

Итоги и перспективы

20 февраля состоялась ежегодная шестнадцатая научная сессия ИЯФа. Организационно она отличалась от предыдущих: ее провели в течение одного дня, вместо двух. Хотя общее количество докладов было меньше, они позволили получить полную информацию по всем направлениям научных исследований, проводимых в институте. Открывая научную сессию, директор ИЯФа чл.-кор. РАН П. В. Логачев отметил следующее: «Новые конструктивные идеи не возникают на пустом месте, а являются результатом многолетней тяжелой работы и появляются в процессе работы над уже действующими программами и нашими задачами. Очень важно и то, что это новое возникает в процессе научных споров, для которых нужны соответствующие площадки — наши еженедельные тематические советы и научные семинары.

Будущее ИЯФа должно быть ясно не только в плане продолжения тех работ, которые мы сегодня ведем, но и в плане того, что может, и должно обязательно появиться в ближайшем будущем, а впоследствии — определит успех нашего института».

Перед научным сообществом выступили шестнадцать ведущих сотрудников ИЯФа. (Обзоры по основным направлениям представленных докладов читайте на стр. 2-6).

Подводя итоги работы сессии, П. В. Логачев подчеркнул важность следующих вопросов. Он обратил внимание сотрудников нашего института, участвующих в контрактах и договорах, на необходимость своевременного и правильного отражения всех реальных изменений по контрактам

в базе данных. Незнание ситуации часто приводит к потерям. «Практика четкого учета и планирования будет распространена на все наши работы, включая государственные задания, тем более, что ФАНО все жестче этого требует», — сказал директор.

Институт не может успешно развиваться без больших сложных проектов, продолжил П. В. Логачев, если говорить про физику высоких энергий, физику ускорителей, то это проект Супер Чарм-тау фабрики. Мы за него взялись потому, что за прошедшие годы многое сделано в физике коллайдеров, детекторов, элементарных частиц. Этот успех нужно закрепить успешной работой действующих коллайдеров, используя гранты и внебюджетные поступления. Мы должны развивать наиболее важные технологии для будущей Супер Чарм-тау фабрики. Именно в это мы должны вкладывать максимально эффективно средства, заработанные с таким трудом, подчеркнул П. В. Логачев.

Что касается направления, связанного с синхротронным излучением, лазером на свободных электронах, здесь нужно действовать примерно также.

Стране нужны такие машины, нужно развитие науки, и развитие именно в междисциплинарной плоскости. Трудно сегодня найти такую точку, которая бы лучше соответствовала междисциплинарности, чем современный источник СИ или лазер на свободных электронах. — Наши проекты мы должны обязательно доводить до стадии технико-экономического обоснования, — поставил задачу директор ИЯФа, — чтобы можно было выступать в правительственных и государственных органах с конкретными предложениями на начало этих проектов или на начало финансирования технического проектирования. Эту работу нужно вести по всем четырем основным направлениям.

Фото в этом номере с научной сессии Н. Купиной.





*Д. Б. Шварца,
зав. лаб. 11, к. ф.-м. н.*

▲ Эксперименты на коллайдерах для ИЯФа являются ключевой тематикой. Достаточно вспомнить, что все коллайдеры, когда-либо работавшие в нашей стране, «made in BINP». С этих работ начинался институт, и со встречными пучками, неисчерпаемыми как электрон, мы по-прежнему связываем своё будущее.

Сегодня в ИЯФе функционируют два комплекса со встречными электрон-позитронными пучками: ВЭПП-4М в диапазоне энергий от 1 до 5,5 ГэВ в пучке и ВЭПП-2000 с максимальной энергией до 1 ГэВ.

Состояние дел на ВЭПП-4М представил в своём докладе П. А. Пиминов. В прошедшем году коллайдер с детектором КЕДР завершил программу в области низкой энергии и дальнейший набор данных планируется с повышением энергии пучка вплоть до 5 ГэВ, что потребует провести ряд работ по модернизации системы питания, теплообменников, ВЧ-системы, систем диагностики и управления, а также подключения к источнику более интенсивных пучков — ин-

На научной сессии было представлено шестнадцать докладов. Обзоры по основным направлениям исследований, которые ведутся в ИЯФе, подготовили ведущие сотрудники нашего института.

жекционному комплексу ВЭПП-5. В целом, с учётом работы комплекса ВЭПП-3/ВЭПП-4М на пользовательских станциях СИ, на текущие и планируемые эксперименты на установке Дейтрон и на эксперименты с выведенным пучком, физическая программа расписана на пять лет. Так её видят экспериментаторы, следуя уже докладу Ю. А. Тихонова. После 2020 года комплекс

ВЭПП-4М ждёт либо остановка, либо радикальная смена задач.

Комплекс ВЭПП-2000 ожидает после двухлетней остановки на модернизацию, о чём рассказал слушателям автор этих строк. Бустерное кольцо БЭП, после переделки всех магнитных элементов и узлов вакуумной системы силами нашего ЭП с целью повысить

энергию пучка до 1 ГэВ, было собрано к концу 2015 года. В январе был захвачен первый пучок электронов из инжекционного комплекса, прибывший по 250-метровому каналу в тоннеле под 4-м и 13-м зданиями. После отладки всех режимов работы и завершения монтажа перепускных каналов из бустера в коллайдер в ближайшие месяцы планируется столкнуть пучки и начать набор статистики с детекторами СНД и КМД-3. Физическая программа ВЭПП-2000 рассчитана на пять лет бесперебойной работы на проектной светимости, но уже сейчас команды детекторов с любопытством ожидают от ускорителей идей о повышении светимости, чтобы расширить программу экспериментов.



Роман Проник и Михаил Непомнящих устанавливают дублет линз на кольцо БЭП. Фото Д. Шварца.



Перспективы послезавтрашнего дня обрисовал в своём докладе Е. Б. Левичев. Была представлена целая серия увлекательных проектов коллайдеров, в разной степени проработки, на различные области энергии. Помимо флагманского проекта Супер Чарм-гау фабрики, были предложены более компактные машины, максимально использующие существующую инфраструктуру ИЯФа, однако отвечающие современным запросам физики высоких энергий: в тоннеле ВЭПП-4М, в тоннеле ВЭПП-3 и в защищённом зале ВЭПП-2000. Также вчерне рассмотрен проект модернизации существующего кольца ВЭПП-4МММ для работы в многосгустковом режиме современной фабрики.

Все рассматриваемые варианты используют предложенный десять лет назад итальянским физиком Пантелео Раймонди подход к организации промежутка встречи «grab-waist», позволяющий отодвинуть фундаментальные ограничения светимости коллайдера на два порядка, благодаря пересечению под большим (относительно) углом длинных, интенсивных, но необычайно сжатых по вертикали сгустков, обладающих к тому же ультрамалым эмиттансом.

Какой из предложенных вариантов будет построен в ИЯФе — зависит, увы, не только от заинтересованности сообщества физики элементарных частиц, но и от государственного финансирования. Как бы то ни было, для успешной реализации любого из проектов отдельные узлы и решения можно, и нужно, прорабатывать уже сейчас. Так, первые прототипы сверхпроводящей линзы финального фокуса уже проходят испытания.

Из-за сжатого графика научной сессии далеко не все работы по ускорительной тематике были освещены. Самые «лакомые» подробности остались для регулярных институтских и секционных семинаров.



П. А. Багрянский,
зав. лаб. 9-1, д.ф.-м.н.

Общей и главной задачей представленных докладов было обозначение и обоснование степени готовности нашего «плазменного общества» к дальнейшему существенному продвижению по пути реализации реактора ядерного синтеза на основе магнитной ловушки открытого типа (пробкотрона) с осесимметричной конфигурацией, что даёт целый ряд физико-технических бонусов, в первую очередь, инженерную простоту.

История исследований по данному направлению является весьма драматичной. Период бурного развития во второй половине 70-х годов прошлого века перешёл в настоящий бум мирового масштаба после того, как Г. И. Димов с коллегами предложили в нашем институте концепцию амбиполярной ловушки. Однако к концу 80-х мировая исследовательская активность по данному направлению снизилась, практически до нулевых значений. Причина заключалась в том, что в результате «мозгового штурма» мирового масштаба в те годы не удалось решить три ключевые «плазмофизические» проблемы.

Не удалось достичь МГД устойчивого удержания плазмы с нужным для термоядерных приложе-

ний давлением в пробкотроне с осесимметричной конфигурацией. Данная задача, в принципе, была решена, однако при этом использовались очень сложные магнитные системы, применение которых весьма проблематично в установках реакторного класса. Кроме того, магнитное поле со сложной конфигурацией способно порождать высокий уровень потерь плазмы поперек магнитного поля.

Естественное для пробкотронов неравновесное состояние удерживаемой плазмы привело к развитию так называемых микро неустойчивостей и высокому уровню потерь частиц и энергии. Температура электронов не достигала требуемого для приложений ядерного синтеза уровня в 1 кэВ.

Исследования прошедших лет на установках ГДЛ и ГОЛ-3, а также на установках предыдущих поколений в ИЯФе, ориентированные на решение этих трех ключевых проблем, были успешно завершены в 2015 году. Совокупность результатов, обосновывающих возможность создания реактора ядерного синтеза на основе осесимметричного пробкотрона, представлена на международных конференциях и опубликована в престижных международных изданиях. Достигнутые успехи были отмечены международным сообществом (см., например, заметку в журнале «Physics Today»: <http://scitation.aip.org/content/aip/magazine/physicstoday/news/10.1063/PT.5.7178>) и даже независимо от нас стали объектом обсуждения в «блогосфере» (<https://geektimes.ru/post/272554/>).

Успешное решение указанных ключевых проблем позволило направить вектор исследовательской активности нашего «плазменного сообщества» в сторону создания экспериментальной установки следующего поколения, которая должна продемонстрировать в стационарных условиях параметры плазмы реакторного уровня. Целью

Окончание на стр 4.



Начало на стр 3.

исследований на этой установке должно быть получение надежной инженерно-физической базы данных, которая необходима непосредственно для конструирования реакторов ядерного синтеза. То есть нужны экспериментально обоснованные многомерные зависимости параметров удерживаемой в ловушке плазмы от параметров магнитной системы, системы атомарной инжекции и системы дополнительного нагрева, а также множества других необходимых параметров. Решение этой задачи требует создания комплекса уникальной измерительной аппаратуры и средств ее автоматизации, что было одной из главных задач проекта развития комплекса уникальных установок «ДОЛ», поддержанного в 2014-2015 годах Министерством образования и науки РФ.

Главным требованием к установке следующего поколения является стационарность, что планируется обеспечить за счет магнитной системы с использованием сверхпроводников, а также атомарной инжекции с



Здесь изучают свойства плазмы: ГОЛ-3 и его команда (сотрудники лаб. 10). Фото Н. Купиной.

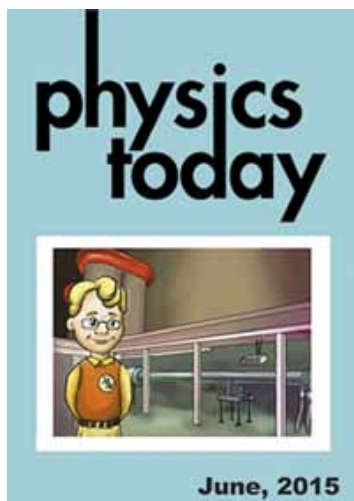
длительностью более 1 секунды. Работы по развитию подобных систем в настоящее время ведутся в рамках существующих международных контрактов и российских грантов. Таким образом, главной задачей ближайшего времени для «плазменного сообщества» ИЯФа является создание глубоко проработанного концептуального проекта экспериментальной установки следующего поколения — прототипа реактора ядерного синтеза на базе осесимметричного пробкотрона. Проект должен вобрать в себя все сегодняшние достижения и быть привлекательным для потенциальных инвесторов. Оценка стоимости реализации проекта при сегодняшних условиях составляет 3,1 миллиарда рублей. В докладе А.

А. Иванова была представлена «дорожная карта», показывающая путь развития исследований в ИЯФе от существующих установок ГОЛ-3 и ГДЛ к установке следующего поколения — ГДМЛ-U и ее реакторным приложениям.

Промежуточным звеном между существующими установками и ГДМЛ-U должна стать серия исследовательских стендов, где будут отработаны отдельные физико-технические проблемы установок следующих поколений. Во-первых, проблема стойкости материалов при взаимодействии с плазмой в условиях сверхвысоких тепловых нагрузок. Во-вторых, будет проведена оценка эффективности новых методов подавления потока частиц и энергии плазмы вдоль силовых линий магнитного поля. А также будет проверена возможность удержания плазмы с экстремально высоким давлением относительно

давления магнитного поля. Такая плазма способна полностью вытеснить магнитное поле, или даже создать внутри себя поле противоположного направления.

Также в качестве одного из промежуточных звеньев рассматривается модернизированная установка ГДЛ, где предполагается приблизиться к стационарным условиям удержания плазмы. Стоимость поддерживающих экспериментов, включая исследования на существующих установках, оценивается в диапазоне 200 – 400 миллионов рублей. Часть из этих работ ведется в настоящее время, в частности, в рамках гранта Российского научного фонда.





К. В. Золотарев,
зав. сектором 8-21,
к. ф.-м. н.

Работам по развитию новой очереди Новосибирского лазера на свободных электронах был посвящен доклад Н. А. Винокурова. Одним из главных научных результатов 2015 года ИЯФа является физический запуск третьего лазера на свободных электронах, установленного на четвертой дорожке ускорителя-рекуператора. Эта установка позволяет получать пучки терагерцового излучения с длиной волны около 9 мкм и мощностью около 30 Вт. В этом диапазоне — это мировой рекорд.

С учетом возможностей использования первого и второго лазеров общий диапазон, доступный для пользователей терагерцового излучения, распространяется (по длинам волн) от 250 до 9 мкм. Эта установка предоставляет научным учреждениям России возможность проведения уникальных исследований.

Данное достижение оказалось возможным благодаря слаженной работе команды ученых, инженеров и техников из нескольких лабораторий ИЯФа (лаб. 6-0, 6-1, 6-2 и 8-1).

Среди промежуточных технических достижений стоит отметить успешный запуск некоторых систем. В 2015 году был создан новый высоковольтный выпрямитель для электростатической пушки и транзисторный усилитель для группирующего резонатора, а сама пушка была всесторонне исследована на специально созданном стенде.

Дальнейшие планы работ и развития комплекса включают в себя оптимизацию параметров рабочих систем, модификацию оптической схемы четвертой дорожки, создание ондулятора нового типа (с переменным периодом) и создание новых пользовательских станций.

Коллектив установки также активно занимается разработкой проекта нового лазера на свободных электронах для EUV-литографии. Такая установка может генерировать излучение с длиной волны 135 нм и мощностью до 10 кВт, что может привести к существенному прорыву в производстве микросхем.

Доклад К. В. Золотарева был посвящен проблемам создания нового специализированного источни-

ка синхротронного излучения для Сибирского научного центра.

Благодаря уникальным свойствам излучений, производимым пучками высокоэнергетических электронов, возникло множество исследовательских методик, реализация которых невозможна на других источниках. Данная ситуация привела в свою очередь к созданию большого количества специализированных научных центров на базе специально спроектированных и созданных ускорительных комплексов. Подобные машины стали сейчас наиболее распространенным типом ускорителей - накопителей, которые сейчас производятся. Общая доля таких проектов среди крупных ускорительных комплексов превышает 80%.

К сожалению, в России ситуация с источниками СИ существенно хуже, чем во многих странах. В стране действуют два центра (в ИЯФе и в Курчатовском институте, Москва). Однако, все российские источники СИ в настоящее время не соответствуют современным стандартам и сильно отстают от зарубежных комплексов по характе

Окончание на стр 6.



Лазер на свободных электронах позволяет проводить уникальные эксперименты. Фото Н. Купиной.



Начало на стр 5.

ристикам пучков СИ. Источники СИ, используемые в ИЯФе (ВЭПП-3 и ВЭПП-4) относятся к первым поколениям таких установок и, по-видимому, являются последними действующими комплексами такого класса.

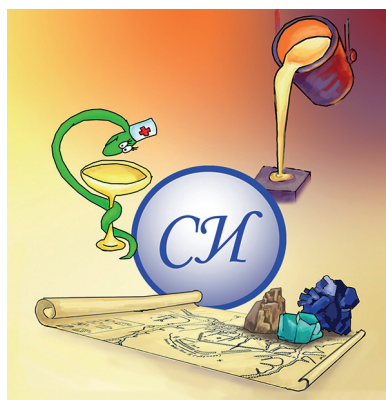
Ситуация с проведением исследований с применением СИ еще более усложняется в связи с необходимостью деления рабочего времени с другими программами, реализуемыми на комплексе, и общей ненадежностью установок, определяемой их большим возрастом и изношенностью.

Несмотря на это, в центре существует развитое и квалифицированное пользовательское сообщество, образуемое исследовательскими группами из институтов Сибирского научного центра и из университетов Сибирского региона. Кроме того, коллектив ИЯФа обладает необходимым опытом и всеми технологиями, позволяющими создать современный источник СИ. Поэтому идея создания такого источника представляется весьма актуальной.

В ИЯФе неоднократно поднимался вопрос разработки такого комплекса. Только с 2005 года было предложено по крайней мере шесть возможных проектов, и большая их часть базировалась на возможности повторного использования существующих в настоящее время в ИЯФе ресурсов, помещений и оборудования.

В частности, рассматривались варианты переделки существующих машин ВЭПП-3 и ВЭПП-4 в специализированный источник СИ с высокой яркостью. Но отсутствие перспектив получения финансирования на реализацию таких проектов привело к тому, что строительство источника так и не было начато.

В настоящее время наиболее перспективными представляются два проекта: источник СИ в тоннеле коллайдера ВЭПП-4 и относительно компактный источник СИ (с периметром всего 110 м) в новом тоннеле. Оба подхода имеют свои слабые и сильные стороны, и окончательный выбор дальнейшего направления развития должен произойти в этом году.



Рисунки в номере Д. Чекменёва.

SuperKEKB — ИЯФ

4 марта за круглым столом зала заседаний ученого совета состоялась пресс-конференция, посвященная началу работы нового электрон-позитронного коллайдера SuperKEKB в Лаборатории физики высоких энергий (КЕК) в Цукубе (Япония).

В ней приняли участие: П. В. Логачев, директор ИЯФ СО РАН, Б. А. Шварц, д. ф.-м. н., главный научный сотрудник ИЯФ СО РАН, ведущий научный сотрудник Междисциплинарного центра физики элементарных частиц и астрофизики НГУ (МЦФЭЧиА НГУ) и П. П. Кроковный, к. ф.-м. н., старший научный сотрудник ИЯФ СО РАН, старший преподаватель и старший научный сотрудник МЦФЭЧиА НГУ.

Ученые рассказали о целях этого масштабного проекта, о вкладе нашего института в создание коллайдера и детектора. Во время пресс-конференции можно было увидеть на экране в реальном времени отображение основных параметров коллайдера. Также был продемонстрирован образец разработанной и изготовленной в ИЯФе вакуумной камеры позитронного кольца — это элемент японского ускорителя, в котором в условиях сверхвысокого вакуума движется с околосветовой скоростью пучок позитронов.

SuperKEKB — это электрон-позитронный коллайдер, создаваемый в Лаборатории физики высоких энергий (КЕК) в Цукубе (Япония). Этот проект является продолжением и развитием крупного международного эксперимента Belle, который проводился в лаборатории КЕК на коллайдере КЕКВ в 1999–2010 годах. Именно здесь впервые, параллельно с экспериментом ВаВаг в лаборатории SLAC (США), было обнаружено нарушение закона сохранения комбинированной четности в распадах В-мезонов. В 2008 году японские физики М. Кобаяши и Т. Маскава, предсказавшие ранее это явление, были удостоены Нобелевской премии.

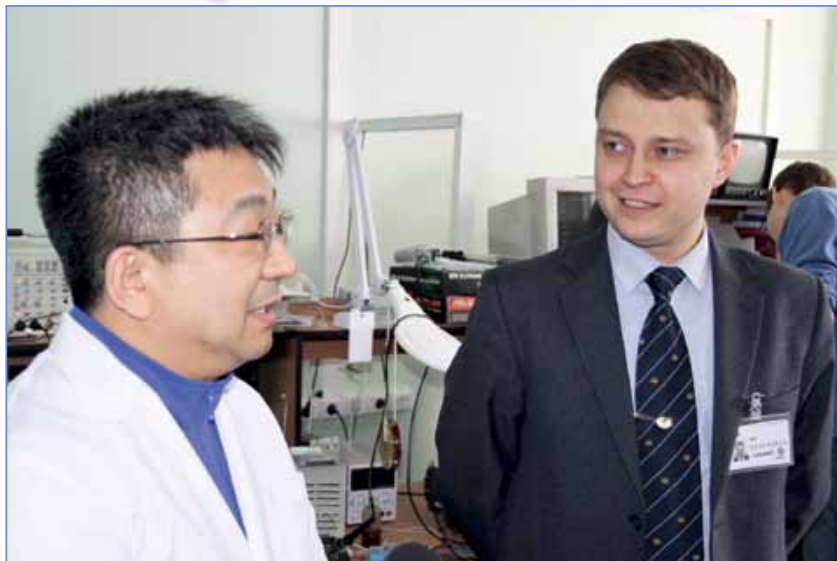
Коллайдеру КЕКВ принадлежит мировой рекорд светимости установок со встречными пучками. Проектная светимость нового коллайдера — SuperKEKB — в сорок раз превосходит светимость своего предшественника и составляет $8 \times 10^{35} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$. Это открывает совершенно новые возможности для изучения редких распадов В-мезонов и тау-лептона, а также поиску эффектов, выходящих за рамки Стандартной модели.

Новый эксперимент будет выполняться международной коллаборацией Belle II, в состав которой входит более 600 исследователей из 23 стран Азии, Европы и Северной Америки. ИЯФ СО РАН — один из основных российских партнеров. При определяющем участии института разработана и создана одна из ключевых систем детектора Belle — 40-тонный электромагнитный калориметр на основе кристаллов йодистого цезия. Для нового эксперимента новосибирскими исследователями разработана электроника регистрации, создано программное обеспечение.

Подробный отчет об этой пресс-конференции читайте в следующем номере.



В начале марта в нашем институте проводилась серия экспериментов по облучению клеток глиомы головного мозга на ускорительном источнике нейтронов в лаборатории бор-нейтронозахватной терапии.



В этих экспериментах принимали участие ученые университета Цукуба (Япония). Руководитель группы доктор медицинских наук, профессор отделения нейрохирургии университета Цукуба Кей Накай и ассистент профессора Александр Заборонок (на снимке) рассказали нашему корреспонденту о том, как проходят эксперименты и о перспективах этого метода лучевой терапии.

— Сейчас в Японии проводится несколько клинических исследований с помощью бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ), которая на сегодняшний день является многообещающим видом лучевой терапии. БНЗТ является хорошим кандидатом для лечения опухолей, которые не удастся излечить обычными методами.

В данное время существует несколько аспектов и несколько проблем в этой методике, одной из которых является источник нейтронов, а второй — препараты бор-10. Несколько компаний занимаются разработкой и конструированием источника нейтронов на основе ускорителя протонов, который в дальнейшем планируется использовать на базе клиники.

В экспериментах используется препарат, который содержит бор и аминокислоту, однако он не является идеальным. Ведутся разработки новых препаратов, мы приехали сюда для того, чтобы их испытывать. Именно здесь, в ИЯФе, смогли обеспечить необходимые параметры нейтронного пучка.

БНЗТ: новый этап в борьбе с онкологией

Источник нейтронов, который мы сейчас используем, является очень важным для апробирования новых препаратов с возможным последующим применением в клинических экспериментах.

— *Сколько времени проходит от эксперимента до широкого применения в медицинской практике?*

— Относительно нового препарата период от экспериментов на клетках до внедрения в медицинскую практику может занимать от пяти до семи лет, возможно, даже больше. В Японии эксперименты такого плана на людях уже были начаты, у нас сразу начали с клинических испытаний, потому что клинические испытания на клетках животных в рамках этого исследования уже были проведены в США. Полагаясь на эти результаты, мы взяли те же самые параметры и применили их для работы с людьми.

В Японии эксперименты с использованием ядерного реактора проводились, начиная с 70-х годов, но примерно два-три года назад многие группы переключились на исследования с использованием ускорительного типа источников нейтронов. Это связано с тем, что ядерный реактор не может использоваться постоянно для про-

ведения терапии: исходя из законодательства по использованию ядерных реакторов, нужны периодические проверки, которые могут длиться до нескольких месяцев. Кроме того ядерный реактор является опасным объектом и не может по японскому законодательству использоваться в клинике как медицинское оборудование. Поэтому основные усилия сейчас направляются на создание установки, которая может являться медицинским оборудованием и не будет представлять угрозу ядерного загрязнения.

— *Расскажите о результатах экспериментов, которые вы провели на ияфовской установке в прошлом году.*

— В ноябре прошлого года мы провели эксперименты, в результате которых увидели, что происходит и генерация нейтронов, и бор-нейтронозахватная реакция. Однако с теми параметрами ускорителя, которые тогда использовались, уменьшение количества колоний клеток было незначительным. Было выдвинуто предположение, что, возможно, количество нейтронов с изначальными параметрами, было недостаточно.

Окончание на стр 8.



БНЗТ: новый этап в борьбе с онкологией

Начало на стр. 7

Результаты ноябрьского эксперимента были учтены, количество нейтронов, которое мы используем сейчас, в несколько раз превышает то, что было сгенерировано в прошлом году.

Увеличив дозу нейтронов, мы хотим посмотреть, какие необходимо использовать параметры для дальнейших экспериментов. Если мы добьемся тех результатов, которые планируем, то сможем перейти к экспериментам на животных. В клеточных исследованиях нам активно помогают ученые Института молекулярной и клеточной биологии, они выполняют часть работы с клетками, которая нам необходима. Без ияфовской установки и без клеточных исследований этот эксперимент не получился бы.

— *В чем преимущество бор-нейтронозахватной терапии перед другими радиационными методиками?*

— Наши предыдущие генетические исследования показывают, что эффективность данной методики в два раза превышает эффективность стандартной лучевой терапии. В предыдущих исследованиях у нас в терапевтической группе были пациенты с глиобластомой (в Японии средняя продолжительность жизни с таким заболеванием около 14 месяцев). Мы получили данные, которые подтверждают эффективность бор-нейтронозахватной терапии: продолжительность жизни увеличилась в два раза.

В своих экспериментах мы используем три линии опухолевых клеток и одну — здоровых, из них две линии — клетки животных, и две — человека. Концентрации бора, которые добавляются в среду, где культивируются клетки, различные. Клетки облучаются либо с уже накопленным бором, либо с бором, который находится в среде, в которой они облучаются — так можно оценивать отличия таких экспериментов. Группу образцов делят на несколько частей, одна группа — контрольная, ее не подвергают облучению, остальные подвергаются облучению разными дозами нейтронов.

Так, в эксперименте, который проводился в ИЯФе в ноябре прошлого года, мы использовали определенные параметры, в частности, ток протонов 1 мА, экспозиция один час. Это было решено взять за эталонные параметры. При таких условиях генерируется определенное количество нейтронов. Эти эксперименты показали, что метод эффективен для образования ядерной реакции внутри клеток. Сейчас мы решили увеличить количество нейтронов. За эталон по-прежнему взяты параметры эксперимента прошлого года, и соответственно двойная доза и тройная используется в опытах, которые мы проводим сейчас.

За время, которое прошло с ноября, ияфовские физики улучшили параметры своей установки и в результате стало возможно увеличить количество нейтронов. Мы проводим свой эксперимент с дру-

гими параметрами и ожидаем более высокий эффект.

Среди клеточных культур, которые используются в лабораторных условиях, примерно половина клеток дают рост колоний. Соответственно, ориентируясь на эти параметры, мы смотрим, насколько уменьшается количество колоний в зависимости от воздействия. Это стандартные методы, которые используются для дальнейшего расчета лучевой терапии. Существуют универсальные уравнения, пригодные как для базовых экспериментов, так и для клинических.

Изначально планировалось испытывать бор-нейтронозахватную терапию на опухолях, которые являются инвазивными и трудно поддаются лечению стандартными методами лучевой терапии, в частности, глиобластомы. Эта опухоль характеризуется быстрым инвазивным ростом. Учитывая это обстоятельство метод бор-нейтронозахватной терапии наиболее приемлем, так как мы прогнозируем эффект на клеточном уровне, а не на уровне опухолевого узла. БНЗТ ориентирована на уничтожение единичных опухолевых клеток в здоровой ткани.

В Японии уже проводились клинические исследования с использованием этого метода у пациентов с опухолями головы и шеи, где хирургическое вмешательство может привести к серьезным дефектам мягких тканей. В некоторых случаях использование БНЗТ позволило обойтись без операций. Также этот метод использовался для лечения меланомы.

И. Онучина.

Фото Н. Купиной

Просп. Ак. Лаврентьева, 11, к. 423.
Редактор И. В. Онучина.
Телефон: 8 (383) 329-49-80
Эл. почта: onuchina@inp.nsk.su

Издается
ученым советом и профкомом
ИЯФ им. Г. И. Будкера СО РАН
Печать офсетная.
Заказ № 223.

Выходит один раз
в месяц.
Тираж 500 экз.
Бесплатно.