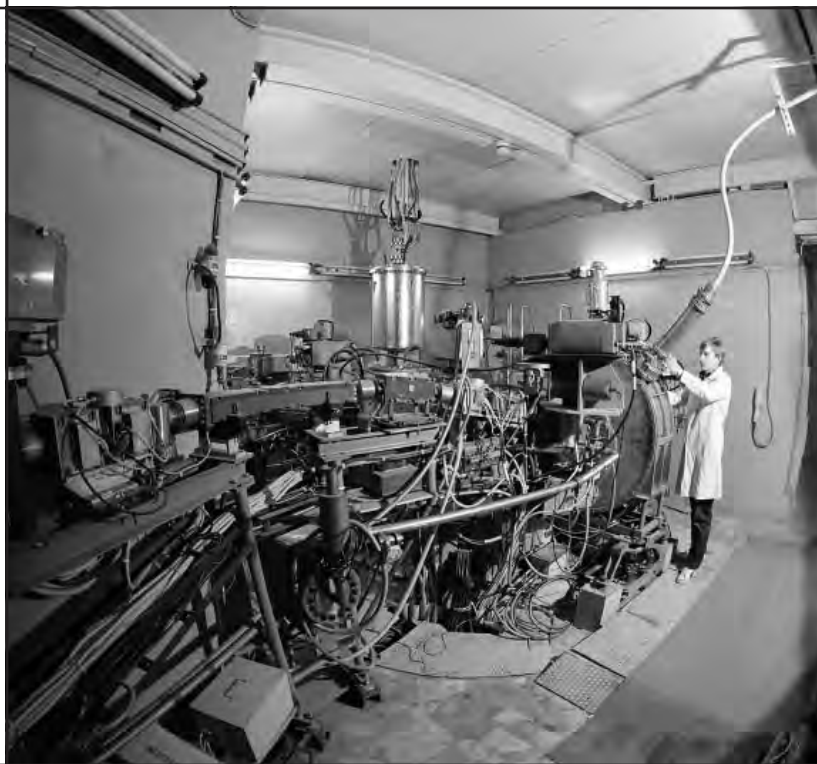
Задачи ядерной энергетики потребовали развития исследований по физике твердого тела. Работы в этой области начались в 1960-х годах. Их характерная особенность – широкое использование ядерно-физических методов исследований – определило органическую связь работ по физике твердого тела и ядерной физике. Изучение твердого тела до сих пор занимает заметное место среди фундаментальных исследований института. Весомый вклад в развитие этого направления в разные годы внесли Б.В. Курчатов, Л.В. Грошев, В.И. Мостовой, С.Т. Беляев, И.И. Гуревич, В.М. Галицкий, Ю.М. Каган, В.К. Войтовецкий и многие другие. Исследования велись на циклотроне, нескольких электростатических ускорителях и исследовательском реакторе ИРТ-М.

Учеными ИАЭ имени И.В. Курчатова были достигнуты результаты мирового уровня. Важная информация о структуре средних ядер была получена в результате многолетних исследований спектров гамма-лучей возбужденных ядер, образующихся в реакциях (n, γ) на тепловых нейтронах реактора ИРТ-М. Эти исследования были начаты в 1953 году под руководством Л.В. Грошева. Чрезвычайно интересными были проводимые под руководством П.Е. Спивака экспериментальные исследования бета-распада нейтрона, в которых изучались константы слабого взаимодействия, проблема несохранения четности. В 1958 году группа сотрудников, возглавляемая Б.Н. Самойловым, исследуя поляризацию атомных ядер, открыла новый физический эффект – возникновение сильных магнитных полей на ядрах немагнитных элементов, введенных в ферромагнетики. Это явление использовалось как новый способ поляризации атомных ядер. В 1974 году под руководством А.А. Оглоблина впервые в мире был получен пучок ускоренных ионов бериллия.



Циклотрон

1970-е годы характеризуются дальнейшим наращиванием возможностей экспериментальной базы института. В начале десятилетия был введен в действие сильноточный линейный ускоритель электронов «Факел». Еще раньше (1964 г.) был сооружен многопетлевой специализированный материаловедческий реактор МР, заменивший реактор РФТ. Проектная мощность МР составляла 20 МВт, затем в три этапа, начиная с 1967 года, проводилась его реконструкция, в результате чего мощность была доведена до 40 МВт, а число петель – до 26. На базе реактора ИРТ в 1981 году был сооружен исследовательский реактор ИР-8 с существенно более высокими нейтронно-физическими характеристиками.



Ускоритель «Факел»



Исследовательский реактор ИР-8

Фундаментальные исследования – традиционное направление работ в Курчатовском институте. Со дня возникновения института они ведутся в самых разных областях: ядерная физика, физика твердого тела, включая сверхпроводники, материаловедение, физика плазмы, физическая химия и другие. Многие получили всемирное признание. Это прежде всего работы, связанные с поиском кварк-глюонной плазмы – нового состояния ядерного вещества, изучением новых экзотических ядер, уникальных ядерных структур и новых видов распада, исследования по нейтринной физике и широкий спектр работ в области физики конденсированного состояния вещества.

Большой интерес к одному из необычных физических явлений – сверхпроводимости – и необходимость удовлетворения потребностей атомной науки и техники в сильных магнитных полях для ускорителей, термоядерных установок и просто исследовательских приборов привели к интенсивному развитию в институте исследований по сверхпроводимости.

мости. Существенный вклад в изучение механизмов сверхпроводимости внесли теоретики института. Исключительно интересные результаты были получены в теоретических и экспериментальных исследованиях сверхпроводимости чистых металлов, металлов с примесями, сплавов, многослойных пленочных структур типа металл-диэлектрик.

Важнейшей составной частью этих исследований были работы по технической сверхпроводимости. К концу 1960-х годов институт на государственном уровне был определен научным руководителем проблемы использования сверхпроводимости в атомной науке и технике и в некоторых других областях. Руководителем этих работ в институте был назначен Н.А. Черноплеков. Работа проводилась в тесном творческом сотрудничестве с ведущими технологическими, конструкторскими организациями и промышленными предприятиями страны. К середине 1970-х годов были найдены и реализованы в конкретных конструкциях технических сверхпроводящих материалов принципы стабилизации сверхпроводящего состояния и организовано промышленное производство проводов, кабелей и шин на основе сплава Nb–Ti и интерметаллического соединения Nb₃Sn. Это было одно из крупнейших в мире производств.

Особое место в этих работах занимала проблема сверхпроводящих магнитов с принудительным охлаждением жидким гелием, открывающая возможности создания крупных магнитов со сложной конфигурацией магнитного поля, предназначенных, в частности, для термоядерных реакторов будущего. Сверхпроводящие магниты, созданные в Курчатовском институте, широко применялись в лабораториях самого института, в других научных организациях страны и за рубежом.

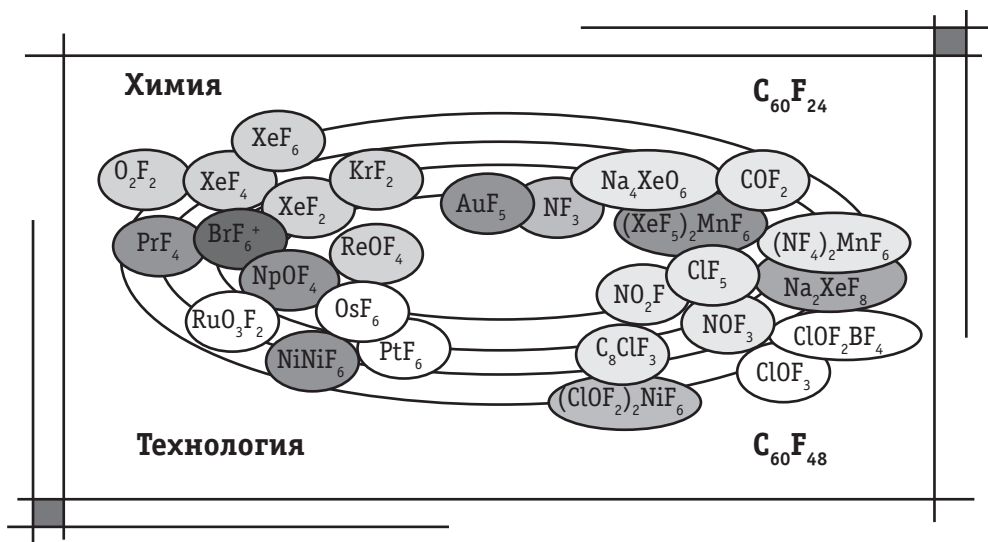
Крупным достижением стало создание в кооперации со специалистами НИИЭФА им. Д.В. Ефремова комбинированной магнитной системы КС-250, на которой в конце 1973 года впервые в мире получено стационарное магнитное поле напряженностью 250 КЭ. Это достижение открыло широкие возможности для исследования магнитных, электрических и теплофизических свойств вещества в экстремальных условиях сверхсильного поля. В начале 1970-х годов институт располагал лучшей в СССР криогенной базой, обеспечивающей проведение исследований и испытаний при температурах жидкого гелия.

Продолжала демонстрировать свои успехи школа И.К. Кикоина, сложившаяся в ходе решения проблемы разделения изотопов урана. Совершенствовалась газодиффузионная технология, изучались другие методы разделения изотопов урана, прежде всего метод газовых центрифуг, или центробежный метод, который должен был дать существенное снижение энергоемкости процесса разделения изотопов урана. Совместная работа ученых Института атомной энергии, Центрального конструкторского бюро машиностроения и Уральского электрохимического комбината завершилась пуском в 1957 году первого опытного завода, что позволило разделительной промышленности Российской Федерации перейти на газовые центрифуги. Эта замена привела к радикальному сокращению потребления электроэнергии разделительными заводами (в 20–30 раз).

Центробежная техника открыла возможность масштабного разделения стабильных изотопов. С ее использованием ныне разделяются изотопы десятков химических элементов Периодической таблицы Д.И. Менделеева. Применение выделяемых изотопов приобрело не только научное, но и медицинское значение. Имеющаяся в Курчатовском институте опытно-промышленная база позволяет осуществлять весь комплекс работ по производству нуклидов медицинского назначения.

Развитие технологий разделения изотопов урана было невозможно без детального исследования физико-химических свойств и разработки технологий производства и применения в разделительных каскадах гексафторида урана. Эти работы были успешно выполнены под научным руководством и при непосредственном участии Института атомной энергии в середине 1950-х годов. В дальнейшем на их основе была развита технология газофторидной регенерации облученного ядерного топлива, которая в настоящее время рассматривается как наиболее перспективная, особенно применительно к топливному циклу реакторов на быстрых нейтронах.

Накопленный в ходе прикладных разработок в 1964–1984 годах опыт позволил получить целый ряд фундаментальных результатов в области неорганической химии фтора, наиболее яркие из которых – это синтез и изучение физико-химических свойств соединений благородных газов, реализация высших валентных состояний целого ряда элементов. Эти работы существенно изменили представление о природе



Простые и комплексные фторсодержащие соединения
в высших степенях окисления элементов

химической связи и послужили основой развития уникальных технологий, в частности, технологий на основе использования атомарного фтора. Выполненные проекты отмечены двумя Ленинскими и тремя Государственными премиями СССР.

Уже в начале 1970-х годов ученые осознавали реальность катастрофы, связанной с истощением мировых энергетических ресурсов (нефти и газа), и необходимость широкого использования водорода, по сути, единственного экологически чистого энергоносителя. В эти годы в институте происходит формирование нового направления – атомно-водородная энергетика и плазменные технологии. Специалисты ИАЭ решали широкий круг вопросов, связанных с созданием плазмохимических и электрохимических методов получения водорода, водородной безопасностью ядерно-энергетических установок, вели исследования плазмохимических процессов в низкотемпературной плазме, плазменных методов нанесения покрытий на различные поверхности, модификации полимерных мембран. Эти исследования носили комплексный характер, так что конкретные работы одновременно затрагивали проблемы нескольких научных направлений.

Институт атомной энергии имени И.В. Курчатова был пионером в создании новых технологий в области микроэлектроники. Именно здесь в конце 1960-х – начале 1970-х годов были получены результаты мирового значения в области микроэлектронной технологии: ионная имплантация, сверхвысокоочищенные вещества, литография, плазменная химия, тонкие пленки. Сохранение высокого научного потенциала в этой области стало базой для создания в ИАЭ имени И.В. Курчатова Института микротехнологий.

Разработанная технология изготовления интегральных схем включает всю последовательность технологических операций – от подготовки исходных кремниевых пластин до выходного контроля схемы, смонтированной в предназначенном для нее корпусе. Производственные мощности дают возможность изготавливать большую номенклатуру изделий.

Перспективным направлением в области микроэлектроники является создание технологических процессов изготовления элементов интегральных схем в нанометровом диапазоне. Эти процессы основаны на использовании лазерных, электронных и ионных пучков.

В 1981 году Институт был награжден орденом Октябрьской Революции.



Первый секретарь московского горкома КПСС Б.Н. Ельцин
в экспериментальном зале токамака Т-10. 1987 год

Конец 1980-х – начало 1990-х годов были весьма непростыми для института. Под влиянием стремительно меняющихся в стране социально-политических условий в институте серьезно пересматривались тематика, структура, актуальность тех или иных задач. Руководство предпринимало усилия, чтобы перейти на адекватную внешним условиям систему финансирования научных проектов и исследований и сохранить уникальную экспериментальную базу и кадровый потенциал. В конце 1991 года Указом Президента РФ Институт атомной энергии имени И.В. Курчатова был преобразован в Российский научный центр «Курчатовский институт».

В 1990-е годы президент Российского научного центра «Курчатовский институт» Е.П. Велихов выступил с идеей конверсии российского оборонного судостроения и предложил руководителям предприятий подводного кораблестроения и нефтегазовой промышленности приступить к совместному освоению морских месторождений нефти и газа на арктическом шельфе. На верфях уникального кораблестроительного завода «Севмаш», где был накоплен большой потенциал высоких технологий атомного судостроения, приступили к сооружению морской ледостойкой стационарной платформы для освоения Приразломного нефтяного месторождения. Это помогло оборонному предприятию, с одной стороны, пережить кризисные годы, сохранив кадровый потенциал и уникальную производственную базу, с другой – положило начало отечественной промышленности морской добычи углеводородов в Арктике.

По инициативе Е.П. Велихова важной сферой деятельности Курчатовского института в 1990-е годы стали информационные технологии. Сегодня Курчатовский институт является одним из базовых учреждений развития технологий ГРИД и ГЛОРИАД. ГРИД – это географически распределенная инфраструктура, объединяющая множество ресурсов разных типов (процессоры, долговременная и оперативная память, хранилища и базы данных, сети), доступ к которым пользователь может получить из любой точки независимо от места их расположения. ГЛОРИАД – новый сегмент всемирной сети, предназначенный для передачи огромных массивов научной информации. Помимо общего развития этих технологий, особое внимание уделяется масштабному использованию информационных технологий для атомной энергетики.



Председатель Правительства РФ В.В. Путин на открытии специализированного Курчатковского источника синхротронного излучения. 1999 год

В 1999 году по инициативе руководителей Российского научного центра «Курчатowski институт» академиков Е.П. Велихова и А.Ю. Румянцева было принято решение организовать Курчатowski центр синхротронных исследований (КЦСИ). Его директором-организатором был назначен М.В. Ковальчук. С этого времени началась активная работа по обеспечению регулярной работы источника, улучшению его технических параметров, монтажу и запуску экспериментальных станций, проведению первых экспериментов, формированию системы коллективного пользования.

Коллективу КЦСИ удалось успешно завершить масштабный научно-технический проект по разработке и созданию комплекса уникального научно-исследовательского оборудования – экспериментальных станций на пучках первого в России специализированного источника синхротронного излучения (СИ). Реализация этого проекта – серьезный вклад в развитие экспериментальной и технологической базы России для проведения исследований в области

фундаментальных наук, материаловедения, нанобиотехнологий, молекулярной биологии, медицины. Источник СИ является междисциплинарной мегаустановкой коллективного пользования.

В XX веке Курчатовский институт сыграл ключевую роль в обеспечении безопасности страны и развитии важнейших стратегических направлений, включая разработку и создание ядерного оружия, атомного подводного и надводного флотов, атомной энергетики страны, а также в решении целого ряда наиболее актуальных научных проблем современности. Курчатовский институт со дня основания выстраивает цепочку от фундаментальных исследований до конечных технологий и изделий, широко использует междисциплинарные подходы к решению научных проблем.

К началу третьего тысячелетия Курчатowski институт сформировался как многопрофильный научный центр. Помимо атомной энергетики – традиционного приоритетного направления института – активное развитие получили нанотехнологии и наноматериалы, термоядерный синтез, фундаментальные исследования, информационные технологии и системы, технологии и разработки двойного назначения, нераспространение ядерных материалов и защита ядерно опасных объектов, биомедицинские технологии и ядерная медицина. В 2007 г. в Президентской инициативе «Стратегия развития nanoиндустрии» Курчатowski институт обозначен как научный координатор деятельности в области нанотехнологий, наносистем и наноматериалов.



Визит Президента РФ В.В. Путина в Курчатowski институт.
2007 год

Для максимальной концентрации научного потенциала крупнейших ядерно-физических центров страны **Указом Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. N 603 создан Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»** с уникальной исследовательско-технологической и кадровой базой. В 2011 году под его эгидой объединились четыре ведущих ядерно-физических института России: собственно Курчатовский институт, Институт теоретической и экспериментальной физики, Институт физики высоких энергий и Петербургский институт ядерной физики имени Б.П. Константинова.

3 февраля 2016 г. подписано распоряжение Правительства РФ о присоединении к НИЦ «Курчатовский институт» Центрального научно-исследовательского института конструкционных материалов «Прометей» им. И.В. Горынина и Государственного научно-исследовательского института химических реактивов и особо чистых химических веществ.

Основные задачи НИЦ «Курчатовский институт»:

- создание междисциплинарного научного задела, обеспечивающего прорыв по приоритетным направлениям научно-технологического развития страны;
- технологическое освоение созданного научного задела и вовлечение в хозяйственный оборот результатов интеллектуальной деятельности;
- модернизация, эксплуатация и создание принципиально новых национальных мегаустановок мирового класса;
- развитие кадрового потенциала организаций-участников;
- развитие в интересах модернизации экономики Российской Федерации международного научного сотрудничества.

Сегодня в объединенном Национальном исследовательском центре сконцентрирован колоссальный научный, технологический и кадровый потенциал, уникальный комплекс исследовательско-технологических установок. Это, в первую очередь, ускорители частиц, исследовательские нейтронные реакторы, критические стенды, плазменные установки (в частности, токамаки), комплексы материаловедческих «горячих» камер, нано- и биотехнологий, ядерной медицины, нейрона-



ук и когнитивных исследований, мощный центр обработки данных на базе Курчатовского суперкомпьютера. Все это позволяет развернуть работы практически по всем направлениям современной науки: от энергетики и физики элементарных частиц до конвергентных НБИКС-наук и технологий.

В настоящее время основные направления деятельности НИЦ «Курчатовский институт» включают:

- развитие технологий для создания атомной энергетики нового поколения;
- фундаментальные и прикладные исследования в области физики плазмы и токамаков;
- исследования с использованием источников синхротронного излучения, нейтронов, протонов;
- междисциплинарные исследования в области нано-, био-, информационных, когнитивных, социогуманитарных наук и технологий (НБИКС).

Также в Курчатовском институте продолжают успешно развиваться фундаментальные и прикладные исследования с использованием тяжелых ионов, информационно-коммуникационные технологии и системы, ядерная медицина, осуществляется координация международных научных мегапроектов, ведется междисциплинарная подготовка кадров.

В последние годы под руководством М.В. Ковальчука в Курчатовском институте активно развивается научное направление, связанное с конвергенцией нано-, био-, инфо-, когнитивных, социогуманитарных (НБИКС) наук и технологий. Основная цель НБИКС-конвергенции – соединение высших технологических достижений, как, например, микроэлектроника, с принципами живой природы и создание на их основе гибридных материалов и антропоморфных систем бионического типа. Для реализации этого направления в 2009 году в институте создан уникальный Курчатовский НБИКС-центр с развитой инфраструктурой и современным оборудованием для междисциплинарных исследований, ядром которого стал специализированный источник синхротронного излучения, значительно модернизированный за последние годы.

Сложные технологии, оборудование требуют специалистов принципиально нового класса, подготовленных на конвергентной основе. В 2009 году в Московском физико-техническом институте создан профильный факультет нано-, био-, информационных, когнитивных технологий (ФНБИК), не имеющий на сегодняшний день мировых аналогов. Подготовка кадров, основанная на принципе междисциплинарности, осуществляется также на физическом факультете СПбГУ, деканом которого является М.В. Ковальчук, в Институте ядерных, нано- и биотехнологий МИФИ. На базе НИЦ «Курчатовский институт» создана образовательная инфраструктура, включающая в себя 4 школы, 14 базовых кафедр и 3 факультета, аспирантуру по 16 специальностям, 5 диссертационных советов.

В настоящее время НИЦ «Курчатовский институт» участвует и осуществляет научное руководство от имени Правительства Российской Федерации в реализации профильных международных

проектов: *Международный термоядерный реактор (ITER), Европейский рентгеновский лазер на свободных электронах (XFEL), Большой адронный коллайдер в ЦЕРН (CERN), Европейский центр синхротронного излучения (ESRF), Европейский центр по исследованию ионов и антипротонов ФАИР (FAIR).*

Курчатовский институт XXI века – один из ведущих научных центров мира, крупнейшая в стране междисциплинарная лаборатория.



Специализированный Курчатовский источник синхротронного излучения «КИСИ-Курчатов»