

4. Разработка и создание специализированных генераторов СИ.

4.1 Сверхпроводящие вигглеры.

В 2006-2007 годах активно продолжались контрактные работы по разработке и изготовлению различных сверхпроводящих криогенно-магнитных систем для генерации СИ.

1. К началу 2006 года была завершена сборка в собственном криостате 49-полюсного сверхпроводящего вигглера для накопителя Diamond Light Source (DLS), с периодом 60 мм, магнитным полем 3.7 Тл и межполюсным зазором 16 мм. В течение 2006 года вигглер был доставлен на территорию накопителя DLS, собран и запущен на накопительном кольце.

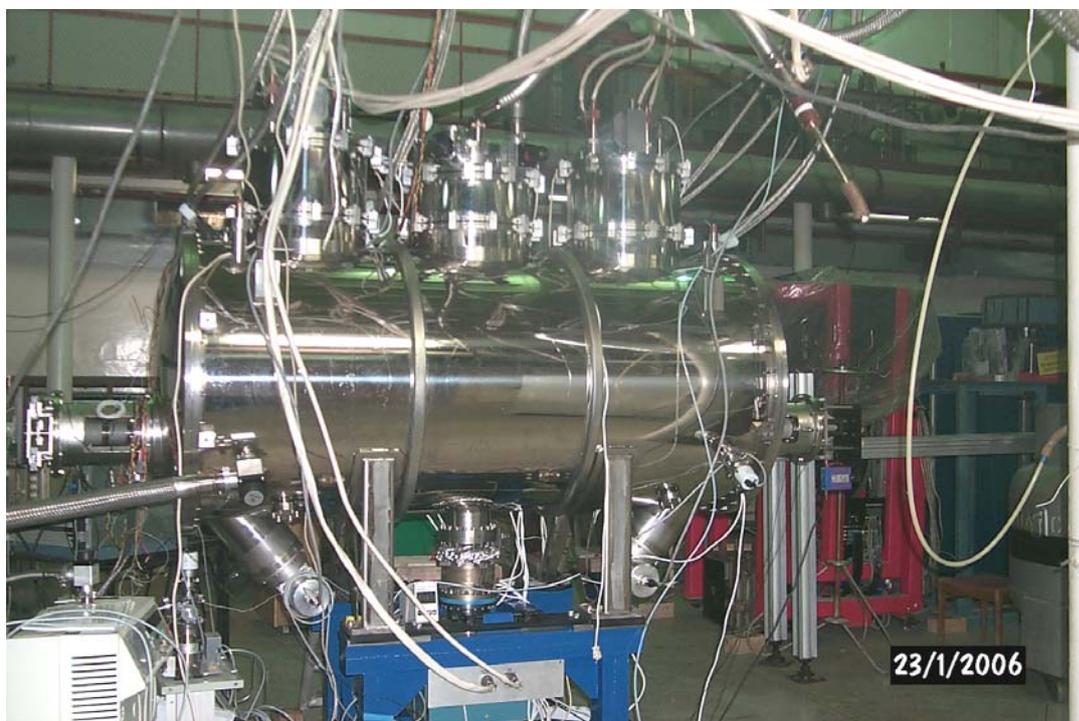


Рис. 34. Испытания 49-полюсного вигглера с полем 3.7 Тл для накопителя Diamond.

2. В декабре 2006 был испытан 21-полюсный сверхпроводящий вигглер с максимальным магнитным полем 7.7 Т и периодом 164 мм, изготовленный по контракту с РНЦ «Курчатовский институт» (г. Москва) для источника синхротронного излучения «Сибирь-2». Весной 2007 года была проведена сборка вигглера и полный цикл испытаний на территории РНЦ «Курчатовский институт».

Данный вигглер является самым мощным в мире среди устройств такого рода. В рабочем режиме накопителя «Сибирь-2» мощность пучка синхротронного излучения из вигглера будет превышать 100 кВт. Расход жидкого гелия близок к нулевому и заправка криостата жидким гелием требуется не чаще, чем один раз в год. В декабре 2007 вигглер был установлен на накопитель «Сибирь-2».



Рис. 35. 21-полюсный сверхпроводящий вигглер с полем 7.7 Т для источника СИ «Сибирь-2» в процессе сборки.



Рис. 36. Монтаж 21-полюсного сверхпроводящего вигглера с полем 7.7 Тесла и периодом 164 мм на накопителе «Сибирь-2» (РНИЦ «Курчатовский институт», Москва).

3. В августе 2007 года было закончено изготовление 27-полюсного сверхпроводящего вигглера по контракту с Canadian Light Source (CLS, Канада) с периодом 48 мм, магнитным полем 4.3 Тл и межполюсным зазором 14 мм. В октябре 2007 года вигглер был доставлен на территорию накопителя CLS, собран и запущен на накопительном кольце. Данный вигглер будет использоваться для биомедицинских исследований. Это уже второй многополюсный

вигглер, поставленный ИЯФ СО РАН на Canadian Light Source . Оба этих вигглера имеют расход жидкого гелия, близкий к нулевому.



Рис. 37. 27-полюсный сверхпроводящий вигглер для биомедицинских исследований с полем 4.3 Тл и периодом 48 мм на накопителе Canadian Light Source (CLS, Канада).

4. В 2007 году началась работа сразу по трем новым контрактам по изготовлению сверхпроводящих вигглеров.

В ноябре 2007 был изготовлен и успешно испытан прототип 35-полюсного вигглера с полем 4.1 Тл, магнитным зазором 16.2 мм и периодом 60 мм для накопителя LNLS (Бразилия).

В декабре 2007 было произведено испытание короткого прототипа 123 – полюсного вигглера с величиной магнитного поля 2.1 Тл, магнитным зазором 13.4 мм и периодом 31 мм для накопителя ALBA-CELLS (Испания). При испытании были достигнуты требуемые параметры.

В декабре 2007 начато изготовление прототипа еще одного многополюсного вигглера для накопителя Diamond Light Source (DLS, Англия). Это 49-полюсный магнит с межполюсным зазором 14.4 мм и величиной периода 48 мм. Ожидаемая величина магнитного поля составляет 4.1 Тесла. Это будет уже второй многополюсный вигглер, установленный на накопителе DLS.

Все эти три сверхпроводящих вигглера будут изготовлены и установлены на соответствующих накопителях – источниках СИ в 2008 году.

4.2. Синхротрон-инжектор для Duke University

В 2006 году завершено сооружение 1.2 ГэВ синхротрона-инжектора для Duke University (США). За пять лет (2002-2006) в ИЯФ были спроектированы и изготовлены все системы синхротрона: магнитная система, вакуумная камера, системы впуска-выпуска, ВЧ-система.



Рис. 38. Процесс монтажа синхротрона-инжектора для Duke University.

4.3. Магнитная система для метрологического источника света (MLS).

В 2006 году были завершены контрактные работы по созданию магнитной системы накопительного кольца для метрологического источника света (MLS), строящегося в Берлине на базе Института метрологии (Германия). Комплекс MLS состоит из накопительного кольца с периметром 48 м и энергией электронов до 600 МэВ, и микротрона на энергию 100 МэВ. Для магнитной системы накопительного кольца было изготовлено 8 дипольных магнитов с параллельными краями (угол поворота 45°), 24 квадрупольа, 24 секступольа, 4 октупольа. Сердечники магнитов шихтованные (толщина листа 0.5 мм), клееные для мультипольных магнитов и комбинированные клеено-сварные для дипольных магнитов. Высокая точность изготовления (± 20 мкм для полюсной области) обеспечивалась высокоточной штамповкой пластин сердечников и сборкой сердечников в специальных стапелях. Магнитные измерения, проводившиеся системой датчиков Холла для дипольных магнитов и радиальной вращающейся катушкой для мультипольных магнитов, подтвердили высокое качество магнитных полей. Магнитные элементы были доставлены заказчику и установлены на накопительном кольце (Рис.39). Была выполнена установка вакуумной камеры и юстировка магнитной системы накопительного кольца.

Кроме этого, был сконструирован, изготовлен и смонтирован на MLS электронно-оптический канал между микротроном и кольцом накопителя. Магнитная система канала состоит из 10 квадрупольных магнитов, 8 корректоров и дипольного магнита.

В октябре 2007 года MLS вышел на рабочий режим (600 МэВ, 100 мА); начат монтаж оборудования станций и их наладка. Начало полномасштабных работ на пучках СИ из метрологического источника света MLS запланировано на первую половину 2008 года.



Рис.39. Монтаж накопительного кольца MLS.

4.4. Вигглеры-затухатели на постоянных магнитах для Petra-III (Гамбург)

В 2006 г. были проведены магнитные расчёты и изготовлены чертежи вигглера-затухателя на постоянных магнитах для ускорителя-источника СИ PETRA-3 (DESY, Германия). Период $\lambda = 200$ мм, зазор $h = 24$ мм, длина $L = 4000$ мм, максимальное поле $B = 1.6$ Тл. К концу 2007 г. было завершено изготовление 21 вигглера. Последние из них после магнитных измерений будут доставлены заказчику в начале 2008 года.



Рис. 40. Первые изготовленные вигглеры-затухатели на постоянных магнитах для Petra-III на стенде магнитных измерений.

4.5. Технологический накопительный комплекс (ТНК “Зеленоград”).

В 2007 году продолжались работы по монтажу и запуску комплекса накопителей - источников СИ ТНК для научно-производственного центра микроэлектроники и микромеханики (г. Зеленоград). После завершения работ ТНК “Зеленоград” станет третьим российским центром СИ.

ТНК был спроектирован и изготовлен в ИЯФ СО РАН в период с 1986 по 1992 год. Его основное назначение – производство изделий микроэлектроники и микромеханики методами рентгеновской литографии и LIGA-технологии. Параметры комплекса: энергия электронов – 2.0 ГэВ, ток - 300 мА, периметр большого накопителя – 115,7 м. В 1993-2001 годы финансирование проекта было приостановлено, и только в 2002 году начата поэтапная сборка и запуск всех систем ТНК. К началу 2006 года уже был получен захват электронного пучка в бустерном кольце (малом накопителе).

8 февраля 2007 г. было подписано распоряжение Правительства РФ №146-Р «О создании Центра высоких технологий на базе инженерно-производственного комплекса с синхротроном “Зеленоград”» (новое название ТНК) и началось полномасштабное финансирование проекта.

С этого же времени были начаты работы по модернизации всего оборудования комплекса ТНК, так как разработанные 15-20 лет назад системы, и прежде всего электроника, к 2007 году морально устарели. В 2007 году Институтом ядерной физики СО РАН была проведена полная замена электроники системы питания постоянных магнитов малого накопителя (МН) и электронно-оптических каналов, системы питания коррекций и ВЧ-системы МН. Спроектирована, изготовлена и запущена первая очередь системы управления нового поколения на современных решениях, компьютерах и компонентах. Запущено более 500 каналов управления и контроля.

Изготовлены новые элементы и электроника системы диагностики пучка в электронно-оптическом канале ЭОК-2, элементы магнитной системы и проведена работа по сборке вакуумной камеры и выставке всех магнитных элементов канала в проектное положение. Разработана, изготовлена и смонтирована система термостабилизации ускоряющей структуры линейного ускорителя и система термоконтроля всего инжекционного комплекса.

После завершения модернизации всех систем и отладки программного обеспечения, был получен захват электронов из линейного ускорителя в малый накопитель, а в конце 2007 года захваченный пучок в МН был ускорен до проектного значения энергии 450 МэВ.

В этом же году начаты работы по ревизии и модернизации всех элементов магнитной системы большого накопителя (БН), хранившихся в ИЯФ с 1992 г. Были проведены магнитные измерения дипольных магнитов БН и необходимая доработка магнитопроводов. Дипольные магниты уже установлены на кольцо, а остальные магнитные элементы находятся в процессе модернизации. Начаты работы по модернизации ВЧ резонаторов и системы анодного питания, перевод ВЧ генераторов на новые генераторные лампы. К началу 2008 года планируется провести полную конструкторскую проработку новой вакуумной камеры БН.

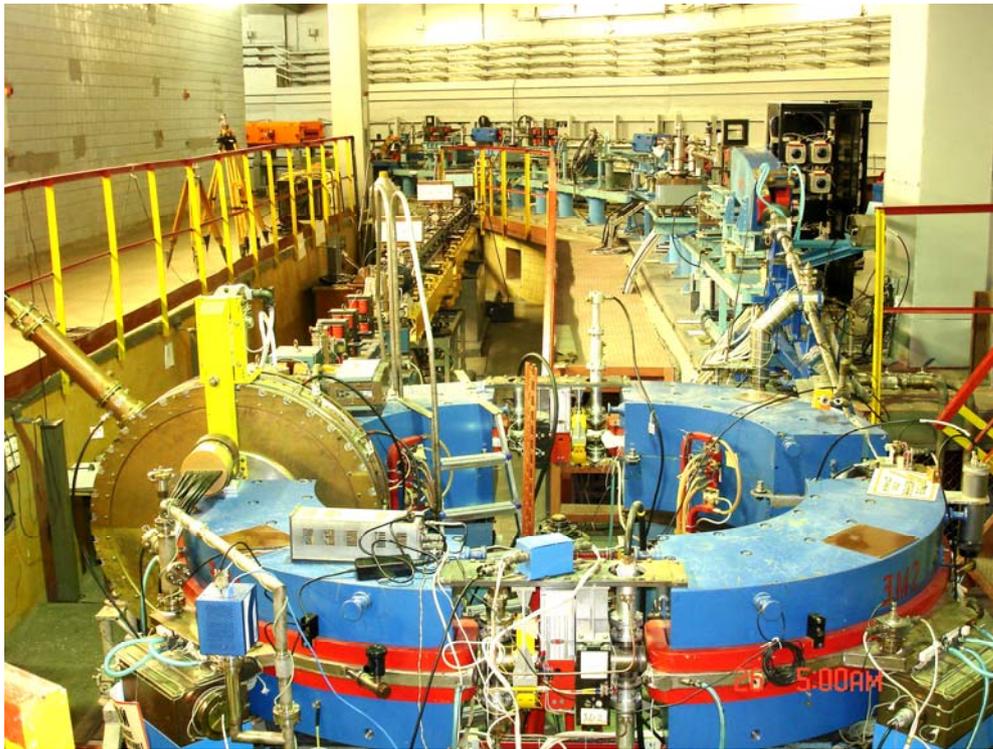


Рис. 41. Общий вид смонтированной части комплекса ТНК. На снимке: линейный ускоритель и электронно-оптический канал ЭОК-1 (слева), малый накопитель на переднем плане и электронно-оптический канал ЭОК-2 (справа наверх, к основному кольцу).



Рис. 42. Участники работ по запуску и выведению на проектные параметры инжекционного комплекса ТНК (75 МэВ линейный ускоритель, электронно-оптический канал ЭОК-1, малый накопитель).

4.6. Проект компактного накопителя-источника СИ для Сибирского центра синхротронного излучения.

Одной из главных проблем Сибирского центра синхротронного излучения является отсутствие специализированного источника СИ. В настоящее время основная работа ведется на каналах СИ из накопителя ВЭПП-3, но из-за сильной конкуренции между различными исследовательскими программами на накопительном комплексе ВЭПП-3/ВЭПП-4М на работы с использованием СИ выделяется малая часть рабочего времени, что сильно затрудняет планирование и реализацию долгосрочных исследовательских проектов. Следует также отметить, что, так как ВЭПП-3 не является специализированным источником СИ, качество источника по ряду важных параметров существенно уступает современным представлениям и требованиям, что тоже сильно ограничивает исследовательские возможности реализуемых рентгеновских методов.

До недавнего времени Сибирский центр СИ был единственным подобным центром в России, в нем сформировалось уникальное пользовательское сообщество, включающее большое количество членов, как из институтов Сибирского отделения РАН, так и из других научных центров России. В центре сформирована вся необходимая инфраструктура для организации эффективной работы большого числа сторонних пользователей. Можно сделать однозначный вывод, что создание специализированного источника СИ для Сибирского центра является актуальной и важной задачей.

В июле 2007 г. было принято решение об изменении основного направления работ по созданию специализированного накопителя - источника СИ для Сибирского центра СИ. Было решено отказаться от создания компактного источника (с периметром около 60 м) и заняться разработкой комплекса со стандартными размерами (периметр около 200 м). Основные доводы в пользу такого решения:

- помещение, в котором планировалось строить компактный накопитель, не является оптимальным для подобных проектов, как для размещения самого накопителя, так и для станций пользователей (в частности - невозможность реализации длинных каналов СИ, которые позволяют разместить необходимую рентгеновскую оптику, обеспечивающую возможность использования малоэмиттансного источника с максимальной эффективностью);
- технические трудности: сложно реализовать низкоэмиттансную схему в столь малом периметре без серьезных проблем с хроматизмом и динамической апертурой;
- неудовлетворительные характеристики СИ из компактного 1 ГэВ источника (недостаточная жесткость спектра даже для пучков из сверхпроводящих магнитов, большая угловая расходимость этих пучков, невозможность установки ондуляторов для исследований в области EUV-литографии).

Исходя из современных тенденций в проектировании подобных центров, а также для оптимального удовлетворения потребностей пользователей, были выбраны следующие основные параметры комплекса (Таблица 4.1).

Таблица 4.1. Основные параметры специализированного источника СИ.

Рабочая энергия	2.2 ГэВ (спектр СИ из теплых магнитов будет удовлетворять потребностям большинства методик, реализованных в Центре в настоящее время)
Периметр	Около 200 м
Количество элементов периодичности и, соответственно, количество сверхпроводящих магнитов в структуре	8 – 12
Эмиттанс	Около 4 нм
Ток	До 1 А (инжекция на полной энергии с возможностью подкачки тока)

В настоящее время идет активная работа над оптимизацией магнитной структуры для реализации данных параметров и составляется проект технического задания на проектирование здания.

Рассматриваются несколько схем организации магнитной структуры данного накопителя. Так как накопитель будет основой специализированного центра СИ, желательно предусмотреть возможность генерации СИ во всех востребованных спектральных диапазонах. Поэтому желательно иметь в магнитной структуре достаточное количество прямолинейных промежутков различной длины, чтобы устанавливать в них устройства для генерации СИ (вигглеры и ондуляторы) с параметрами, необходимыми для реализации различных исследовательских методов. Также планируется активно использовать поворотные магниты как источники СИ для большинства станций. Методы, для которых необходимо жесткое рентгеновское излучение, будут реализованы на каналах вывода СИ из сверхпроводящих магнитов, но большая часть станций может быть установлена на каналах СИ из теплых магнитов, где спектр СИ позволяет иметь достаточный поток квантов с энергией до 50 кэВ.

Наиболее подходящей схемой организации магнитной структуры предполагается модифицированная ТВА (Triple Bend Achromatic) схема с некоторым отходом от традиционного ахроматического режима (с ненулевой дисперсионной функцией в прямолинейных промежутках). Можно выделить следующие основные доводы в пользу данной схемы:

- ТВА схема позволяет сочетать использование магнитов двух разных типов в качестве центральных и краевых, что очень важно при использовании сверхпроводящих магнитов наряду с обычными;
- в ТВА схеме возможна реализация достаточно большого количества прямолинейных промежутков: в данном проекте предполагается использовать от 8 до 12 ТВА ячеек, поэтому возможно такое же количество прямолинейных секций;
- при отходе от требования "бездисперсионности" прямолинейных промежутков возможно дополнительное уменьшение равновесного эмиттанса кольца, таким образом, возможен гибкий баланс между величиной эмиттанса и значением дисперсионной функции в промежутках.

Структура одного суперпериода магнитной системы накопителя представлена на Рис. 43.

Общее расположение комплекса (основное кольцо, бустерный синхротрон, биозащита, каналы вывода СИ и пользовательские станции) представлены на Рис. 44.

В настоящий момент проведены работы по предварительному проектированию здания центра и изготовлен макет. Общий вид здания представлен на Рис. 45, а фотография макета на Рис. 46.

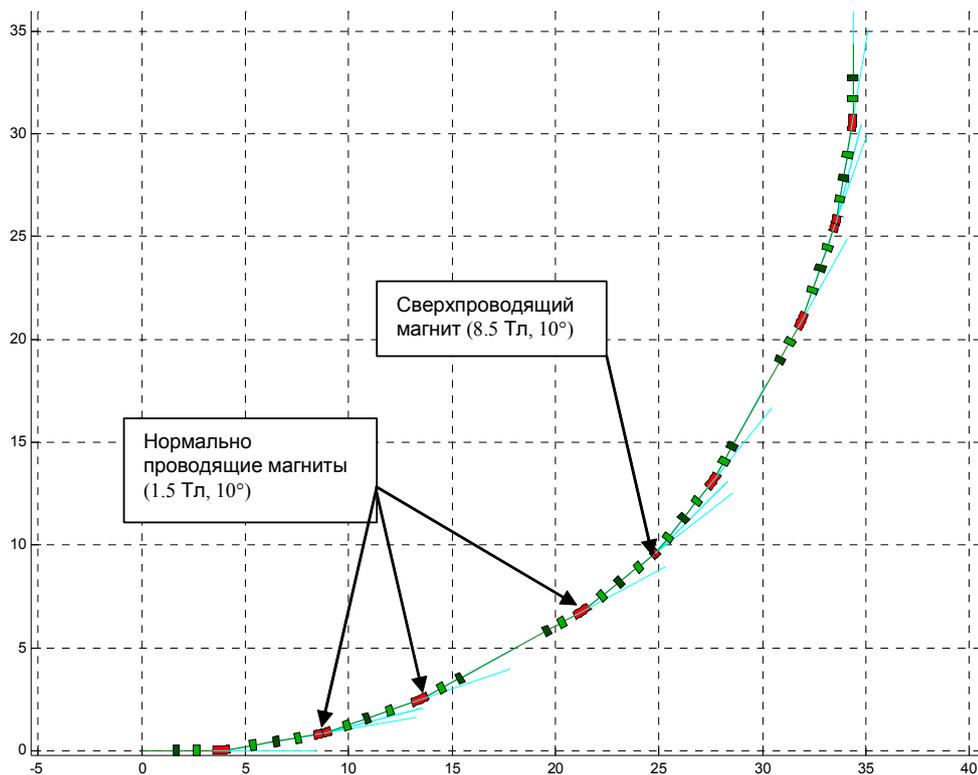


Рис. 43. Схема одного суперпериода магнитной структуры накопителя – источника СИ для Сибирского центра.

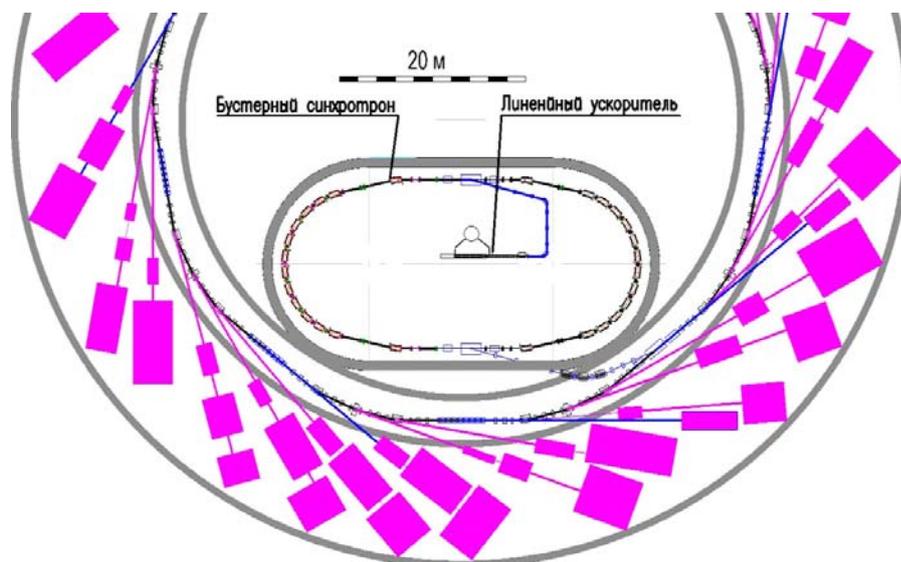


Рис. 44. Схема накопителя–источника СИ, инжекционного комплекса и экспериментальных станций.

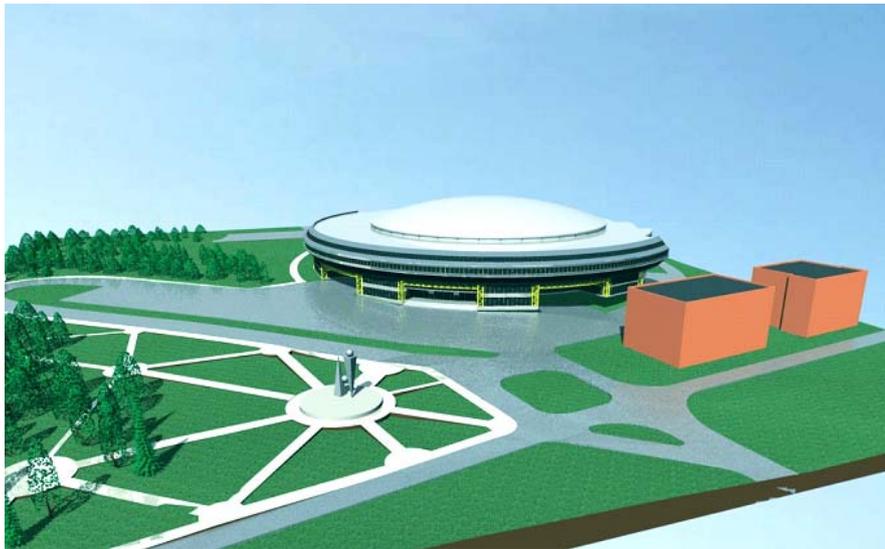


Рис. 45. Общий вид проектируемого здания центра СИ.



Рис. 46. Макет накопителя – источника СИ (здание, инжекционно-накопительный комплекс и экспериментальные станции).

Экспериментальные станции. Проектируемые параметры накопителя и параметры получаемых пучков СИ позволят реализовать большинство популярных исследовательских методик с использованием СИ:

- рентгенофлуоресцентный анализ;
- рентгеновский дифракционный анализ (включая элементы белковой кристаллографии);
- дифрактометрия с временным разрешением, включая субмикросекундную;
- EXAFS, XAFS, XANES-спектроскопия;
- дефектоскопия и рентгеновская томография (включая фазовый контраст).

Наличие тёплых магнитов в структуре накопителя и, соответственно, каналов вывода СИ в мягком рентгеновском диапазоне и в области вакуумного ультрафиолета также позволят реализовать множество исследовательских и технологических экспериментов:

- фотоэлектронная и Ожэ-спектроскопия;
- исследования в области рентгеновской литографии;
- LIGA-технология.
- Рентгеновская микроскопия и микротомография.
- Метрология.

- Использование ондулятора для генерации излучения в EUV диапазоне ($\lambda \sim 13.6$ нм) для EUV литографии.

5. Конференции, совещания, семинары, публикации.

5.1 Российско-британский семинар молодых ученых "Терагерцевое излучение: наука и технологии".

Со 2 по 5 февраля 2006 года в Институте ядерной физики СО РАН проведен российско-британский семинар молодых ученых "Терагерцевое излучение: наука и технологии". Семинар был организован представителями Лондонского королевского общества и московского отделения Британского Совета совместно с руководством ИЯФ СО РАН. Одним из основных требований при организации семинара было участие молодых ученых Британии и России с целью их взаимного знакомства, с тем, чтобы в дальнейшем они смогли бы реализовать какие-то совместные проекты. Другое условие организации семинара - совещание должно быть мало масштабным, чтобы его участники имели возможность активно общаться.

Координатором семинара с британской стороны был профессор Ливерпульского университета Питер Вейтман (Peter Weightman), ведущий сотрудник лаборатории в Дарсбери, где он отвечает за терагерцевую линию строительства большой установки, в чем-то похожей на новосибирский лазер на свободных электронах. Сейчас новосибирский ЛСЭ является одной из самых мощных в мире установок такого типа, и понятен интерес к ней ученых разных стран, в том числе и Великобритании. С российской стороны обязанности координатора выполнял доктор ф.-м. наук Б.А. Князев (ИЯФ СО РАН).

С британской стороны в работе семинара приняли участие тринадцать ученых, из которых пятеро были профессора, лекторы университетов, а восемь человек - студенты и аспиранты. Российских ученых было 16 человек, из которых пятеро - профессора и кандидаты наук, остальные участники совещания - магистранты и аспиранты.

В течение трех дней семинара с лекциями о наиболее актуальных современных проблемах выступили все приехавшие профессора. Молодые ученые выступили с докладами о своих работах. Весь семинар шел на английском языке – организаторы сознательно пошли на это с целью стимуляции к изучению иностранных языков для российских молодых ученых.

В процессе семинара наметилось желание британской стороны как к возможности проведения экспериментов с терагерцевым излучением на мощном новосибирском ЛСЭ (запуск собственного британского мощного источника терагерцевого излучения предполагается только в 2011 году), так и к привлечению российских молодых ученых к британской долговременной программе исследований в области терагерцевого излучения. Было начато обсуждение возможных совместных проектов.

5.2. XVI Международная конференция по использованию синхротронного излучения "СИ-2006".

С 10 по 14 июля в ИЯФ СО РАН прошла XVI Международная конференция по использованию синхротронного излучения "СИ-2006" (такие конференции проводятся с 1975 года с периодичностью один раз в два года). Конференция состоялась при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, РФФИ, а также МНТЦ. В конференции приняли участие более шестидесяти человек из различных городов России и ближнего зарубежья (Баку, Дубна, Зеленоград, Ижевск, Иркутск, Красноярск, Курск, Москва, Нижний Новгород, Омск, Пущино, Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург, Саратов, Саров, Томск, Харьков, Черногловка). Пятьдесят участников конференции представляли институты

Новосибирска и новосибирского Академгородка. Четырнадцать участников представляли организации из США (ANL, Cornell Univ.), Кореи (KAERI), Франции (SOLEIL, Talence, ESRF), Германии (Univ. of Technology, IMT/FZK, Inst. of Mineralogy), Канады (CLS). В конференции также участвовало около шестидесяти сотрудников ИЯФ. За четыре дня работы конференции было представлено 66 устных и 125 стендовых докладов.

Тематика конференции покрывала все вопросы, связанные с генерацией и использованием синхротронного и терагерцового излучения. Представление о научной тематике конференции может дать перечисление основных пленарных заседаний: "Статусы и научные программы российских и зарубежных центров СИ и ЛСЭ", "СИ и нанотехнологии", "Insertion Devices", "Спектроскопия на СИ", "Рентгеновская оптика", "Детекторы, аппаратура", "Исследование горения и взрывных процессов при помощи СИ", "Дифракция, рассеяние СИ", "Биомедицинские применения СИ", "Рентгенофлуоресцентный анализ на пучках СИ", "LIGA-технология", "ЛСЭ, источники терагерцового излучения и их применение". Большой интерес вызвали доклады по новым концепциям в создании источников СИ - перспективный план развития Сибирского центра СИ на базе нового специализированного источника СИ с использованием сверхпроводящих поворотных магнитов, а также концептуальный проект источника СИ 4-го поколения "MARS", основанного на многооборотном ускорителе-рекуператоре.

В связи с достаточно большим числом реализованных, действующих и планируемых проектов, связанных с СИ, это уже вторая конференция этой серии, которой уделяет пристальное внимание и финансово поддерживает Международный научно-технический центр (МНТЦ). В связи с этим на конференции было организовано параллельное заседание "Сессия МНТЦ", где обсуждались действующие и планируемые проекты российских институтов, связанные с поддержкой МНТЦ.

По традиции (ведущей начало с 1986 года) Труды конференции опубликованы отдельным томом в журнале "Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A (NIMA)". В дополнение часть представленных на конференции докладов опубликована на русском языке в российском журнале "Поверхность", как это было сделано и на предыдущей конференции.

"СИ-2006", по мнению ее участников, прошла успешно и была очень плодотворной. Несомненно, что многие научные идеи, появившиеся во время этой конференции, получат дальнейшее развитие.

5.3. 29-я Международная конференция по лазерам на свободных электронах (FEL 2007).

С 26 по 31 августа 2007 г. в ИЯФ СО РАН проходила очередная, 29-я Международная конференция по лазерам на свободных электронах (FEL 2007). Ежегодно конференции данной серии проводятся в конце лета - начале осени в разных странах мира (28-я состоялась в Берлине), но в нашей стране она прошла впервые. Место проведения выбирает постоянно действующий международный комитет. Обычно эти конференции проводятся там, где имеются работающие установки с лазерами на свободных электронах. Это дает возможность участникам форума не только представить свои доклады, но и познакомиться с работой действующих установок и экспериментами на них.

Выбор ИЯФ в качестве места проведения очередной конференции не случаен. Исследования по ЛСЭ ведутся в ИЯФ уже более тридцати лет. За это время институт стал ведущим в России центром в области работ по созданию и использованию ЛСЭ. Работы и методы исследований, проводимые в ИЯФ СО РАН, широко известны как в России, так и за рубежом. С 2003 года в институте действует самый мощный в мире источник терагерцового излучения на базе ЛСЭ. Близки к завершению работы по созданию мощного источника инфракрасного излучения на базе ЛСЭ 2-й очереди.

В конференции приняли участие около ста восьмидесяти человек, из них около ста пятидесяти – иностранные гости, приехавшие из Америки, Германии, Кореи, Франции, Швеции, Японии и многих других стран. Были представлены основные научные центры (российские и зарубежные), ведущие исследования в этой области.



Рис. 47. Фотография участников 29-й международной конференции FEL 2007.

Научная программа конференции охватывала все основные тематики по созданию и использованию лазеров на свободных электронах (ЛСЭ): теория ЛСЭ, технологические вопросы, применения ЛСЭ, рентгеновские ЛСЭ, ЛСЭ большой мощности, ЛСЭ на электронных накопителях, новые проекты и статусы работающих установок. Программа конференции включала ежедневные пленарные заседания и работу стендовой секции.

Сотрудниками ИЯФ на конференции было представлено 4 устных доклада, затрагивающих следующие вопросы: NovoFEL - Новосибирский ЛСЭ (статус, параметры излучения, измерение и оптимизация этих параметров) (В.В. Кубарев), теория ЛСЭ (О.А. Шевченко), новый тип ЛСЭ – кольцевой ЛСЭ (О.А. Шевченко) и электронный вывод излучения (А.Н. Матвеевко).

Итоги работы международной конференции FEL 2007 прокомментировал сотрудник ИЯФ, д.ф.-м.н. Н. А. Винокуров, который возглавлял научный программный комитет конференции (Scientific Programme Committee Chair):

«Несмотря на то, что мероприятие проводится каждый год и, казалось бы, за это время не должно появиться много нового, было сделано немало интересных докладов. В мире ежегодно запускают три-четыре новые установки, имеются существенные достижения. Собственно, поэтому конференция и собирается так часто - ведь эта область деятельности сейчас активно развивается, и каждый раз мы, так или иначе, узнаем что-то новое. Уже сложился свой круг общения. К нам приехало большое количество хороших специалистов, с частью из них мы давно знакомы и рады были вновь встретить друзей; с другими только что познакомились, они посмотрели, что у нас есть, и это тоже для всех полезно».

В конце конференции произошло приятное событие – было объявлено о присуждении сотруднику ИЯФ О.А. Шевченко международной премии для молодых ученых «За выдающийся вклад в физику и технику ЛСЭ» (FEL Prize winner - 2007).

5.4. Круглый стол “Ядерные и лучевые технологии”

4-5 октября 2007 года в новосибирском Академгородке проходил Российско-Казахстанский симпозиум «Наука и образование в XXI веке», приуроченный к саммиту В.Путин – Н.Назарбаев, проходившему в эти дни в Новосибирске. В рамках симпозиума 5 октября 2007 года в ИЯФ был проведен Круглый стол “Ядерные и лучевые технологии”. Организаторами круглого стола были ИЯФ СО РАН и Национальный ядерный центр Республики Казахстан (НЯЦ РК).

Было представлено 12 докладов, в том числе 5 докладов сотрудников ИЯФ: «Промышленные ускорители ИЯФ и нанотехнологии» (Р.А. Салимов), «Рентгеновские установки для медицины и безопасности» (С.Е. Бару), «Карбоновый ускоритель для терапии рака» (Е.Б. Левичев), «Ускорительный источник нейтронов (VNCT) для терапии рака» (А.М. Кудрявцев) и «Источник синхротронного излучения «НОМАД» (К.В. Золотарев).

О последнем докладе следует сказать особо. Выше, в разделе 4.6. этого отчета, описан проект специализированного источника СИ с использованием сверхпроводящих магнитов для Сибирского центра СИ. Ознакомившись с начальной версией этого проекта, руководители Национального ядерного центра Республики Казахстан (г. Курчатов) К.К. Кадыржанов (генеральный директор) и А.Н. Борисенко (зам. генерального директора), а также их сотрудники приняли участие в его дальнейшей проработке и приложили немало усилий по согласованию с Правительством РК решения о создании в г. Курчатов Центра СИ на базе такого же источника, разработать и изготовить который должен будет ИЯФ СО РАН в рамках серии контрактов. Такое решение позволяет удешевить создание каждого из двух источников СИ.

К моменту начала Симпозиума и Саммита (4 октября 2007) решение о создании Центра СИ в Казахстане было согласовано на всех уровнях, включая Премьер-министра РК. Стенды с описанием проекта и макет источника СИ, названного “Номад” (казах. “Кочевник”) были размещены в Выставочном центре СО РАН. С ними ознакомился Президент Республики Казахстан Н. Назарбаев и полностью одобрил проект с поправкой, что Национальный центр СИ должен быть расположен в столице Казахстана – г. Астане. К концу 2007 года Президентом РК было подписано решение о строительстве в городе Астане Национального центра синхротронного излучения.



Рис. 48. Президент Республики Казахстан Н. Назарбаев у макета источника СИ “Номад”. Пояснения дают Генеральный директор Национального ядерного центра Республики Казахстан К.К. Кадыржанов и заместитель Председателя Президиума СО РАН Г.Н. Кулипанов.



Рис. 49. Диплом Оргкомитета выставки “Инновационный потенциал Российско-Казахстанского сотрудничества в сфере наукоемких технологий”. Награждается Гран-при Институт ядерной физики имени Г.И. Будкера СО РАН и Национальный ядерный центр Республики Казахстан за совместный проект “Источник синхротронного излучения Номад”.

Из других докладов “Круглого стола” следует выделить доклад А.В. Артамонова “Сибирский центр фармакологии и биотехнологий – история, состояние, перспективы”, в котором было рассказано о разработке семейства принципиально новых лекарственных препаратов, основанных на использовании электронно-лучевых технологий для подшивки лекарств к биополимерам - с помощью электронного пучка молекула активного вещества пришивается к молекуле инертного носителя, в результате чего получают препараты с уникальными возможностями:

- снижение токсических побочных эффектов;
- снижение аллергических реакций;
- улучшение терапевтических свойств;
- расширение доступности препарата в силу появляющейся возможности перорального применения;
- увеличение стабильности для нестабильных и короткоживущих лекарственных субстанций.

Незадолго до Круглого стола произошло приятное событие – были закончены клинические испытания и получено разрешение Минздрава на выпуск первого из этих препаратов – перорального тромболитика “Тромбовазим” (препарат для лечения острого инфаркта миокарда и ишемического инсульта). В конце 2007 года запущена фармацевтическая фабрика Сибирского центра фармакологии и биотехнологий на основе промышленного электронного ускорителя ИЛУ-10 производства ИЯФ СО РАН и начато массовое производство тромбовазима.

В различных стадиях разработки и клинических испытаний находится еще ряд перспективных фармацевтических препаратов:

- пероральный инсулин;
- про-инсулин;
- С-пептид;
- энтеральный гранулоцитарный колониестимулирующий фактор (ГКСФ, пероральная форма);
- антибиотики (широкий спектр);
- гепарин (пероральная форма);
- соматотропный гормон.

Доклады коллег из Казахстана были посвящены двум вопросам: «Радиационные технологии в промышленности Казахстана» (А.Н. Борисенко, НЯЦ РК, г. Курчатов), в котором анализируется статус и перспективы применения промышленных ускорителей ИЯФ в новых технологиях, и доклад А.Д. Вурима (НЯЦ РК, г. Курчатов), в котором предлагается широкое использование атомных электростанций малой мощности, основанных на реакторах, разработанных для подводного флота, для электрофикации отдаленных районов.

5.5. Ежегодные конференции студентов и аспирантов СЦСТИ.

Весной 2006 и 2007 г.г. были проведены уже ставшие традиционными (проводятся с 2003 года) ежегодные конференции студентов и аспирантов Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения. Среди участников конференций – как студенты и аспиранты ИЯФ СО РАН, так и студенты и аспиранты других научных учреждений, работающие в Центре.

16 мая 2007 года была проведена очередная, 6-я конференция студентов и аспирантов Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения. На конференции было представлено 17 докладов студентов и аспирантов из 4 институтов СО РАН: ИЯФ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, ИНХ СО РАН, ИК СО РАН. Комиссией отмечен высокий уровень практически всех представленных работ и присуждено одно первое, одно второе и 5 третьих мест с соответствующими награждениями победителей почетными грамотами, дипломами и поощрениями в виде денежных премий.



Рис. 50. Вручение дипломов и призов победителям конференции студентов и аспирантов на еженедельном научно-координационном Совете Центра за "круглым столом".

5.6. Другие конференции.

В период 2006-2007 г.г. работы, выполненные в Сибирском Центре синхротронного и терагерцового излучения представлялись на многих зарубежных международных конференциях:

1. The Ninth International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation (SRI 2006), May 28 - June 3, 2006, Daegu, Korea;
2. 10th biennial European Particle. Accelerator Conference (EPAC'06), 26-30 June 2006, Edinburgh, UK;
3. "New scientific possibilities with high power THz sources Workshop" 29th/30th June 2006, Runcorn, UK;
4. NATO advanced research workshop: Terahertz frequency detection and identification of materials and objects, July 7-11, 2006, Spiez, Switzerland;
5. 10-th Europhysical conference on defects in insulating materials (EURODIM 2006), July 10-14, 2006, Univ. of Milano-Bicocca, Milano, Italia;
6. NATO Advanced Research Workshop "Brilliant Light Facilities and Research in Life and Material Sciences", 17-21 July 2006, Yerevan, Armenia;
7. 19th International symposium on gas kinetics, July 22-27, 2006, Universite d'Orleans, Polytech'Orleans, France;
8. 10th European powder diffraction conference, September 1-4, 2006, Geneva, Switzerland;
9. 44th European high pressure research group meeting, September 4-8, 2006, Prague, Czechia;
10. Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (September 18-22, 2006, Shanghai, China);
11. Четвертая Международная конференция «Материалы и покрытия в экстремальных условиях», 18-22 сентября 2006, Жуковка, Крым, Украина;
12. Харьковская научно-технологическая Ассамблея-2006, 2 – 6 октября 2006, Украина;
13. 14th International Symposium on laser spectroscopy and Workshop on X ray & T ray FEL / Advanced Beam Utilization, November 9-10, 2006, Daejeon, Korea;
14. XX Международный семинар по ускорителям заряженных частиц, 9 – 15 сентября 2007 года, Алушта, Украина;
15. The Joint 32nd International Conference on Infrared and Millimetre Waves and 15th International Conference on Terahertz Electronics, September 2 - 7, 2007, Cardiff, UK;
16. Workshop on TeraHertz Dynamics probed with X-rays, 10-12 September, 2007, ESRF, Grenoble, France;
17. Conference "Metamaterials 2007", 22-24 October, 2007, Rome, Italy;
18. 43rd ISTC Japan Workshop on Accelerator Science, Oct. 27 – Nov. 3, 2007, Tsukuba, Japan;
19. SICAST, November 18-23, 2007, Shenzhen University, China.

Кроме того, сотрудники Сибирского Центра синхротронного и терагерцового излучения представляли свои доклады на конференциях, проводившихся на территории России:

1. IV Национальная кристаллохимическая конференция, 26-30 июня 2006, Черногоровка;
2. VII Conference on mechanisms of catalytic reactions, July 3-8, 2006, St-Petersburg;

3. V International conference on mechanochemistry and mechanical alloying INCOME-2006, July 3-6, 2006, Novosibirsk;
4. XVI Международная конференция по использованию синхротронного излучения СИ-2006, 10-14 июля 2006, ИЯФ СО РАН, Новосибирск;
5. 8th Conference on modification of materials with particle beams and plasma flows, 10-15 Sept., 2006, Tomsk;
6. XX Российская конференция по ускорителям заряженных частиц (RuPAC 2006), 10-14 сентября 2006 года, ИЯФ СО РАН, Новосибирск;
7. 9-м Международный симпозиум «Упорядочение в металлах и сплавах» (OMA-2006), 12-16 сентября 2006, Ростов-на-Дону;
8. 9-м международный симпозиум «Порядок, беспорядок и свойства оксидов ODPO-2006», 19-23 сентября 2006, Сочи;
9. XV симпозиум "Современная химическая физика", 24 сентября - 3 октября 2006, Туапсе;
10. International workshop on crystallography at high pressures, 28 September – 1 October, 2006, Dubna;
11. IX Conference “Galium arsenide and III-V group related compounds”, 3 – 5 Oct., 2006, Tomsk.
12. International conference on the methods of aerophysical research, ICMAR 2007, 5-10 February, 2007, Novosibirsk;
13. Всероссийский семинар по радиофизике миллиметровых и субмиллиметровых волн, 12-15 марта 2007, Нижний Новгород;
14. Международная конференция «Экстремальные состояния вещества. Детонация. Ударные волны» (IX Харитоновские тематические научные чтения), 12 – 16 марта 2007, Саров;
15. Международная конференция “Laser Application in the Life Science” (LALS 2007), 10-14 июня 2007, Москва;
16. 15th International symposium “Nanostructures: Physics and Technology”, June 25-29, 2007, Novosibirsk;
17. International symposium: Topical problems of biophotonics, 4-11 Aug., 2007, Nizhny Novgorod – Moscow;
18. 29th International free electron laser conference FEL-2007, August 26-31, 2007, Novosibirsk;
19. VI Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов, 12 –17 ноября 2007 года, Институт кристаллографии РАН, Москва,

а также на ряде мероприятий ведущих центров коллективного пользования (ЦКП): 2-й и 3-й Всероссийских конференциях центров коллективного пользования (Москва, МГУ, 29 ноября 2005 г.; Казань, Казанский государственный университет, 25-28 октября 2006 г.) и 5-й международной специализированной выставки «Лаборатория-Экспо'07» с представлением устных и стендовых докладов и с активным обсуждением актуальных вопросов деятельности и развития центров.

Ряд студентов и аспирантов Сибирского центра участвовал в студенческих конференциях широкого профиля: 12 Всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых учёных, XLIV Международной студенческой конференции "Студент и научно-технический прогресс", а также в конференциях студентов и молодых ученых, проводимых независимо в различных научных учреждениях и ВУЗах.

5.7. Публикации.

По результатам работ Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения опубликовано 308 научных статей, докладов в сборниках трудов конференций, препринтов в 2006 году и 214 в 2007 г. Списки публикаций за 2006-2007 годы и авторские указатели к ним размещены на сайте СЦСТИ <http://ssrc.inp.nsk.su>

6. Синхротронное излучение и лазеры на свободных электронах в ИЯФ СО РАН: основные результаты за 35 лет.

В июле 2008 года исполняется 35 лет со дня проведения первого в ИЯФ эксперимента на пучке синхротронного излучения, выведенного из электронного накопителя ВЭПП-3. Число исследовательских групп на ВЭПП-3 быстро росло, и уже в 1975 г. в новосибирском Академгородке было проведено совещание, в названии которого отражена область применения СИ в то время - I Совещание по использованию электронных накопителей – источников СИ для экспериментов в биологии, химии твердого тела и физике.

В те же годы сформировалась лаборатория синхротронного излучения под руководством Г.Н. Кулипанова, первые сотрудники которой (Н.А. Винокуров, Н.А. Мезенцев, В.Н. Корчуганов, Е.С. Глускин, В.Н. Литвиненко) в настоящее время являются ведущими специалистами в области генерации и применения синхротронного излучения и разработке лазеров на свободных электронах и работают как в ИЯФ, так и в других российских и зарубежных научных центрах.

ИЯФ СО РАН занимает лидирующее положение в области разработки лазеров на свободных электронах. В 1977 году Н.А.Винокуровым и А.Н.Скринским был предложен принципиально новый тип ЛСЭ - оптический клистрон (ОК). В последующие несколько лет на ОК, установленном на накопитель ВЭПП-3, была получена генерация в видимом диапазоне длин волн, проведено исследование основных физических процессов, происходящих при работе ОК и оптимизация его параметров, после чего под руководством Н.А.Винокурова впервые в мире был создан ЛСЭ, работающий в ультрафиолетовой области спектра.

В середине 90-х годов было начато освоение нового направления исследовательских и технологических применений ЛСЭ – генерация и применение интенсивных пучков терагерцового излучения.

Сибирский центр синхротронного излучения был создан в 1981 году на базе лабораторий ИЯФ СО РАН и имеющихся накопителей электронов – источников синхротронного излучения (СИ). Центр имеет статус открытой для российских и зарубежных исследователей лаборатории. В связи с запуском мощного лазера на свободных электронах (ЛСЭ) терагерцового диапазона (2003 г.) и появлением экспериментальных станций на пучках терагерцового излучения, с 2005 года название Центра было расширено: Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения.

Основные направления и результаты исследований и разработок за 35 лет:

- Теоретические исследования излучения частиц в периодических структурах (ондуляторы, вигглеры, кристаллы) (с 1972).
- Использование синхротронного излучения накопителей ИЯФ для различных научных и технологических целей (с 1973).
- Разработка и создание одно- и двухкоординатных рентгеновских детекторов для экспериментов с синхротронным излучением (с 1975).
- Разработка и применение метода дифрактометрии с временным разрешением (“дифракционное кино”) на основе одно- и двухкоординатных рентгеновских детекторов (с 1975).

- Разработка и применение метода рентгенофлуоресцентного элементного анализа на пучках СИ (с 1976).
- Развитие теории лазеров на свободных электронах (с 1977).
- Разработка концепции и создание нового вида ЛСЭ - оптического клистрона (1977) и получение с его помощью впервые в мире генерации УФ излучения (с 1980).
- Разработка и создание большого семейства специальных генераторов СИ - вигглеров и ондуляторов (сверхпроводящих, электромагнитных, на постоянных магнитах, гибридных) (с 1978).
- Разработка и создание специализированных источников синхротронного излучения Сибирь-1, Сибирь-2 (1978-1999).
- Создание Сибирского международного центра синхротронного излучения на базе накопителей ВЭПП-2М, ВЭПП-3, ВЭПП-4 (1981).
- Разработка концепции и создание мощного лазера на свободных электронах на базе ускорителя-рекуператора (с 1986) и получение мощного (400 Вт) лазерного излучения терагерцового диапазона (2003).
- Предложение и развитие концепции получения ярких пучков медленных позитронов с помощью МэВных квантов синхротронного излучения (с 1988).
- Разработка концепции относительно компактного яркого источника СИ третьего поколения на основе сильнополевых сверхпроводящих поворотных магнитов (с 1994).
- Создание серии сверхпроводящих магнитных устройств с сильными полями для источников СИ и электронных накопителей (вигглеры и поворотные магниты с полем до 10 Т, соленоиды с полем до 13 Т) (с 1995).
- Разработка концепции источника СИ четвертого поколения с предельно высокой яркостью на базе многооборотного ускорителя-рекуператора (проект "MARS") (с 1997).
- Разработка метода дифрактометрии на пучках СИ с временным разрешением в наносекундном диапазоне и исследование этим методом процессов детонации и поведения вещества в детонационном фронте (с 1999)
- Освоение терагерцового диапазона. Разработка и создание серии детекторов терагерцового излучения (точечных, двухкоординатных) и методов визуализации изображений в терагерцовом диапазоне (с 2003).