



Ведется крупноблочная сборка бустера ЦКП «СКИФ»



В ИЯФе началась сборка сегментов синхротрона-бустера для Центра коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» (ЦКП «СКИФ»). Этому событию был посвящен пресс-тур, который состоялся 17 мая на территории нашего института.

Синхротрон состоит из сотен компонентов (магнитов, вакуумных насосов, элементов диагностики пучка и т.д.), которые устанавливаются на специальной подставке с точностью в несколько десятков микрометров (толщина человеческого волоса) относительно расчетного положения. Осуществлять сборку в тоннеле ускорителя долго, неудобно и неэффективно. Поэтому в лаборатории, оснащенной современными измерительными инструментами, элементы ускорителя монтируются в крупные сборки, а затем относительно небольшое чис-

ло таких сегментов переносится в тоннель и соединяется друг с другом.

Бустерный синхротрон ЦКП «СКИФ» — промежуточный кольцевой ускоритель периметром 158 метров, разгоняющий пучок электронов от энергии 200 МэВ до 3 ГэВ. Он состоит из большого количества сложного электрофизического и вакуумного оборудования, которое должно быть собрано, соединено и установлено с высокой точностью. Ошибки выставки могут привести к потере качества пучка и даже его гибели.

В настоящее время в ИЯФе полным ходом идет серийное производство оборудования бустера. Для его установки и сборки крупноблочных сегментов используются специальные подставки (иногда можно услышать название «гирдеры» от girder — ферма, несущая конструкция), которые производит по заказу института АО «Воткинский завод». Посадочные поверхности гирдеров изготавливаются с высокой точностью и снабжены прецизионными механизмами для регулировки положения элементов ускорителя и их фиксации. Для обеспечения гарантии стабильности конструкции во времени, подставки должны отжигаться для снятия внутренних напряжений в металле. АО «Воткинский завод» оснащен всем необходимым оборудованием, включая печи для отжига, станки, которые позволяют шлифовать с точностью до 20 микрон четырехметровые изделия, и так далее.

«Для бустерного синхротрона необходимо 43 гирдера. К настоящему моменту мы получили первые 13. Остальные будут поставлены в институт партиями до сентября 2022 года. Длина гирдеров разная, и в зависимости от оборудования, которое должно быть на них установлено, составляет от двух до четырех метров. Вес гирдера около тонны, а

Продолжение на стр. 2



Сборка бустера ЦКП «СКИФ»

Начало на стр. 1

вместе с оборудованием — более трех тонн», — прокомментировал помощник директора ИЯФ СО РАН по реализации проекта ЦКП «СКИФ» Сергей Михайлович Гуров.

«Определяющим в конструкции является обеспечение жестких требований к выполнению параметров (допуск до 50 микрон), необходимых для установки оборудования. Технологическими службами предприятия выдан и согласован с ИЯФ СО РАН ряд предложений по внесению изменений в конструкцию под специфику нашего производства, при этом не ухудшая, а местами и улучшая характеристики изделия. Внешенные изменения оправдали себя по результатам комиссионной приёмки первых гирдеров бустера», — прокомментировал руководитель группы отдела главного конструктора по изделиям промышленного назначения АО «Воткинский завод» Денис Плехов.

При поступлении в институт качество изготовления всех подставок проверяется с помощью лазер-трекера — прибора, который позволяет определять пространственные координаты с точностью лучше 20 ми-

крон на базе в 4 метра. Использование таких приборов дает возможность геодезистам ИЯФ выставлять элементы бустера на подставке со среднеквадратичной точностью лучше 50 микрон относительно проектного положения.

В настоящее время в институте ведется сборка гирдеров. Самый первый сегмент собран, и его монтаж показал, что все оборудование изготавливается ИЯФ СО РАН и АО «Воткинский завод» с требуемым качеством и точностью. По мере дальнейшего производства элементов ускорителя и подставок будут собираться новые сегменты установки. Это позволит в конце 2023 года, когда будет готово здание инжекционного комплекса, быстро и эффективно, как конструктор легко из готовых блоков, собрать весь синхротрон.

На мероприятии, посвященному началу сборки бустера ЦКП «СКИФ», присутствовала делегация от Правительства Новосибирской области. «Се-

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

На Общем собрании РАН заместитель директора по научной работе ИЯФ СО РАН д.ф.-м.н. **Евгений Борисович ЛЕВИЧЕВ**



избран членом-корреспондентом РАН!

годня прозвучал ответ на вопрос, почему СКИФ строится здесь, в центре Сибири. Отчасти потому, что производство "начинки" для комплекса создается тоже здесь, на производстве Института ядерной физики. Это уникальное оборудование, равно которому нет в мире. Мы вне конкуренции, сегодня все заказы идут сюда, тем более необходимо усиливать производственную площадку. Опыт показывает, что оборудование, которое производится в ИЯФе, всегда успешно проходит процедуру запуска», — подчеркнула заместитель губернатора НСО Ирина Викторовна Мануйлова.

«Для нас это очередной важный этап, потому что несмотря на все сложности, мы собрали первый сегмент вовремя. Контракт выполняется в срок, и я надеюсь, что в ближайшем будущем мы уже начнем стыковать сегменты», — отметил, в свою очередь, директор ЦКП «СКИФ», заместитель директора ИЯФ СО РАН по научной работе доктор физико-математических наук Евгений Борисович Левичев.



С. М. Гуров, Г. Н. Баранов и А. И. Монастырский.

*Пресс-служба ИЯФ
Фото Юлии Ключниковой*



Итоги конкурса молодых ученых-2022

Секция физики ускорителей

1. Кладов Сергей Алексеевич, «Когерентные колебания встречных пучков на ВЭПП-2000» (рук. Е. А. Переведенцев).

2. Дорохова Дарья Вячеславовна, «Оптимизация оптики ВЭПП-4М с сибирской змейкой» (рук. С. А. Никитин).

3. Бедарев Егор Вадимович, «Исследование возможности обнаружения эффектов несохранения четности в экспериментах на ускорительном комплексе NICA» (рук. И. А. Кооп).

Кайгородцев Вячеслав Алексеевич, «Разработка системы автоматизации для измерения коэффициента вторичной электронной эмиссии геттерных покрытий» (рук. А. А. Краснов).

Мамутов Расим Закирович, «Коррекция магнитной оптической структуры ускорителя ВЭПП-4М на основе матриц отклика» (рук. С. В. Синяткин).

Секция физики элементарных частиц

1. Куценко Богдан Дмитриевич, «Изучение конверсионного распада омега мезона в нейтральный пион и электрон-позитронную пару на детекторе КМД-3» (рук. В. Ф. Казанин).

2. Фролов Егор Алексеевич, «Изучение временных эффектов в пропорциональной электролюминесценции в аргоне для двухфазных детекторов темной материи» (рук. А. Ф. Бузулуцков).

Коваленко Евгений Александрович, «Измерение $B[h_b(2P) \rightarrow Y(1S) \text{ eta}]$ с детектором Belle» (рук. А. Ю. Гармаш).

3. Чижик Глеб Станиславович, «Экспериментальное исследование процесса $e^+e^- \rightarrow n\bar{\nu} \nu$ по данным детектора СНД коллайдера ВЭПП-2000» (рук. С. И. Середняков).

Щербаков Роман Игоревич, «Разработка высокоэффективной системы регистрации» (рук. Д. Н. Григорьев).

Секция автоматизации

1. Митрохин Антон Андреевич, «Разработка распределенного ЦУП для автоматизации экспериментов с аппаратами на низкой околоземной орбите».

2. Козлов Алексей Сергеевич, «Средства диагностики помеховой обстановки космических аппаратов».

Коллектив ИЯФ поздравляет



аспиранта 3 курса (лаб. 6-0)
Дмитрия Сергеевича Винника
с присуждением
стипендии Президента!

Жадан Даниил Сергеевич, «Моделирование систем на основе пластиковых сцинтилляционных счётчиков для экспериментов СЧТФ и Mu2E» (рук. И. Б. Логашенко).

3. Жадан Анастасия Андреевна, «Моделирование детектора для Супер чарм-тау фабрики» (рук. В. В. Жуланов).

Глушак Анастасия Андреевна, «Программное обеспечение счетного рентгеновского детектора SOCOD» (рук. В. В. Жуланов).

Секция радиофизики

1. Дмитриев Максим Сергеевич, «Разработка двухполярного зарядного устройства для емкостных накопителей» (рук. А. А. Крылов).

2. Корниевский Максим Андреевич, «Синтезатор задающего генератора высокочастотной системы ускорительно-накопительного комплекса «Сибирь-2» Курчатовского института» (рук. А. А. Мурасев).

Щегольков Никита Сергеевич, «Программный комплекс системы управления каналом Бустер-Ну-клотрон комплекса NICA» (рук. А. В. Павленко).

3. Смирнов Владимир Алексеевич, «Плата контроля СВЧ усилителя мощности 400 Вт» (рук. Д. П. Суханов).

Секция синхротронного излучения

1. Новоселов Кирилл Васильевич, «Определение параметров пылевого облака при ударно-волновом нагружении металлов» (рук. К. А. Тен).

Казанцев Федор Павлович, «Развитие метода измерения магнитных полей на основе проводочки с импульсным током» (рук. Н. А. Мезенцев).

2. Осинцева Наталья Дмитриевна, «Детектирование бесселевой моды с заданным топологическим зарядом» (рук. Ю. Ю. Чопорова).

Исаев Денис Денисович, «Комплексные исследования с использованием синхротронного излучения структуры железо-замещенного гидроксипатита, полученного механохимическим синтезом» (рук. В. В. Кривенцов и Н. В. Булина).

3. Крупович Елена Сергеевна, «Анализ микроэлементов в тканях рыб озера Байкал методом РФА СИ» (рук. В. А. Трунова).

Мищенко Денис Давыдович, «In situ рентгенодифракционные исследования кальций-замещенных никелатов неодима, допированных медью, в средах с различным парциальным давлением кислорода» (рук. А. Н. Шмаков).

Секция физики плазмы

1. Шмигельский Евгений Анатольевич, «Неустойчивости быстрых ионов дейтерия в водородной мишенной плазме на установке ГДЛ» (рук. Д. В. Яковлев).

2. Мейстер Андрей Константинович, «Измерение потерь энергии на лимитере установки ГДЛ» (рук. Е. И. Солдаткина).

Байструков Михаил Андреевич, «Эволюция равновесных пучков заряженных частиц под действием внешних кильватерных полей в плазме» (рук. К. В. Лотов).

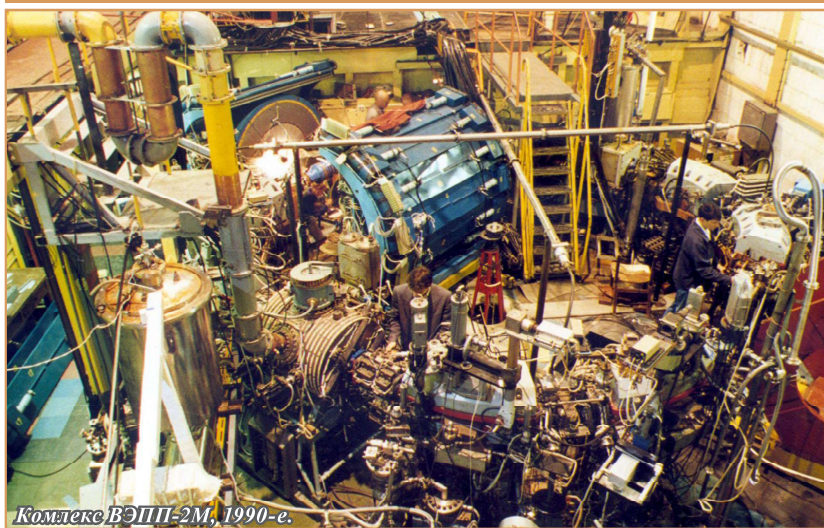
3. Асмедьянов Никита Равильевич, «Пушка Маршалла как источник плазменной струи большого давления» (рук. П. А. Багрянский).

Воинцев Вадим Александрович, «Разработка высокочастотного плазменного эмиттера с охлаждаемым фарадеевским экраном» (рук. И. В. Шиховцев).

Самцов Денис Алексеевич, «Исследование характеристик направленного потока суб-мм излучения, генерируемого в пучково-плазменной системе установки ГОЛ-ПЭТ» (рук. А. В. Аржанников).



ВЭПП-2М: НАЧАЛО



Комплекс ВЭПП-2М, 1990-е.

15 июля 2022 года исполняется 50 лет с момента появления первого пучка в электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2М. Вспомним, с чего началась история ускорителя.

1970 год. На первом в мире электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2 проведена модернизация, и в ИЯФ ведутся эксперименты с новым детектором. На сооружаемой в 13 здании установке ВЭПП-3 с планируемой энергией $2 \times 3,5$ ГэВ получен захват электронного пучка. Проведенные к этому времени эксперименты по наблюдению ро- и фи-мезонов (ВЭПП-2 и АСО) вызвали большой интерес физиков к области энергий ВЭПП-2 и ВЭПП-3, хотя пару лет назад область энергий ВЭПП-3, по мнению теоретиков, не вызывала интереса. До открытия пси-мезонов оставалось еще 4 года. Незадолго до этого появилась идея существенного увеличения светимости с использованием малой β -функции. В течение года идут дискуссии (в основном между В. Балакиным и А. Скринским), в какой области энергий быстрее могут быть получены значимые результаты. Усиление интереса к области энергий 2×700 МэВ и выше произошло после наблюдения на модернизированном детекторе на ВЭПП-2 и итальянской установке Adone многоадронных событий, не предсказываемых существующими в то время теориями. Летом этого года А. Скринский и Л. Барков активно обсуждали сложившуюся ситуацию и пришли к заключению, что наряду с разворачиванием работ по запуску ВЭПП-3 надо срочно строить

коллайдер с высокой светимостью на область энергий ВЭПП-2. И уже осенью при поддержке А. М. Будкера было принято решение о сооружении установки ВЭПП-2М, создаваемой на базе комплекса ВЭПП-2.

К этому времени имелся большой опыт, полученный в ИЯФ на ВЭП-1, ВЭПП-2 и первых зарубежных установках (АСО, Adone, Stanford rings). При выборе оптической структуры накопительного кольца нужно было удовлетворить ряду условий, таких как: получение малой β -функции в месте встречи, обеспечение набег фаз бетатронных колебаний на элементе периодичности в середине области устойчивости, выбор набег фазы между местами встречи чуть выше величины кратной π , получение большого радиального фазового объема пучков и коротких сгустков с размерами меньше β -функции и др. Еще одно важное условие для нашего случая — минимальные размеры кольца, чтобы его можно было разместить на месте установки ВЭП-1.

Был найден простейший вариант, состоящий из четырех зеркально-симметричных элементов периодичности с использованием квадрупольных линз и поворотных магнитов с однородным полем. Это был исходный вариант, состоящий из симметрично расположенных относительно места встречи дублетов квадрупольных линз, далее симметрично расположенных поворотных магнитов, за которыми идут короткие промежутки. Для того чтобы иметь лишнюю степень свободы в подстройке бетатронных частот и структуры, в эти промежут-

ки были установлены дополнительные линзы. В структуре было четыре длинных промежутка с малой β -функцией для детекторов и резонатора и четыре коротких для септум-магнитов и инфлекторов. Для вывода пучков синхротронного излучения и гамма-квантов тормозного излучения от встречных пучков поворотные магниты имеют С-образное сечение. Основным методом измерения параметров пучка и положения равновесной орбиты был оптический метод, основанный на использовании синхротронного излучения. В вакуумных камерах магнитов было 16 окон для вывода синхротронного излучения по 8 для электронов и позитронов. Два окна использовались для экспериментов с синхротронным излучением, остальные 14 окон были предназначены для систем диагностики. Оптическая система наблюдения создавалась Э. Зининым.

Коллайдер ВЭПП-2М был создан на базе закончившего работу комплекса ВЭПП-2, включавшего в себя синхротрон БЗ-М (энергия 250 МэВ) с инжектором ИЛУ (энергия 3 МэВ). В новой схеме накопитель ВЭПП-2 стал бустером, в котором поочередно накапливались позитронные и электронные пучки. К началу работы ВЭПП-2М в системе конверсии параболические линзы были заменены на цилиндрические литиевые (Г. Сильвестров), что в несколько раз увеличило скорость накопления позитронов: до 2 мА в минуту.

Размещение ВЭПП-2М относительно бустера было выбрано так, чтобы упростить каналы перевода пучков, уменьшив прежде всего число поворотных магнитов. В итоге: три импульсных септум-магнита (два впускных и один выпускной),



Слава Мишнев. Он первым увидел пучок ВЭПП-2М.



три постоянных, сопряженных с септум-магнитами и обеспечивающих параллельный перенос пучков в вертикальной плоскости, и один 90-градусный магнит, поворачивающий электронный пучок в горизонтальной плоскости. Оптическое согласование обеспечивалось пятью квадрупольными линзами.

Для увеличения акцептанса ВЭПП-2М в режиме накопления использовалась схема с предударом по циркулирующему пучку. Инфлектор, состоящий из двух согласованных пластин, находился в следующем после впуска коротком промежутке на расстоянии чуть больше 1,25 длины волны вертикального движения. Прединфлектор был расположен на таком же расстоянии перед впускным септум-магнитом. Такая схема, впервые примененная в ИЯФе, а ныне широко используемая, позволяет вести эффективное накопление без потери частиц из циркулирующего пучка.



Юрий Шатунов, Иван Кооп, Герман Тумайкин.

Все указанные факторы (осознанная коллективом физиков важность поставленной задачи, каждодневная поддержка работы руководством института, удачно выбранные физический проект и технические решения, достаточная квалификация коллектива, умноженная на энтузиазм), способствовали рекордно быстрому сооружению и запуску установки. Потребовалось примерно полтора года от начала проектирования до получения циркулирующего электронного пучка, полученного 15 июля 1972 года. Назовем основных участников работы. Это физики: А. Н. Скринский, постоянно контролирующей ситуацию, И. Б. Вассерман, И. А. Кооп, В. Кутовой, С. И. Мишнева, Г. М. Тумайкин (руководитель лаборатории), Ю. М. Шатунов, В. Ф. Туркин, А. П. Лысенко, А. Н. Кирпотин (программист), М. Н. Захваткин (электроника) и другие. И, естественно, реализация проекта была бы невозможна без плодотворного сотрудничества с лабораторией М. М. Карлинера. Системы питания магнитных элементов создавались усилиями А. С. Медведко, В. Н. Боровикова, Б. А. Баклакова, С. П. Петрова. Переход на цифровую электронику и управление от ЭВМ проводила команда В. И. Нифонтова и Э. А. Купера. Высокочастотную систему создавали В. М. Петров, Г. И. Куркин, А. А. Полунин, Е. В. Козырев (временный резонатор), И. К. Седяров, М. Н. Егорычев. Вакуумную систему курировал М. Д. Малев, электропроект выполняла группа А. А. Морозова. ВЭПП-2М создавался не на голом месте, здесь имела готовая инфраструктура комплекса ВЭПП-2 и высококвалифицированный коллектив инженеров, лаборантов и механиков. Это Е. П. Мельников, Е. Н. Харитонов, В. Н.

Ерохов, вскоре после запуска ушедшие на ВЭПП-4, П. А. Климин, Г. Д. Кочурин, Н. Н. Коршунова, П. П. Антонова (Липатова), А. А. Митько, М. И. Непомнящих, В. Селезнёв, Н. И. Чуприков, В. Н. Епанчинцев, В. И. Матросов и другие.

Эксперименты по физике высоких энергий начались в 1974 году. Быстро была получена расчетная светимость, на два порядка больше, чем на ВЭПП-2, а производительность из-за увеличения телесного угла возросла в тысячу раз. Первые результаты с детектора ОЛЯ были доложены на конференции в Дубне в 1975 году.

ВЭПП-2М оказался успешным проектом. Здесь были выполнены пионерские эксперименты по изучению радиационной поляризации, проведен эксперимент на встречных поляризованных пучках, предложен и реализован метод прецизионной калибровки энергии с использованием резонансной деполяризации, поставлены уникальные эксперименты по сравнению аномальных магнитных моментов электрона и позитрона и др. Коллайдер, имея рекордную светимость в своей области энергий, проработал на эксперименты по физике высоких энергий с небольшими перерывами на модернизацию около 25 лет. Основная часть экспериментов была поставлена на детекторах НД, СНД, КМД, КМД-2. Физиками-экспериментаторами было защищено **12 докторских и 42 кандидатских диссертаций**. Кроме того, ВЭПП-2М успешно использовался как источник синхротронного излучения. Здесь были поставлены эксперименты, необходимые для создания вакуумной системы Большого адронного коллайдера в ЦЕРНе.

И. А. Кооп, Г. М. Тумайкин

Из воспоминаний Э. М. Трахтенберга, главного конструктора ВЭПП-2М:

Для выполнения работы в первую очередь было создано конструкторское бюро. Сложилась команда более опытных: Н. И. Зубков, А. Ф. Пономарева, П. И. Батурин, А. В. Евстигнеев, Трудя Вечеславова, Володя Хорев, Г. Черных и совсем молодых конструкторов: Леня Щеголев и мои любимцы Люба черненко и Галя беленькая (Л. Г. Исаева и Г. И. Эрг).

Андрей Михайлович Будкер проявлял постоянный и очень активный интерес к ВЭПП-2М, особенно на проектной стадии. Первые пару месяцев, когда выбирались основные проектные решения, часам к десяти утра он вызывал «на ковер» к себе в кабинет Тумайкина, Мишнева и меня. Часто в этих обсуждениях участвовал А. Н. Скринский, который в это время вместе с И. Коопом тратил много времени на подготовку оптической структуры. Пару раз, когда Андрей Михайлович чувствовал себя не очень хорошо, он просил нас приехать к нему в коттедж, предоставляя нам свой знаменитый курчатовский ЗИМ... Мы не ждали, пока весь проект будет готов, первыми были разработаны основные компоненты магнитной системы, и сразу началась подготовка к их производству.

Александр Абрамович Нежевенко (гл. инженер ИЯФ) очень плотно следил за изготовлением ВЭПП-2М. Раз в неделю у него в кабинете была планерка с привлечением участников проекта.



В СЦСТИ ИЯФ СО РАН определили состав сплавов бронзовых предметов Западного Приамурья

Специалисты ИЯФ провели элементный анализ предметов из бронзы — поясных бляшек, колокольчиков, ножа, пуговиц и др., относящихся к культурам раннего железного века и раннего Средневековья (период с конца XI—X в. до н.э. до XIII—XVII вв.). Исследование специалистов Института археологии и этнографии СО РАН и Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН показало, что на протяжении 2,5 тыс. лет для изготовления предметов быта и украшений в Западном Приамурье (современная Амурская область) использовалась в основном оловянно-свинцовая или свинцово-оловянная бронза. Результаты опубликованы в журнале «Археология, этнография и антропология Евразии».

Начало исследованиям на базе ЦКП «Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения» (ЦКП СЦТИ ИЯФ СО РАН) было положено после того, как специалисты Института археологии и этнографии СО РАН в 2009 и 2012 годах провели раскопки на средневековом поселении конца IX века на Осиновом озере в Амурской области. В одном из жилищ был найден сосуд-горн для переплавки бронзы, тигель и подставки под него. Там же обнаружены поясные бляшки тюркского типа как сырье для бронзового литья, а также бронзовые колокольчики и украшения местного населения мохэ, отлитые из переплавленных пред-

метов. В 2016 году вышла статья, в которой был представлен элементный анализ этих бронзовых изделий. Он позволил разделить коллекцию изделий на группы по происхождению сырья и степени переплавки.

«В "бронзовом веке" юга Дальнего Востока выявлена асинхронность появления бронзовых предметов в культурах населения в конце II — первой половине I тыс. до н.э. Все бронзовые предметы урильской культуры были широко распространены при династиях Шан и Западное Чжоу, в карасукскую эпоху в конце II — начале I тыс. до н.э. В Приамурье присутствует меднорудная база, но она располагается в труднодоступ-

ных горных районах, и нет данных о ее использовании местным населением, поэтому мы решили уделить внимание бронзовым предметам из Западного Приамурья. Нашей целью было проверить, из какого сплава изготавливались предметы в разные эпохи раннего железного века и Средневековья», — рассказал ведущий научный сотрудник ИАЭТ СО РАН, заведующий сектором археологии бронзового и железного веков Сибири доктор исторических наук Сергей Павлович Нестеров.

Для анализа использовались 23 бронзовых предмета: лапчатая бляшка-подвеска с острова Урильский на Амуре, дольчатая бляшка с реки Анго, бронзовый нож раннего железного века и средневековые поясные бляшки центрально-азиатского облика с реки Селемджи, китайская монета династии Тан, средневековые колокольчики, пуговица, бляшки позднесредневековых дауров и др.

«Некоторые вещи явно неместного происхождения. Например, пять бляшек пояса так называемого уйгурского типа. Этот пояс очень ценили и, по всей видимости, берегли, потому что на нем заметны следы ремонта. В некоторых случаях переплавка предметов шла настолько активно, особенно



Украшения из археологических памятников Амурской области из бронзы (1-14), серебра (15) и золота (16) раннего железного века (1-3, 5, 6), раннего Средневековья (4, 5, 7-12, 15, 16) и дауров (13, 14)



Поселение Осиновое Озеро. Комплекс предметов для плавки цветного металла (1-3, 5), реконструкция сосуда-горна (4)



тюркских вещей, что установить источник бронзы практически невозможно. Скорее всего, бронзовые предметы чаще попадали из Манчжурии», — пояснил С. П. Нестеров.

В рамках исследования на станции локального и сканирующего рентгенофлуоресцентного элементного анализа СЦСТИ ИЯФ СО РАН был проведен элементный анализ бронзовых предметов. С помощью бура стоматологической бормашины с их поверхности механическим способом была удалена патина. Площадь очистки составила примерно 5–10 мм². Образец бронзового предмета помещался в измерительную камеру станции таким образом, чтобы пучок монохроматизированного синхротронного излучения попадал на специально очищенную поверхность. Для расчета концентраций химических элементов в образцах бронзовых изделий использовался метод внешнего стандарта.

«В его качестве использовался образец бронзы, приложенный в комплекте со спектрометром ARTAX-400 фирмы BRUKER. Измерялись соответственно спектры исследуемого образца и стандартного, а затем они сопоставлялись. Нашей целью было посредством элементного анализа на источнике СИ получить доказательства к тем выводам, которые делают археологи другими методами. Была предпринята попытка установить регион и место выплавки образцов, чтобы привязать найденные бронзовые предметы к археологическому периоду и культуре», — прокомментировал ведущий электроник лаборатории моделирования динамики эндогенных и техногенных систем Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН Юрий Петрович Колмогоров.

Результаты исследования показали, что элементный состав наиболее ранних в данном списке трех предметов XI–X веков до нашей эры соответствует двум бронзовым сплавам: оло-

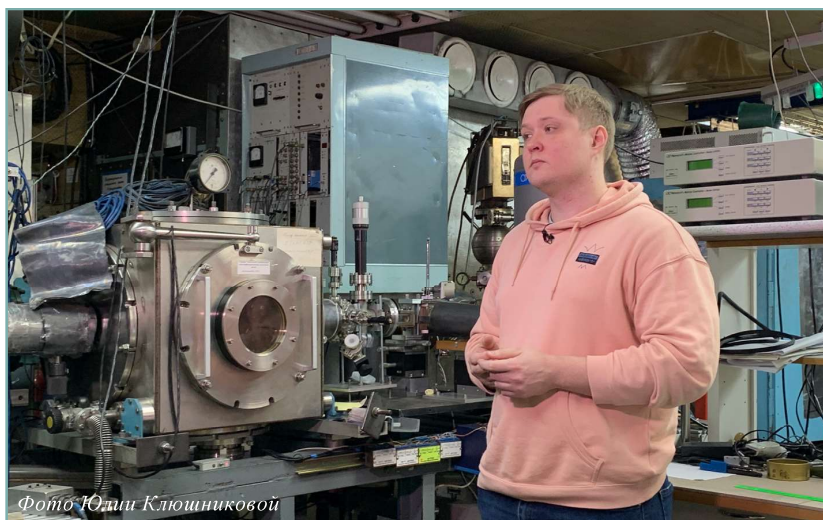


Фото Юлии Ключниковой

Междисциплинарные исследования на станции «Локальный и сканирующий рентгенофлуоресцентный элементный анализ» комплекса ВЭПП-3 проходят при участии младшего научного сотрудника ИЯФ Федора Андреевича Дарьина.

вянно-свинцовому и оловянно-му. Из первого отлиты лапчатая бляшка и нож. При этом в составе металла ножа больше свинца и серебра, а в бляшке — олова. Что касается дольчатой бляшки, сделанной из оловянной бронзы, то особенностью сплава является большее содержание железа. Сравнение сплавов раннесредневековых поясных украшений с реки Селемджи и с поселения Осинное Озеро показало, что они изготовлены из свинцово-оловянной бронзы со схожим содержанием добавок.

«Мы выяснили, что на протяжении примерно 2,5 тыс. лет для изготовления предметов в Западном Приамурье использовалась в основном оловянно-свинцовая или свинцово-оловянная бронза. Состав бронзы был одинаков на протяжении почти всего этого длительного периода, но при этом для разных вещей использовались разные добавки, чтобы придать необходимое для каждой категории качество: ножам — прочность, колокольчикам — мелодичный звон, украшениям — оттенок благородных металлов. Всё зависело от знаний мастера-литейщика», — сказал С. П. Нестеров.

Появление металла в хозяйстве населения Приамурья и Приморья связано с проблемой существования на данных тер-

риториях так называемого бронзового века и феномена раннего появления железа и чугуна (в XI–X веках до н.э.). Обстоятельство, при котором не всегда можно сказать, какой металл (бронза или железо) определяет стадии археологических культур, привело к введению термина «палеометалл». Он демонстрирует особенность освоения металла на Дальнем Востоке, а именно: близость появления по времени бронзы и железа.

По мнению исследователей, средневековые изделия центральноазиатского облика могли попасть в Западное Приамурье либо с мигрантами сумо мохэ или уйгурами, либо в качестве товара. Лом подобных вещей приамурские мастера использовали для переплавки и изготовления украшений мохэского типа. «А вот золото и серебро в раннем Средневековье, скорее всего, могли добывать на месте. По мере освоения территории мохэские ювелиры-литейщики не только находили месторождения золота и серебра, узнавали свойства металла, но и овладевали навыками использования добавок для получения качественного благородного металла для украшений», — отметил С. П. Нестеров.

Победители конкурса молодых ученых-2022



Победители КМУ-2022 с директором ИЯФ П. В. Логачёвым. Фото Натальи Купиной.

Фотовыставка к юбилею СО РАН



Фото Юлии Ключниковой

На проспекте академика Коптюга открылась фотовыставка, посвященная 65-летию Сибирского отделения РАН. Ее организаторами являются Выставочный центр СО РАН и Музей Новосибирска.

Информационная часть экспозиции повествует о разных этапах развития Отделения и свершениях минувших десятилетий, а также о современных проектах, определяющих будущее науки в Сибири. Посетители узнают об источнике синхротронного излучения 4-го поколения «СКИФ», строительство которого ведется в Кольцово, и Национальном гелиогеофизическом комплексе РАН в Прибайкалье; познакомятся с практическим вкладом СО РАН в борьбу с коронавирусом и в восстановление экологического равновесия в Красноярском крае и Забайкалье. Раздел «Люди эпо-

хи» посвящен легендарным личностям, стоявшим у истоков новосибирского Академгородка, чьи памятные даты отмечаются в этом году. Это академики Б. В. Войцеховский (100-летие), Д. К. Беляев (105-летие), Л. В. Канторович Н. Н. Ворожцов (115-летие) и А. В. Николаев (120-летие).

«Проставление Совета Министров СССР по созданию новосибирского Академгородка было выполнено полностью. Сюда приехали великолепные ученые, столпы советской науки, что многократно усилило интеллектуальный потенциал нашего региона. Несмотря на все катаклизмы, которые происходили со страной, мы остались едиными и работоспособными — именно благодаря тому, что нас создавали великие люди», — сказал председатель СО РАН академик Валентин Николаевич Пармон на торжественном открытии выставки.

Экспозиция будет работать до конца сентября.

Адрес редакции: г. Новосибирск,
Пр. ак. Лаврентьева, 11, к. 423
Редактор Ю. В. Ключникова
Телефон: (383) 329-49-80
Yu.V.Klyushnikova@inp.nsk.su
Выходит один раз в месяц.

Издается
ученым советом и профкомом
ИЯФ СО РАН.
Отпечатано в типографии ООО
«ГРАУНД». Печать офсетная.
Заказ №44

ISSN 2587-6317



9 772587 631007

Тираж 500 экз. Бесплатно.