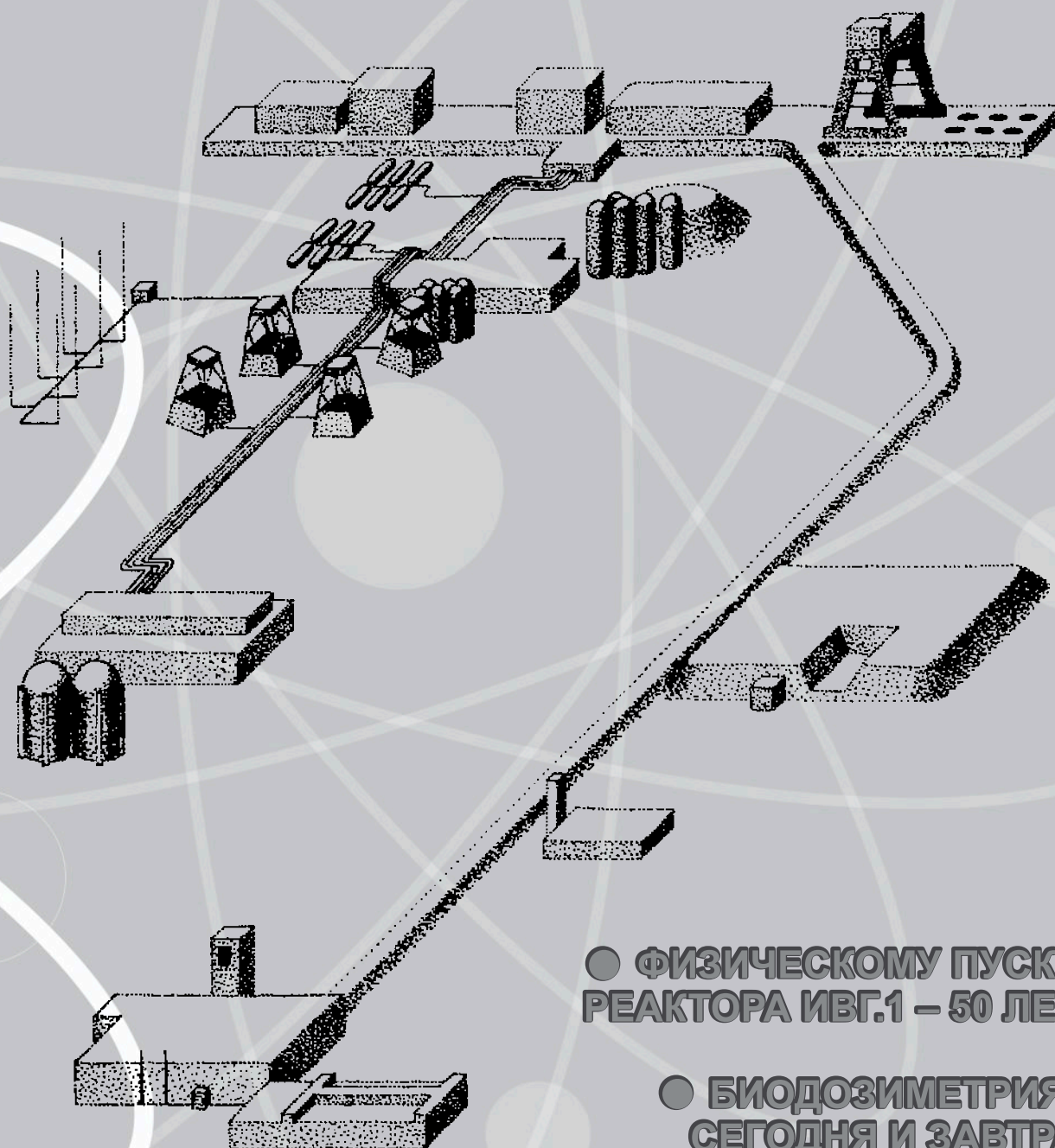




Атом во имя прогресса!

# ЧЕЛОВЕК. ЭНЕРГИЯ. АТОМ

Научно-публицистический журнал №2 (38) 2022



● ФИЗИЧЕСКОМУ ПУСКУ  
РЕАКТОРА ИВГ.1 – 50 ЛЕТ

● БИДОЗИМЕТРИЯ:  
СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

● СОХРАНЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ  
СЕЙСМОГРАММ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

● ПОКОЛЕНИЕ ОСНОВАТЕЛЕЙ



**В перечне канонических этапов жизненного цикла любой реакторной установки особое место занимает физический пуск. Результатом физического пуска является экспериментальное получение с высокой точностью физических параметров реактора, знание которых необходимо для обеспечения его безопасной работы.**

**В этом году первому физическому пуску реактора ИВГ.1 – 50 лет. О первом физическом пуске реактора ИВГ.1, экспериментальных исследованиях, конверсии реактора ИВГ.1М читайте на стр. 20**

## СОДЕРЖАНИЕ

*Послание Главы государства К.К. Токаева народу Казахстана* ..... 4

### **АТОМ И ОБЩЕСТВО**

*Физическому пуску реактора ИВГ.1 – 50 лет* ..... 20

*Перспективные направления для исследований: водородная энергетика* ..... 30

### **ПОЛИГОН**

*Биодозиметрия: сегодня и завтра* ..... 36

*Оценка влияния последствий проведения ядерных испытаний на растительные комплексы  
бывшего Семипалатинского испытательного полигона* ..... 42

*Сохранение исторических сейсмограмм ядерных испытаний* ..... 45

*Исследование вопроса о сейсмичности территории полигона* ..... 50

**ХРОНИКА** ..... 56

### **ЗОЛОТЫЕ КАДРЫ**

*Поколение основателей* ..... 70

### **СВЯЗЬ ВРЕМЕН**

*Записки советского инженера* ..... 76





# Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана



# СПРАВЕДЛИВОЕ ГОСУДАРСТВО. ЕДИНАЯ НАЦИЯ. БЛАГОПОЛУЧНОЕ ОБЩЕСТВО

## Уважаемые соотечественники! Уважаемые депутаты, члены Правительства!

В соответствии со статьей 59 Конституции Республики Казахстан объявляю третью сессию Парламента VII созыва открытой.

### Уважаемые депутаты!

Поздравляю всех с началом очередной сессии Парламента!

В этом году наша страна вступила в новый этап развития.

На общенациональном референдуме большинство граждан поддержало курс на политическую модернизацию.

Конституционная реформа стала основополагающим шагом в созидании Нового Справедливого Казахстана.

Продолжением политической модернизации должны стать структурные экономические преобразования.

Нам предстоит глубинная перестройка отношений в триаде «гражданин – бизнес – государство».

В первую очередь, государство обеспечит равенство возможностей и справедливость для всех.

Будут гарантированы высокий уровень общественных благ и поддержка социально уязвимых категорий населения, в том числе граждан с особыми потребностями. Будет создан соответствующий институт Омбудсмана при Президенте.

Государство будет всецело поддерживать экономическую свободу, но в то же время будет решительно защищать граждан при чрезмерных колебаниях рынка.

Мощное развитие получит малый и средний бизнес.

Теперь обозначу конкретные направления реформ.

### ПЕРВОЕ.

#### НОВАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

Системные проблемы нашей экономики хорошо известны. Это сырьевая зависимость, низкая производительность труда, недостаточный уровень инноваций, неравномерное распределение доходов.

Безусловно, все это – сложные проблемы, но существуют конкретные пути их решения.

Это макроэкономическая стабильность, диверсификация экономики, цифровизация, развитие малого и среднего бизнеса, человеческого капитала, обеспечение верховенства закона.

Однако ощутимого прогресса в этих вопросах до сих пор нет. Очевидно, нужны новые подходы.

Базовая цель нашей экономической политики остается неизменной – качественный и инклюзивный рост благосостояния наших граждан.

Приоритетами нового экономического курса станут:

- стимулирование частной предпринимательской инициативы, то есть отход от госкапитализма и чрезмерного вмешательства государства в экономику;

- развитие конкуренции, то есть обеспечение равных возможностей для всех;

- и, конечно, справедливое распределение национального дохода.

Все это предполагает решение ряда первоочередных задач.

Первое. Административное регулирование цен снижает инвестиционную привлекательность целых отраслей, приводит к дефициту товаров и зависимости от импорта.

Поэтому предстоит поэтапно отказаться от вмешательства государства в ценообразование.

Исключение составят неконкурентные рынки – тарифы монополистов останутся под плотным контролем. Но контроль вовсе не означает давление.

Сегодня участились случаи, когда государственные органы, включая силовые, кинулись проверять бизнес и требовать снижения цен и тарифов. Подобные популистские действия надо прекращать.

Важно соблюсти баланс между необходимостью ограничения прибыли монополий и обеспечения инвестиций в инфраструктуру.

В стране изношены две трети сетей электроснабжения, 57% тепловых коммуникаций и почти половина водопроводных сетей. Эти цифры говорят сами за себя.

Искусственное сдерживание тарифов чревато веерными отключениями, авариями, и, как итог, угрозой здоровью и жизни граждан.

На монопольных рынках необходимо перейти к новой тарифной политике «Тариф в обмен на инвестиции».

Показатели износа сетей и мощностей нужно сократить минимум на 15%.

Тариф будет предоставляться в обмен на вложения в инфраструктуру и участие в системе государственного мони-

торинга для обеспечения прозрачности. Весомую часть инвестиций собственник должен внести из своих средств, а не за счет тарифа.

Следует разработать действенные стимулы для внедрения инноваций, разрешить перераспределять часть затрат внутри тарифной сметы и сохранять определенную долю дохода.

Предстоит постепенно отказаться от перекрестного субсидирования тарифов, при котором цены для одних потребителей сдерживаются посредством повышенной стоимости услуг для других.

Второе. Для дальнейшей демонополизации экономики требуются институциональные решения.

Следует на законодательном уровне определить понятие «конгломерат».

Связанные друг с другом субъекты рынка обязаны получать разрешение на экономическую концентрацию.

Все их сделки должны тщательно проверяться, в том числе на признаки применения нерыночных цен.

На развитие рыночной экономики негативно влияет деятельность единых операторов.

Поэтому следует отрегулировать данный институт.

Существующих операторов нужно передать в конкурентную среду либо признать монополистами, и регулировать их деятельность в рамках специального антимонопольного права.

Третье. Устойчивый экономический рост напрямую зависит от понятной, предсказуемой налоговой политики.

В целях перезагрузки фискального регулирования в 2023 году будет подготовлен новый Налоговый кодекс.

Его наиболее проблемный блок – налоговое администрирование – должен быть полностью обновлен.

Предстоит также обеспечить полную цифровизацию налогового контроля, исключив любое очное взаимодействие.

Еще один приоритет – повышение эффективности налогового стимулирования.

Для этого следует перейти к дифференцированным налоговым ставкам в разных секторах экономики.

Нужно внедрить механизмы снижения или освобождения от корпоративного подоходного налога с прибыли, направленной на технологическую модернизацию и научные разработки.

Потребуется упростить специальные налоговые режимы с тем, чтобы минимизировать соблазны для уклонения от уплаты налогов.

В новом кодексе следует предусмотреть недопущение намеренного дробления организаций с целью снижения налоговой нагрузки.

Для развития цивилизованной торговли предстоит расширить применение розничного налога с адекватными ставками и простыми процедурами.

В рамках налоговой реформы важно рассмотреть возможность введения так называемого «налога на роскошь».

Он будет взиматься при приобретении дорогостоящих объектов недвижимости, транспортных средств и не затронет средний класс.

Отдельно остановлюсь на теме сборов при покупке автомобилей.

Всем известна проблема с автомобилями из некоторых стран ближнего зарубежья.

Они остаются вне правового поля, создавая угрозу общественной безопасности.

Необходимо принять решительные меры для перекрытия всех нелегальных каналов ввоза машин впредь.

При этом надо урегулировать ситуацию с такими автомобилями, ввезенными до 1 сентября текущего года.

Для их легализации предлагаю применить в разовом порядке единый сбор за утилизацию и первичную регистрацию в размере, не превышающем 200-250 тысяч тенге.

Эта мера должна коснуться автомобилей, не находящихся в розыске и прошедших таможенную «очистку».

Четвертое. Эффективная налоговая политика тесно связана с прозрачным таможенным администрированием.

Важно завершить полноценную интеграцию налоговой и таможенной информационных систем.

Далее. Множество проверяющих – одна из главных причин неэффективности.

Поэтому на границе необходимо внедрить механизм интегрированного таможенного контроля.

Центры таможенного оформления должны работать по принципу «одного окна».

Пятое. Нам нужно научиться жить по средствам.

Модель бюджетной политики будет реформирована путем перехода от «управления бюджетом» к «управлению результатами».

Непосредственно в Бюджетном кодексе предстоит закрепить предельные нормативы, обязательные для соблюдения при планировании и исполнении бюджета.

Будет прекращена практика неэффективного расходования ресурсов Национального фонда. Это крайне важно.

При этом трансферты из Нацфонда продолжатся, но исключительно на развитие критической инфраструктуры и проекты общестранового значения.

Предстоит кардинально упростить бюджетные процессы.

Нужно также позволить государственным органам переносить неосвоенные средства на следующий год. Это решение позволит избавиться от неэффективной практики возврата денег в бюджет.

Одновременно предстоит запустить систему управления бюджетными рисками, охватывающую в том числе квазигосударственный сектор.

Мы начали передачу в регионы налоговых поступлений, данную работу нужно продолжить.

Зарекомендовавший себя проект «Бюджет народного участия» следует масштабировать на города районного значения и села.

При этом с вовлечением общественности должны формироваться не менее 10% расходов на ЖКХ.

Для эффективной реализации обозначенных подходов необходимо принять новый Бюджетный кодекс.

Шестое. Системная поддержка предпринимательства.

Здесь, в первую очередь, необходимо запустить полноценное «регулирование с чистого листа». Это поручение войдет в силу уже два года.



Вместо бесконечных корректировок сотен и тысяч подзаконных документов и инструкций следует утвердить новые компактные и понятные правила работы.

В полной мере такой подход нужно реализовать с 1 января 2024 года.

Далее. При оказании финансовой поддержки государство будет отдавать приоритет конкурентоспособным малым и средним предприятиям.

Базовыми критериями для такой помощи станут рост фонда оплаты труда и увеличение налоговых отчислений.

Параллельно будет внедрена автоматизированная система определения получателей мер господдержки.

Предстоит выстроить качественно новую систему государственных закупок.

В приоритете должно быть качество закупаемых товаров и услуг, а не минимальная цена.

Закупки государственных и квазигосударственных организаций необходимо перевести на единую платформу.

Для реализации данных подходов потребуются принять новый закон «О государственных закупках».

Седьмое. Следует перейти на новую модель государственно-частного партнерства.

Сегодня многие проекты ГЧП стали «кормушкой» для недобросовестных предпринимателей и чиновников.

Контракты в этой сфере должны быть прозрачными и заключаться на конкурсной основе.

Для повышения эффективности данного механизма нужно принять соответствующий закон.

Восьмое. Серьезной проблемой для отечественного бизнеса остается нехватка кредитных ресурсов.

Недофинансирование малого и среднего бизнеса в Казахстане составляет около 42 миллиардов долларов.

При этом в банках накоплена многотриллионная ликвидность, которая фактически не работает на экономику.

Нацбанк, Агентство по финрегулированию, Правительство должны найти конкретные решения, обеспечивающие стабильное и доступное кредитование реального сектора.

С учетом сложнейшей специфики ситуации Нацбанку следует проявлять большую гибкость, я бы сказал, изобретательность. Положительные примеры за рубежом имеются.

Девятое. Земля – базовый фактор производства. Без доступа к ней ведение бизнеса невозможно.

До конца года нужно выработать действенные подходы для оперативного и прозрачного выделения предпринимателям земельных участков.

В каждом регионе и крупном населенном пункте следует провести оценку наличия незанятых или не используемых по назначению земель.

Эта информация должна быть полностью доступна бизнесу.

Уверен, указанные меры повысят конкурентоспособность не только предпринимательского класса, но и экономики в целом.

## **ВТОРОЕ. РАЗВИТИЕ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА**

Прежде всего, потребуется значительно упростить законодательство и процедуры для привлечения инвестиций в разработку недр.

Нужно завершить создание единого банка данных геологической информации.

Поручаю Правительству повысить инвестиционную привлекательность индустриального сектора.

В прошлом году по моему поручению была проведена оценка эффективности всех специальных экономических зон. По ее итогам определены проблемные места и намечены новые подходы.

Теперь нужно перейти к принципиально другой политике по развитию СЭЗ.





Особую значимость этот вопрос приобретает в связи с релокацией в Казахстан зарубежных предприятий.

К предоставлению инвестиционных льгот для СЭЗ следует подходить дифференцированно. Главным здесь должен быть принцип: чем больше вложения, тем больше льготы.

При этом инвесторам, не подпадающим под приоритетные виды деятельности, но реализующим важные промышленные проекты, можно выдавать земельные участки без применения налоговых и таможенных преференций.

Предстоит также решить вопрос права земельной собственности на территории СЭЗ для предприятий, добросовестно выполнивших все инвестиционные обязательства.

В целом, необходима системная работа по привлечению инвестиций. Это приоритетная задача Правительства.

Далее. Как уже говорилось, государство будет последовательно снижать свое участие в экономике.

Фонд «Самрук-Казына» трансформируется в инвестора, владеющего только мажоритарным пакетом, достаточным для контроля ключевых секторов экономики.

Другие активы и акции Фонда будут приватизированы, в том числе через механизм «Народное IPO».

В качестве соинвестора «Самрук-Казына» будет участвовать только в критически значимых проектах, которые не могут быть реализованы частными инвесторами. Такие проекты будут определяться Президентом.

Следующий вопрос – укрепление транзитного потенциала страны.

С учетом текущей геополитической ситуации Казахстан становится важнейшим сухопутным коридором между Азией и Европой.

Нам нужно в полной мере использовать открывающиеся возможности и стать транспортно-транзитным узлом действительно мирового значения.

Казахстан уже начал реализацию таких крупных проектов, как создание контейнерного хаба в Актау, развитие Транскаспийского коридора. К данной работе будут привлечены передовые логистические компании мира.

Национальная компания «Қазақстан теміржолы» будет преобразована в полноценную транзитно-логистическую корпорацию.

Отдельное внимание нужно уделить качеству строительства автомобильных дорог, в том числе местного значения.

Несмотря на огромные бюджетные вливания, эта проблема не сходит с повестки дня.

Ранее я поручал к 2025 году довести долю местных дорог, находящихся в хорошем состоянии, до 95%. Правительству нужно взять данный вопрос под прямой контроль.

Необходимы конкретные результаты в работе по выявлению нарушений при строительстве дорог.

До сих пор наблюдаются перебои с обеспечением битумом. Это нонсенс для крупной нефтедобывающей страны.

Правительство должно окончательно решить эту проблему.

В целом, говоря откровенно, системные провалы работы Правительства, постоянно возникающие дефициты топлива, то сахара приводят к справедливому негодованию

граждан. Это следствие неповоротливости, нерешительности кабинета министров.

Если так будет продолжаться, придется вновь принимать конкретные кадровые решения.

Далее. Важное место в структуре национальной экономики занимает строительный сектор. Он генерирует 5-6% ВВП страны, а с учетом смежных отраслей – значительно больше.

Между тем сегодня в Казахстане архитектурно-строительную деятельность регулируют свыше 2,5 тысяч различных документов.

Сформирована запутанная, забюрократизированная система, которая плодит коррупцию.

До сих пор используются устаревшие строительные стандарты и нормы.

Поэтому поручаю Правительству принять концептуально новый документ – Градостроительный кодекс.

По каждому городу следует создать функциональные интерактивные карты земельных участков и схем коммунальных сетей.

В земельном кадастре карты участков промышленного назначения нужно дополнить актуальными схемами транспортной и коммунальной инфраструктуры.

Одной из ключевых остается проблема развития сельского хозяйства.

Состояние отрасли напрямую влияет на продовольственную безопасность страны.

Предстоит решить стратегическую задачу увеличения объемов производства и повышения добавленной стоимости отечественной сельхозпродукции.

Время, когда можно было просто продавать зерно и скот, ушло в прошлое.

Правительство должно подготовить новые долгосрочные подходы к субсидированию отрасли.

Бюджетные средства должны давать эффективную отдачу.

Государство больше не будет разбрасывать деньги направо и налево.

Необходимо усилить контроль за выделением и освоением субсидий.

Большие перспективы для развития аграрной сферы открывает сельская кооперация.

Был реализован соответствующий пилотный проект. По его итогам урожайность в сельхозкооперативах, участвовавших в нем, увеличилась в два раза, а прирост поголовья – почти на четверть.

Данный успешный опыт нужно поэтапно масштабировать по всей стране с учетом специфики регионов.

Отрасль остро нуждается в передовых технологических решениях.

Сейчас для развития сельского хозяйства нет полноценной информации.

Все разрозненные сведения о состоянии сельскохозяйственных земель, водных ресурсах, ирригационных системах и транспортной доступности будут объединены на единой цифровой платформе.

В целом, со следующего года агропромышленный комплекс страны должен заработать по новым и стабильным правилам.

Хочу отдельно остановиться на деятельности Комиссии по изъятию неиспользуемых земель.

В рамках ее работы государству уже возвращено около 2,9 миллиона гектаров сельхозземель. До конца года планируется возврат не менее 5 миллионов гектаров.

Общая площадь неиспользуемых или выданных с нарушением законодательства земель, составляет около 10 миллионов гектаров.

Правительство и акимы должны принять конкретные решения по ним до конца 2023 года. Тем более, что мораторий на проверки, связанные с земельными вопросами, снят.

Серьезным барьером для устойчивого экономического развития страны является нехватка водных ресурсов.

В текущих реалиях эта тема переходит в разряд вопросов национальной безопасности.

Сокращение внешнего притока воды усугубляется ее неэффективным использованием – потери достигают до 40%.

Другие характерные проблемы сферы: высокая изношенность инфраструктуры, низкий уровень автоматизации и цифровизации, отсутствие научного сопровождения и дефицит кадров.

Для их решения необходимо активизировать работу Водного совета при Правительстве с привлечением экспертов.

В целях подготовки востребованных специалистов требуется определить сильный базовый вуз.

В целом, для развития водной отрасли нужно подготовить трехлетний проект.

### **ТРЕТЬЕ. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИНВЕСТИЦИИ В БУДУЩЕЕ СТРАНЫ**

Люди – главная ценность нашей страны.

Поэтому справедливое распределение национальных богатств и предоставление равных возможностей каждому гражданину – ключевая цель наших реформ.

Гармоничное развитие общества возможно только при условии обеспечения здоровья нации.

Несмотря на реформы в сфере здравоохранения, состояние данной отрасли оставляет желать лучшего.

Очевидно, что весь комплекс накопившихся проблем невозможно решить одновременно. Поэтому следует сконцентрировать усилия на критически важных аспектах, одним из которых является система финансирования.

Хроническое недофинансирование отрасли приводит к тому, что застрахованные граждане недополучают положенный им объем медицинских услуг.

Усугубляет ситуацию искусственное разделение медицинской помощи на гарантированный государством и страховой пакеты.

Приходится констатировать отсутствие страховой модели как таковой. Это большое упущение.

Необходимо наконец запустить систему добровольного медицинского страхования.





Поручаю Правительству пересмотреть подходы к финансированию здравоохранения и социальной сферы в целом.

Особое внимание следует уделить комплексному улучшению медицинской инфраструктуры, в том числе посредством государственно-частного партнерства.

Медицина – инвестиционно привлекательная отрасль, нужно только создать правильные условия.

Мной принято решение уже со следующего года начать реализацию национального проекта, нацеленного на нужды сельских жителей нашей страны.

В течение двух лет будут построены и полностью оснащены медицинские и фельдшерско-акушерские пункты в 650 селах, в которых сегодня нет медучреждений.

Тем самым государство обеспечит доступ к первичной медико-санитарной помощи более миллиону граждан.

В рамках нацпроекта 32 районные больницы будут модернизированы и преобразованы в межрайонные многопрофильные учреждения.

В них появятся консультные центры, отделения хирургии, реанимации и реабилитации.

Это позволит повысить качество медицинских услуг для более чем четырех миллионов граждан.

Кроме того, получит развитие телемедицина, которая открывает доступ к квалифицированной помощи жителям отдаленных районов.

Для повышения конкурентоспособности отечественного здравоохранения нужно последовательно совершенствовать систему подготовки врачей.

При медицинских вузах будут созданы многопрофильные университетские больницы и клиники.

В течение трех лет ежегодное количество грантов на подготовку в резидентуре будет увеличено на 70%.

Все эти меры позволят не на словах, а на деле улучшить здоровье нашей нации.

Следующий важный вопрос – состояние системы образования, которая играет решающую роль в повышении потенциала нации.

У нашего народа есть пословица: «Ел боламын десең, бесігінді түзе» («Будущее страны формируется в колыбели младенца»).

Поэтому сфера дошкольного воспитания должна быть приоритетной.

Однако сегодня в Казахстане дошкольным образованием охвачено лишь чуть больше половины детей в возрасте от 2 до 6 лет. Подобная ситуация недопустима.

Необходимо кардинально решить вопрос обеспеченности детскими садами.

Вместе с тем следует принять действенные меры для повышения социального статуса и заработной платы воспитателей.

При этом нужно установить четкие требования к специалистам данной сферы и поэтапно снижать рабочую нагрузку.

Движущей силой прогресса в образовании являются переданные своему делу педагоги.

Поэтому аттестовывать нужно не детские сады, а воспитателей.

Еще одним значимым фактором формирования успешной нации является качество среднего образования.

Каждый казахстанский школьник должен иметь достойные условия для обучения и всестороннего развития.



Именно на это нацелен новый национальный проект «Комфортная школа».

До 2025 года мы создадим 800 тысяч ученических мест, отвечающих современным требованиям. Это позволит полностью решить проблему аварийных и трехсменных школ.

Данная мера также значительно нивелирует разницу между качеством образовательной инфраструктуры в городах и селах.

В целом, строительство новых школ должно быть одной из приоритетных задач Правительства и акимов.

Все незаконно полученные средства, которые поступают в распоряжение государства в результате судов над коррупционерами, должны расходоваться на строительство школ.

Правительству следует принять решение о юридическом оформлении этой акции.

Крайне важно обеспечить максимальную доступность школьной формы для всех учащихся.

Считаю, что детям из отдельных социально уязвимых категорий государство должно предоставлять ее за счет бюджета.

Целевые государственные заказы на приобретение школьной формы нужно направить на развитие отечественной легкой промышленности.

Глубоко убежден, что решающую роль в построении Справедливого Казахстана сыграют школьные учителя.

Для повышения привлекательности этой профессии в последние годы государство сделало немало.

Однако в данном направлении все еще требуются дополнительные изменения.

Предстоит принять новый стандарт аккредитации педагогических вузов и выработать рамку компетенций педагога.

Учитывая глобальный научно-технический прогресс, важно усилить в старших классах преподавание предметов естественно-математического цикла и английского языка.

В обществе ведутся дискуссии вокруг преподавания в школах казахского и русского языков. Скажу предельно ясно: мы должны воспитывать детей, хорошо владеющих и казахским, и русским языками.

Это в интересах подрастающего поколения. Министерство просвещения должно исходить именно из интересов детей, не идти на поводу популистов. Подрастающее поколение в плане полученных знаний, в том числе владения языками, должно твердо стоять на обеих ногах. Их знания – наша сила.

В свою очередь, учебным заведениям технического и профессионального образования нужно ориентироваться на реальные потребности рынка труда и соответствовать задачам нового экономического курса страны.

При этом необходимо последовательно выстраивать партнерские отношения с родителями и учениками, которые должны нести свою долю ответственности за качество и востребованность получаемых знаний и навыков.

Именно с этой целью планируется внедрить персональные образовательные ваучеры.

Все средства, предоставляемые государством на обучение ребенка, в том числе внеклассное, будут аккумулироваться на единых образовательных счетах.

По сути, это станет первичным целевым капиталом детей, который они смогут инвестировать в свое образование.

Данный шаг позволит на практике реализовать принцип равных возможностей для каждого гражданина нашей страны.

В этой логике развития необходимо продолжать реформы и в сфере высшего образования.



По мере повышения качества отечественных вузов будет возрастать и стоимость обучения в них.

Поэтому государство планирует выделять образовательные гранты, которые в зависимости от результатов ЕНТ и иных показателей будут дифференцированы по размеру – от 30 до 100%.

Будут предоставляться и льготные кредиты на обучение под 2-3% годовых.

Указанные меры сделают высшее образование более доступным, а также укрепят в обществе идеологию партнерства и взаимной ответственности.

Следующий чувствительный вопрос – обеспечение студентов общежитиями.

Для решения этой проблемы нужно активно внедрять механизм государственно-частного партнерства с вузами и строительными компаниями.

В то же время считаю, что перекладывать решение всех проблем на плечи государства неправильно.

Поэтому наличие общежитий должно быть одним из критериев доступа частных вузов к государственному финансированию.

Разумеется, такие требования к учебным заведениям следует внедрять постепенно.

Можно также проработать возможность субсидирования затрат на проживание для отдельных социально уязвимых категорий студентов.

Ключевым звеном развития образовательной экосистемы должны стать эндаумент-фонды при вузах.

В ведущих университетах мира такие фонды целевого капитала являются основой устойчивого финансирования науки и инноваций.

Базовым фактором повышения благосостояния народа является рост зарплат, адекватных рыночным условиям.

Государство внедрит новую методику определения минимальной заработной платы, которая позволит поэтапно увеличивать ее размер.

Мной принято решение поднять уровень минимальной заработной платы с 60 до 70 тысяч тенге. Это напрямую затронет доходы 1,8 миллиона граждан.

Предстоит существенно перезагрузить пенсионную систему.

Следует последовательно довести минимальную базовую ставку пенсии до 70% от прожиточного минимума, а максимальную – до 120%. Вместе с ранее принятыми решениями это позволит к 2025 году увеличить совокупную пенсию в среднем на 27%.

Более того, учитывая широкий социальный запрос, планка пенсионного возраста для женщин будет до 2028 года зафиксирована на уровне 61 года.

Необходимо разработать эффективную инвестиционную стратегию Единого накопительного пенсионного фонда.

Туда можно привлечь частные компании с безупречной репутацией и высокопрофессиональными командами.

Потребуется скорректировать и систему социального обеспечения.

Мы увеличим период выплат по уходу за ребенком до полутора лет уже с 1 января 2023 года. Родители дольше будут со своими детьми в самом важном младенческом возрасте.

Для участников системы соцстрахования выплаты по потере работы повысятся до 45% от среднемесячного дохода. Это поможет им легче и быстрее вернуться к трудовой деятельности.

Важным элементом благополучия граждан станет создание единой системы адресной социальной помощи.

С 2023 года планируется внедрить Цифровую карту семьи и Социальный кошелек.

В рамках этих инициатив будут интегрированы различные меры государственной поддержки. Они станут понятными и самое главное – точечными и проактивными.

Всесторонняя поддержка молодежи – один из наших безусловных приоритетов.

В следующем году различными мерами занятости будут охвачены около 100 тысяч молодых людей.

Для поддержки молодежного предпринимательства будет запущен отдельный механизм льготного микрокредитования под 2,5% годовых.

Предлагаемые меры позволят повысить эффективность системы социальной защиты граждан, сделают наше общество более гармоничным и справедливым.

Принятые на общенациональном референдуме поправки в Конституцию стали символом Справедливого Казахстана.

Мы закрепили в Основном законе ключевой принцип, по которому земля и природные ресурсы принадлежат народу. Это не просто красивая декларация, а лейтмотив всех реформ.

Каждая семья должна получить реальную отдачу от использования национальных богатств страны.

Поэтому считаю исключительно важным в рамках объявленного мной Года детей дать старт принципиально новой программе «Нацфонд – детям».

Предлагаю отчислять 50% от ежегодного инвестиционного дохода Национального фонда на специальные накопительные счета детей до достижения ими 18 лет, без права досрочного снятия.

По достижении совершеннолетия накопленные суммы будут направлены на приобретение жилья и получение образования.

Эти средства дадут подрастающему поколению настоящую путевку во взрослую жизнь.

Фонд действительно обретет статус национального и будет служить интересам народа.

Учитывая необходимость тщательной проработки этого масштабного начинания, поручаю запустить проект с 1 января 2024 года.

Еще одной инициативой, соответствующей духу Нового Казахстана, станет ежегодное перечисление не менее 7% от чистого дохода фонда «Самрук-Казына» в общественный фонд «Қазақстан халқына».

Кроме того, уверен, что успешные предприниматели и состоятельные граждане продолжают вносить средства в данный фонд.

В целом, для развития человеческого потенциала, важно привлекать в страну талантливых специалистов из-за рубежа, особенно тех, кто добился успеха в сферах творчества и предпринимательства.

Речь об эффективной миграционной политике.





Необходимо снизить дефицит наиболее востребованных и высококвалифицированных кадров.

Для ценных профессионалов в сфере науки, здравоохранения, промышленности, IT государство будут введены послабления и предоставляться визы с правом получения вида на жительство.

У зарубежных бизнесменов, инвестировавших в нашу экономику более 300 тысяч долларов, появится возможность получить десятилетнюю визу и вид на жительство.

Кардинальной реформе подвергнутся политика переселения кандасов и регулирование внутренней миграции.

В этом вопросе принципиально важно использовать подходы, учитывающие демографические и экономические тенденции, а также общенациональные интересы.

Сила нации заключена в людях, в их здоровье и глубоких знаниях.

Крайне важно, чтобы в нашем обществе высоко ценились профессионализм и трудолюбие.

Еще раз повторю: трудолюбивые граждане, настоящие профессионалы своего дела должны быть самыми уважаемыми людьми в стране.

Именно такие граждане укрепляют наше государство.

На заседании Национального курултая и съезде молодежного крыла партии Amanat «Жастар рухы» я особо выделил эту тему.

Мы должны почитать людей труда.

Неважно, каким делом заниматься, главное – выполнять работу добросовестно.

Важно, чтобы молодежь стремилась постичь все тонкости одной конкретной профессии, поскольку труд профессионалов всегда высоко ценится.

Наше подрастающее поколение должно быть конкурентоспособно не только в Казахстане, но и за его пределами.

Граждане соседних государств трудятся за границей, не пренебрегая никакой работой. Среди них немало профессионалов, которые добиваются больших успехов и в нашей стране.

Самое главное – честный труд. Нам необходимо воспитать поколение, которое хорошо понимает это.

Большое внимание данному вопросу следует уделить в идеологической работе.

#### **ЧЕТВЕРТОЕ. ПЕРЕЗАГРУЗКА ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Намеченные структурные экономические реформы требуют перезагрузки системы государственного управления.

Люди устали от пустых деклараций и бесконечных презентаций светлого будущего. Граждане ждут от госорганов фактического, а не формального исполнения своих обещаний.

Акцент необходимо сделать на децентрализации системы госуправления при одновременном повышении персональной ответственности политических служащих.

Часть компетенций Правительства следует передать министерствам – за конкретную отраслевую политику должен отвечать конкретный министр, а не «коллективный кабинет».

Правительство же сосредоточится на решении межотраслевых вопросов.

Первым шагом в этом направлении станет трансформация Канцелярии Премьер-министра в компактный аппарат Правительства, соответствующий передовым стандартам госуправления. Дело не в смене названия, а в реальной реформе.



Через оптимизацию вертикали центральных ведомств нам нужно существенно расширить полномочия местных исполнительных органов.

Это позволит приблизить решение насущных вопросов к регионам, к людям.

Нужно обратить самое пристальное внимание на вопросы местного самоуправления, реформирование деятельности общественных советов, КСК и ОСИ.

Предстоит заняться обустройством жилых домов и инфраструктурой городов. Их внешний вид и функционирование внутренней инфраструктуры не отвечает ожиданиям граждан, дискредитирует страну в глазах иностранцев.

Поручаю Правительству разработать новую административную реформу для повышения результативности и ответственности государственных органов.

Новому Казахстану нужны новые государственные управленцы.

С учетом требований времени следует перестроить систему отбора и увольнения госслужащих.

Важно, чтобы государственная служба стала максимальной открытой для профессионалов из частного сектора.

Нужно усилить кадровый резерв.

Агентство по делам государственной службы должно стать полноценным институтом стратегического HR.

Правительству совместно с Агентством следует запустить специальную платформу для консолидации потенциала сограждан по всему миру.

Особое внимание следует уделить повышению эффективности управления в квазигосударственном секторе.

Работа в этом направлении началась, нужно довести ее до искомого результата.

Для этого необходимо окончательно определить новую модель работы фонда «Самрук-Казына».

За ориентир нужно взять лучшие инвестиционные и производственные компании мира.

Управление государственными активами должно стать более прозрачным.

Правительство обеспечит ежегодную подготовку Национального доклада и будет направлять его в Парламент.

## **ПЯТОЕ. ЗАКОН И ПОРЯДОК**

Необходимо обеспечить верховенство права и качество отправления правосудия.

Для этого требуется срочное обновление и оздоровление судейского корпуса.

Судьи должны быть высококвалифицированными, честными и неподкупными.

В первую очередь, предстоит обеспечить равный статус всех судей, снизив их зависимость от вышестоящих коллег.

Многие позиции председателей судов будут преобразованы в судейские должности.

Предлагаю применить выборные механизмы при отборе самими судьями кандидатур на должности председателей судов и председателей судебных коллегий.

Необходимо приступить и к внедрению элементов выборности судей Верховного Суда. Для этого Президент будет вносить в Сенат кандидатуры на альтернативной основе.

Важно создать соответствующие стимулы и условия для привлечения в сферу сильных юристов.

Для повышения самостоятельности судей необходимо укрепить статус Высшего судебного совета.

В ведение Совета будут переданы вопросы подготовки кандидатов в судьи, повышения квалификации, продления предельного возраста, приостановления и прекращения полномочий действующих судей.

Данный государственный орган должен стать полноценным институтом с четкими кадровыми функциями, начиная с отбора и заканчивая рекомендациями по назначению судей всех уровней.

Принципиально важно искоренить влияние силовых органов, исключив все инструменты их административного давления на судей.

Вместе с ограничением вмешательства в деятельность судей будет усилена их ответственность за серьезные нарушения.

Каждый отмененный судебный акт, при вынесении которого судья допустил грубую ошибку, должен проверяться Судебным жюри.

Предстоит также пересмотреть институт оценки и привлечения к ответственности судей по критерию «качество отправления правосудия».

Требуется реформирование института апелляции. Здесь решения должны выноситься по существу, без возврата в первую инстанцию.

Необходимо также расширить сферу административной юстиции. Передача в процедурно-процессуальный кодекс широкого круга административных проступков и гражданско-правовых споров с государственными органами сделает отечественное правосудие гуманным и справедливым.

Одновременно надо проработать вопросы доступа к правосудию на уровне районных и областных судов.

Бизнес справедливо считает серьезным ограничением в защите своих интересов чрезмерные ставки судебной пошлины.

Поэтому следует установить разумные размеры пошлины по имущественным спорам вместо существующих процентов от суммы иска.

Надо сокращать участие государства в судебных процессах. Пора уже разобраться с судебными спорами государственных органов между собой.

Если два министерства по-разному понимают закон, то точку в этом вопросе должно ставить Правительство.

Такой подход применим и к спорам госорганов с государственными организациями.

Нередко в разных регионах принимаются различные решения по аналогичным делам.

Сейчас разрабатывается цифровой аналитический инструментарий, который призван обеспечить единообразие в отпращивании правосудия.

Верховному Суду следует ускорить полноценное внедрение данной интеллектуальной системы.

Разумеется, на этом реформа судебной системы не заканчивается, она будет разрабатываться силами специалистов уже вне Верховного Суда.



Это позволит сделать процесс более состязательным, открытым для общественности, независимых экспертов, а значит – более эффективным.

Далее остановлюсь на реформе правоохранительного блока.

Эта сфера традиционно находится под пристальным вниманием общественности.

Серьезным испытанием для системы правопорядка стали дни «Трагического января».

Тогда под влиянием провокаторов митинги переросли в массовые беспорядки, которые затем обрели характер антигосударственного мятежа.

Многие из подстрекателей отделались условными или мягкими приговорами.

Однако степень их вины гораздо выше, поскольку эти люди сознательно нагнетали обстановку и сыграли ключевую роль в эскалации ситуации, которая закончилась трагедией.

Ко мне неоднократно обращались правозащитники, представители адвокатского сообщества с обоснованиями необходимости ужесточения наказания за призывы к массовым беспорядкам.

Их доводы вполне резонные, поэтому поручаю уполномоченным органам проработать этот вопрос и принять конкретные меры.

Мы должны жестко реагировать на любые публичные провокации и противозаконные действия.

Люди, которые совершают подобные деструктивные действия и призывают к нарушению закона, не смогут избежать сурового наказания.

Хочу напомнить всему обществу наш общий принцип: «политическому плюрализму – да, экстремизму, бандитизму, хулиганству – решительное нет».

Там, где начинаются целенаправленные провокации, не может быть и речи о свободе слова и плюрализме мнений. Это посягательство на стабильность и безопасность общества, попытка расшатывания устоев государства.

Сегодня нам как никогда нужно единство.

И участники протестов, и сотрудники силовых органов – это наши сограждане, которые надеются не только на объективное правосудие, но и на милосердие общества.

Государство уже смягчило наказание для тех участников январских событий, которые не совершили серьезных преступлений.

Многие из нарушителей закона осознали свою вину и раскаиваются в содеянном.

Думаю, они заслуживают второго шанса. Поэтому я принял решение провести единоразовую амнистию участников январских событий.

Разумеется, амнистия не затронет главных фигурантов, причастных к организации беспорядков, а также обвиняемых в государственной измене и попытке насильственной смены власти.

Под амнистию не подпадут и лица, совершившие террористические и экстремистские преступления, рецидивисты, а также применявшие пытки.

Проявив гуманизм, мы, как нация, извлечем уроки из этой трагедии и не допустим ее повторения.

Семьи погибших в ходе январских событий, находящиеся в сложной финансовой ситуации, получают материальную поддержку.

Считаю, фонд «Қазақстан халқына» также внесет достойный вклад в это благородное дело.

Важным уроком январской трагедии стало осознание необходимости значительного усиления общественной безопасности.

В последнее время учащаются случаи тяжких преступлений – убийств и бандитских разборок.

Они совершаются с особым цинизмом и являются вызовом всему нашему обществу.

Эту опасную тенденцию нужно пресечь на корню – ужесточить наказание и исключить условно-досрочное освобождение за подобные преступления.

В обществе уже долгое время поднимается вопрос о криминализации насилия в семейно-бытовой сфере.

Правоохранительные органы сомневаются в необходимости данного шага, поскольку считают, что он приведет к снижению выявляемости таких правонарушений.

В этом есть доля истины. Однако как бы то ни было, нам нельзя закрывать глаза на многочисленные случаи семейно-бытового насилия.

Безнаказанность дебоширов развязывает им руки, фактически оставляет их жертв беззащитными.

Считаю, что пришло время ужесточить ответственность за подобные деяния.

Нельзя, чтобы пострадавшие от семейно-бытового насилия боялись осуждения общества или давления с чьей-либо стороны.

Для этого полицейские должны очень деликатно работать с ними, принимая все необходимые меры.

Большую угрозу здоровью нации несет растущее потребление синтетических наркотиков.

Динамика резко отрицательная: за последние три года объем изымаемой из оборота «синтетики» вырос в 10 раз.

Синтетические наркотики с каждым годом становятся дешевле и доступнее.

Они практически беспрепятственно продаются через социальные сети, мессенджеры и даже доставляются на дом.

С учетом масштаба этой крайне опасной социальной болезни борьба с производством и распространением синтетических наркотиков должна принять общенациональный характер.

Поэтому необходимо разработать Комплексный план по борьбе с наркоманией и наркобизнесом.

Отдельное внимание следует уделить валу интернет- и телефонного мошенничества.

Правоохранительным органам нужно усилить информационно-аналитическую работу по выявлению и нейтрализации подобных угроз.

Следует также системно повышать правовую и финансовую грамотность граждан.

Важно последовательно наращивать усилия по вскрытию глубинных механизмов, поиску истинных организаторов коррупционных и теневых схем расхищения бюджетных средств и общенационального богатства.

Следует провести ревизию Уголовного и Уголовно-процессуального кодексов, избавиться от всего, что фактически не работает или препятствует правосудию.

Не менее важно, чтобы после внесения соответствующих поправок они не подвергались бесконечным корректировкам.

С 2015 года в Уголовный и Уголовно-процессуальный кодексы внесено уже более 1200 изменений.

Недопустимо, чтобы законы менялись в угоду сиюминутной конъюнктуре или узким корпоративным интересам.

Поэтому полномочия по коррекции уголовного и уголовно-процессуального законодательства необходимо передать Министерству юстиции.

Это потребует укрепления кадрового потенциала и повышения качества законотворческой деятельности ведомства.

Уважаемые соотечественники!

Сегодня мы обозначили ключевые направления предстоящих реформ.

Нам предстоит перезагрузить все сферы государства и общества.

Мы осуществляем политическую модернизацию в соответствии с основополагающей формулой «сильный Президент – влиятельный Парламент – подотчетное Правительство». Реформы в этом направлении продолжатся.

Мы будем укреплять общенациональное согласие, партнерство власти и общества, следуя концепции «слышащего государства».

Мы должны фокусироваться не на разделительных линиях, а, наоборот, консолидироваться ради достижения масштабных целей.

Именно в этом глубинный смысл идеи Нового Справедливого Казахстана.

Перед нами стоит особо важная задача – сохранить суверенитет и территориальную целостность страны.

Для дальнейшего укрепления государственности нам необходима сплоченность. Другого пути нет.

Единство народа всегда было нашей самой главной ценностью, которая сегодня приобретает еще большее значение.

Наш народ всегда ставил превыше всего мир и стабильность.

В это непростое время мы должны стать еще крепче в своем единстве.

Поэтому важно прекратить сеять взаимное недоверие и вносить раздор в общество.

### **Уважаемые депутаты Парламента, дорогие соотечественники!**

Хочу поделиться с вами соображениями, имеющими прямое отношение к будущему нашего государства.

В современных геополитических условиях нам нужно последовательно укреплять свою государственность, твердо следовать курсом реформ и обновления.

В своих действиях мы должны быть предельно прагматичными и исходить из долгосрочных интересов страны.

Крайне важно сохранить набранный темп реформ, решить все политические вопросы, не откладывая их в долгий ящик.

Для этого нужно рационально выстроить предстоящие электоральные циклы.

Как вы знаете, очередные выборы Президента должны состояться в 2024 году, а Парламента – в 2025 году.

Считаю необходимым приступить к комплексной перезагрузке ключевых государственных институтов в соответствии с новой стратегией.



Это позволит нам активизировать совместную работу во имя благополучия каждого гражданина и процветания всей страны.

Политическая традиция, когда власть держала свои планы в секрете от общества, должна уйти в прошлое.

Поэтому сегодня я намерен всенародно представить график будущих избирательных кампаний.

Предлагаю осенью текущего года провести внеочередные президентские выборы.

Для успешной реализации кардинальных и всесторонних реформ, направленных на построение Справедливого Казахстана, требуется новый мандат доверия народа.

Для меня интересы государства превыше всего. Поэтому я готов пойти на досрочные президентские выборы, даже несмотря на сокращение собственного срока полномочий.

Кроме того, после долгих размышлений я пришел к выводу, что назрела необходимость пересмотра количества и длительности сроков полномочий Президента.

Предлагаю установить ограничение мандата Президента в один срок продолжительностью 7 лет без права переизбрания.

На чем базируется эта инициатива?

С одной стороны, 7 лет – это достаточный период для реализации любой амбициозной программы.

С другой, ограничение президентского мандата одним сроком обеспечит максимальную нацеленность Главы государства на решение стратегических задач общенационального развития.

Жизнь не стоит на месте, динамика глобальных процессов и общественного развития внутри страны ускоряется с каждым днем.

Предлагаемая мной конституционная новелла значительно снизит риски монополизации власти.

Именно поэтому я предлагаю внедрить норму однократного президентства.

Мы должны установить цивилизованные принципы формирования, функционирования власти.

Новая президентская система укрепит политическую стабильность, устойчивость казахстанской модели общественного устройства.

После выборов я вынесу инициативу, ограничивающую полномочия Президента одним сроком, на рассмотрение Парламента.

В случае ее принятия, в Казахстане начнется новая политическая эпоха.

В рамках политической модернизации в нашей стране центральное место занимает развитие парламентаризма.

Обновленная Конституция задает совершенно новые стандарты политической системы с честными и открытыми правилами игры.

Процедуры регистрации политических партий уже значительно упрощены.

Заработают новые механизмы формирования Парламента и маслихатов по партийным спискам и одномандатным округам.

В целом, все институциональные изменения, предусмотренные конституционной реформой, необходимо законодательно завершить уже до конца года.

Они приведут к увеличению количества политических партий, усилят политическую конкуренцию, будут способствовать появлению новой волны народных избранников.

Избранные по старым лекалам представительные органы власти должны закономерно обновиться, пройдя через внеочередной электоральный цикл.

Поэтому предлагаю провести выборы в Мажилис и маслихаты всех уровней в первой половине следующего года.

Мы получим новый состав депутатов, представляющих интересы широких групп граждан.

Уверен, это повысит эффективность работы маслихатов и Парламента.

В будущем в состав Правительства смогут войти представители не только политических сил, получивших большинство голосов избирателей, но и других парламентских партий.

Это позволит исполнительной власти принимать более сбалансированные решения, отвечающие запросам всего общества.

Таким образом, в этом году состоятся выборы Президента, в следующем году – выборы депутатов Мажилиса и маслихатов, а затем будет сформировано Правительство.

В итоге, к середине 2023 года будет осуществлена перезагрузка и обновление всех основных политических институтов: Президента, Парламента, Правительства.

Мы строим Справедливый Казахстан с открытой конкуренцией и равными возможностями для каждого.

Принципиально важно осуществлять масштабные политические преобразования в режиме транспарентности, честности и взаимного доверия.

Публичное обнародование сроков и последовательности нового электорального цикла отвечает принципам открытости в принятии решений.

Все эти шаги поэтапно наполняют реальным содержанием нашу главную формулу «сильный Президент – влиятельный Парламент – подотчетное Правительство».

Будущее Казахстана рождается сегодня – в наших словах и делах, намерениях и поступках.

Каждый день мы делаем выбор между старым и новым, застоём и развитием.

Призываю всех сограждан сплотиться вокруг общенациональных интересов.

Мы станем сильной и успешной нацией, когда каждый из нас будет всемерно укреплять единство и твердо следовать принципам справедливости.

Построение Справедливого Казахстана только начинается. Впереди тернистый путь. Этот курс незыблем и будет продолжен при любых обстоятельствах внутреннего и внешнего характера.

Безделью и саботажу места не будет, мы не свернем с намеченного пути!

Мы не свернем с намеченного пути!

Вместе мы построим Справедливый Казахстан!

Светлое будущее нашей священной Родины в наших руках!





# АТОМ И ОБЩЕСТВО



# Физическому пуску реактора ИВГ.1 – 50 лет

*инв. 1480сс  
7.12.72г.*

Уч. № С-70сс  
" " \_\_\_\_\_ 1972 г.

ИНВ.5671сс  
8/ХП-1972г.

~~Сов. секретно~~  
~~Экз. № 1.~~

*Разослан на основании вх. 5с от 11.02.72 Москва ИАЭ  
13.03.72.*

"УТВЕРЖДАЮ"  
*[Signature]*  
А.П.АЛЕКСАНДРОВ  
"7" декабря 1972 г.

"УТВЕРЖДАЮ"  
*[Signature]*  
Н.А.ДОЛЛЕЖАЛЬ  
"7" декабря 1972 г.

"УТВЕРЖДАЮ"  
*[Signature]*  
И.Г.ГВЕРДИТЕЛИ  
"8" декабря 1972 г.

## ФИЗИЧЕСКИЙ ПУСК РЕАКТОРА ИВГ1

от ИАЭ

*[Signature]*  
ПОНОМАРЕВ-  
СТЕПНОЙ Н.Н.  
ТАЛЫЗИН В.М.

от НИКИЭТ

*[Signature]*  
ЕМЕЛЬЯНОВ И.Я.  
ДЕЛЕНС П.А.  
УЛАСЕВИЧ В.К.  
КОНСТАНТИНОВ Л.В.  
*[Signature]*  
ВЕСЕЛКИН А.П.

от ПНИТИ

*[Signature]*  
ФЕДИК И.И.  
РУССКОВ О.П.  
МОГИЛЬНЫЙ И.А.  
*[Signature]*  
ПОДЛАДЧИКОВ Ю.Н.

Семипалатинск-21  
1972

*100-197г*  
*2.01.73*

маш. № С-70сс

И вх. № *3869сс*  
*6/ХП.7*

В перечне канонических этапов жизненного цикла любой реакторной установки особое место занимает физический пуск.

Август 2022 г. был ознаменован успешным завершением очередного физического пуска исследовательского ядерного реактора ИВГ.1М, проведению которого сопутствовала колоссальная, сложная и хорошо организованная работа расчетного и оперативного персонала, задействованного в эксплуатации ядерного реактора.

Физический пуск ядерного реактора – это еще не полноценное начало работы, а, скорее, проверка реактора. При физическом пуске в активную зону загружают топливо и выводят реактор на минимальный контролируемый уровень мощности, а затем фиксируют, насколько сильно поведение реактора отличается от ожидаемого. Результатами физического пуска является экспериментальное получение с высокой точностью физических параметров реактора, знание которых необходимо для обеспечения его безопасной работы.

Стоит отметить, что по счастливому совпадению 2022 год ознаменовался не только очередным физическим пуском реактора ИВГ.1М, но и юбилеем в жизни реактора – его первым физическим пуском, который состоялся 50 лет назад, в сентябре далекого 1972 года.

И здесь самое время торжественно провести исторический обзор эксплуатации реактора, ставшего в настоящее время в модернизированном варианте рабочим инструментом для выполнения широкого спектра реакторных экспериментов.

Исследовательский реактор ИВГ.1, пока еще без буквы «М» в названии, был спроектирован в 1966... 1969 гг. как одна из основных экспериментальных установок, входящих в состав станционного комплекса «Байкал-1», и в настоящее время является единственным действующим реактором на комплексе. Идея строительства реактора ИВГ.1 зародилась в середине 50-х гг., когда в СССР были начаты работы по созданию

ядерного ракетного двигателя (ЯРД), который предполагалось использовать для таких грандиозных целей, как полет на Марс и к другим планетам Солнечной системы.

### Первый физический пуск реактора ИВГ.1

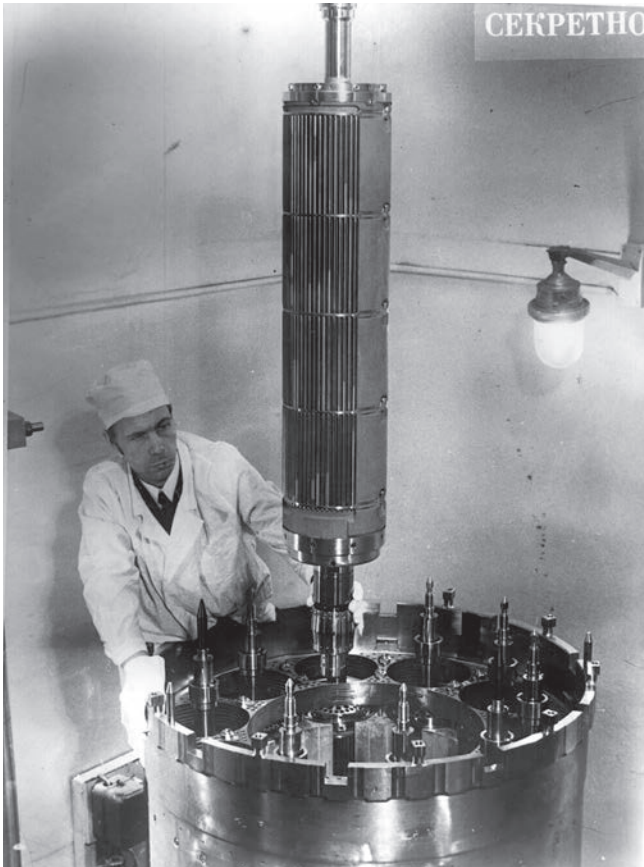
Летом 1971 г. был привезен и установлен на рабочее место корпус реактора. В конце 1971 г. поступили и были консервированы в помещении временного хранилища внутренние части реактора (центральная сборка, отражатель с регулирующими барабанами и др.). Летом 1972 г. была произведена сборка реактора. В это же время проведена сборка технологических каналов – сварка нижней и верхней частей. К сентябрю 1972 г. были подготовлены системы реактора, необходимые для проведения физического пуска: транспортно-технологическая система для загрузки каналов; штатная система залива воды в реактор, система дополнительной аварийной защиты и система подачи азота. Этап физического пуска был реализован с 14.09.1971 по 27.11.1972 гг. Первое критическое состояние было достигнуто 18.09.1972 г. При проведении физического пуска были определены основные нейтронно-физические характеристики реактора ИВГ.1 и подтверждено их соответствие проектным значениям.

Следом за проведением физического пуска было принято решение приступить к энергетическому пуску, который является важным этапом ввода в эксплуатацию реактора и нацелен на решение таких задач, как реализация и контроль заданных параметров реактора, проверка работы систем реактора на рабочих режимах, обеспечение безопасности дальнейшей эксплуатации. Перед проведением энергетического пуска был выполнен ряд сложных технических мероприятий, представляющих собой комплексные пуско-наладочные работы, направленные на подготовку и финальную проверку всех систем реактора перед проведением энергетического пуска.

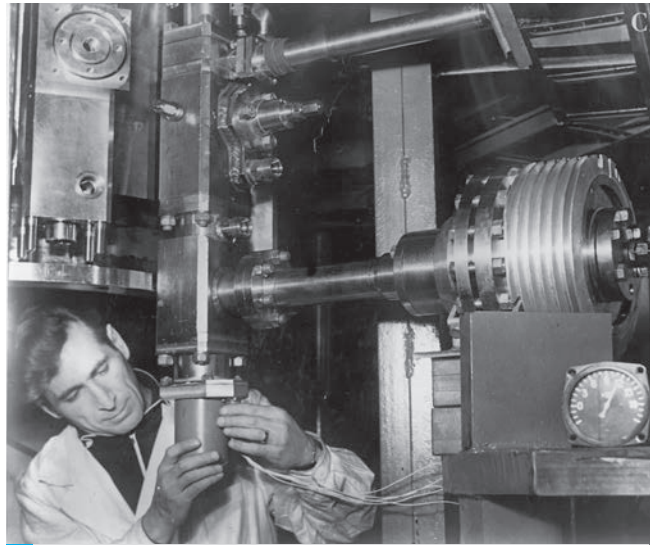


Строительство КИР «Байкал-1»





Регулирующий барабан  
перед установкой в отражатель



Монтаж привода регулирующего барабана



Панорама здания 101



Аппаратура для измерения активности образцов





Выходной стапель технологических каналов



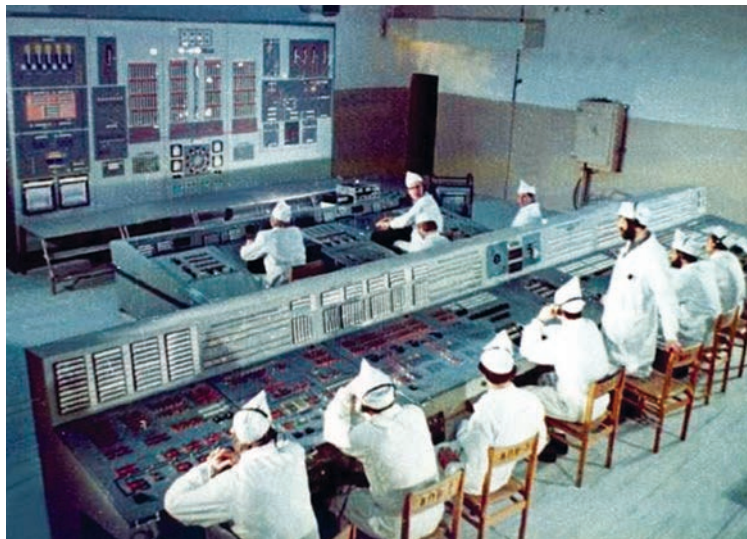
Установка перегрузочного контейнера на люк помещения досборки (пом. 03)



Пульт физического пуска реактора



Команда энергетического пуска, 1982 год



Пульты КИР «Байкал-1» во время проведения энергопуска

### Подготовка стендового комплекса к проведению энергетического пуска

Итак, в 1974 г. был завершён монтаж основного оборудования стендовых систем, необходимых для проведения энергетического пуска.

С октября 1974 г. начались автономные, а затем и комплексные пуско-наладочные работы всех систем реакторного комплекса.

При проведении комплексных пуско-наладочных работ были исследованы различные аварийные режимы работы стендовых систем. Эти исследования позволили отладить систему предупредительной сигнализации и аварийной защиты. Результаты исследований переходных процессов послужили экспериментальным обоснованием условий безопасного проведения пуска и выбора уставок аварийной защиты, подтвердили работоспособность всех систем и возможность реализации заданных программой энергетического пуска режимов работы.

Одновременно с решением технических задач была проработана и отработана организационная составляющая, уточнена расстановка персонала, продолжительность и последовательность выполняемых в сменах работ.

Завершающим этапом комплексных пуско-наладочных работ стал холодный пуск стенда с использованием азота в качестве рабочего тела. Основной целью проведения холодного пуска была проверка взаимодействия персонала, комплексная проверка совместной работы стендовых систем. Успешное проведение в декабре 1974 г. холодного пуска показало работоспособность стендовых систем и готовность персонала к энергетическому пуску реактора.

### Проведение первого энергетического пуска реактора ИВГ.1

Успешное проведение энергетического пуска требовало четкой организации действий всего пускового персонала и очень строгой регламентации объема, последовательности и продолжительности работ на всех его этапах.

В ходе энергетического пуска 7 марта 1975 г. реактор ИВГ.1 в режиме ручного управления был выведен на уровень мощности 40 МВт и проработал на нем 5 минут. Управление оборудованием и устройствами стендовых систем в процессе пуска осуществлялось с помощью узлов автоматизации. Температура водорода на выходе из реактора составляла 1000–1350К. По завершению энергетического пуска установлено, что расчетная диаграмма пуска и расчетные значения параметров реализованы достаточно точно, на основании чего был сделан общий вывод, что основные параметры реактора и стендовых систем, реализованные при энергетическом пуске, соответствовали расчетным диаграммам.

На этом был успешно завершён первый энергетический пуск реактора ИВГ.1 и следовавшее за ним принятие реактора в эксплуатацию. Тем самым, энергопуск являлся первым исследовательским пуском, положившим начало долгой истории экспериментальных исследований на реакторе. Успешная реализация энергетического пуска реактора ИВГ.1 подтвердила его готовность к выполнению сложных научно-исследовательских программ.

### Экспериментальные исследования, проводимые на реакторе ИВГ.1 в 1972...1990 гг.

Итак, ввод в эксплуатацию реактора ИВГ.1 приблизил ученых и инженеров прошлого века к достижению своих межпланетных целей, что породило популярный в то время слоган «...и на Марсе будут яблони цвести». Но до колонизации Марса и цветущих марсианских садов требовалось проведение испытаний тепловыделяющих сборок (ТВС) и активных зон реакторов ЯРД с открытым выбросом в атмосферу газообразного теплоносителя – водорода. Ввиду этого, а также в силу уникальности реактора и его систем в целом, большая доля работ была посвящена исследованиям безопасности испытаний по таким направлениям, как: анализ и обоснование безопасной работы ТВС и ее элементов, обеспечение ядерной и радиационной безопасности, исследование условий безопасной работы систем реакторного комплекса с точки зрения ре-



жимов работы объекта испытаний. Был разработан комплекс мер безопасности, надежность и эффективность которых подтверждена результатами крупномасштабных реакторных испытаний элементов узлов ЯРД, проведенных в 1975–1988 гг. на комплексе «Байкал-1». Ниже приведены основные результаты данных экспериментов.

#### **1976–1983 гг. Испытания ТВС реакторов ЯРД**

17 февраля 1976 г. проведен первый исследовательский пуск (ИП-1) реактора ИВГ.1. Реактор автоматическими регуляторами был выведен на мощность 152 МВт и проработал на ней 5 мин. Температура водорода на выходе ТВС составляла 1800...2250К.

11 сентября 1976 г. проведен второй исследовательский пуск (ИП-2) реактора ИВГ.1. Реактор выведен на мощность 205 МВт и проработал на ней около 6 мин. Температура водорода на выходе ТВС составляла 2200...2800К. Для изменения были применены предусмотренные проектом регуляторы температуры, работавшие в режиме ручного позиционного управления. В составе активной зоны был испытан канал экспериментальный технологический (КЭТ), содержащий ТВС реактора ИРГИТ – стендового прототипа реактора ЯРД.

После пуска ИП-2 технологический канал первой опытной активной зоны и КЭТ были выгружены из реактора. Результаты их испытаний и послепусковых исследований подтвердили правильность конструкторских, технологических и расчетных методов и решений, использованных при разработке ТВС ЯРД. В процессе подготовки и проведения пусков были поэтапно введены в эксплуатацию большинство проектных систем стендового комплекса, отработана методика реакторных испытаний ТВС ЯРД, персоналом накоплен опыт работы.

В 1979–1983 гг. в составе комплекта второй опытной активной зоны реактора проводились ресурсные испытания ТВС реактора ИРГИТ. Всего было проведено 12 пусков реактора ИВГ.1, суммарная продолжительность испытаний составила ~4000 с, температура водорода на выходе ТВС достигала 3100К. Все пуски проводились по однотипным диаграммам, основные элементы которых были поэтапно отработаны при испытаниях первой опытной активной зоны реактора ИВГ.1. Результаты ресурсных испытаний ТВС реактора ИРГИТ выявили необходимость частичной доработки их конструкции, которая была выполнена в 1983...1984 гг.

#### **1984 г. Испытания ТВС высокотемпературного газоохлаждаемого реактора (ВТГР)**

В 1984 г. в реакторе ИВГ.1 были проведены испытания ТВС ВТГР с азотным теплоносителем. Программой испытаний предусматривалось проведение двух пусков реактора – энергетического на мощности 40 МВт и исследовательского на мощности 115 МВт. Энергетический пуск был проведен в соответствии с программой. При исследовательском пуске реактор проработал на мощности 114 МВт в течение 500 с, расход азота через активную зону составлял 58 кг/с при температуре азота на выходе ТВС 2500...2900К. В результате испытаний были экспериментально подтверждены работоспособность твэлов и ТВС высокотемпературного газоохлаждаемого реактора с азотным теплоносителем и возможность создания такого реактора.

#### **1985–1988 гг. Испытания ТВС реакторов ЯРД и ЯЭДУ**

В 1985 г. началась вторая серия ресурсных испытаний ТВС и модуля реактора ИРГИТ, доработанных по результатам предыдущих испытаний. Было проведено три пуска реактора, на последнем из которых мощность ТВС и температура водорода на выходе ТВС соответствовали номинальным проектным значениям.

В 1986–1988 гг. на этой же активной зоне была исследована работоспособность ТВС на режимах, моделирующих различные режимы работы космической ядерной энергодвигательной установки (ЯЭДУ). Мощность ТВС составляла 3–15% от номинальной, а температура теплоносителя на выходе ТВС 1200...1600К. Всего было проведено 7 пусков реактора с суммарной продолжительностью ~18 часов. Результаты испытаний подтвердили возможность создания реактора многорежимной ЯЭДУ на основе технологических и конструкторских решений, примененных при разработке ТВС и узлов реактора ЯРД.

В итоге, было проведено 30 горячих пусков реактора, в том числе с использованием в качестве теплоносителя азота, все они прошли успешно и безаварийно. После чего работы по программе создания ЯРД были прекращены, а реактор ИВГ.1 был подвергнут реконструкции с целью создания реакторного комплекса для испытаний ТВС газо- и водо- охлаждаемых реакторов в центральном экспериментальном канале.

#### **Реконструкция реактора и современный этап эксплуатации**

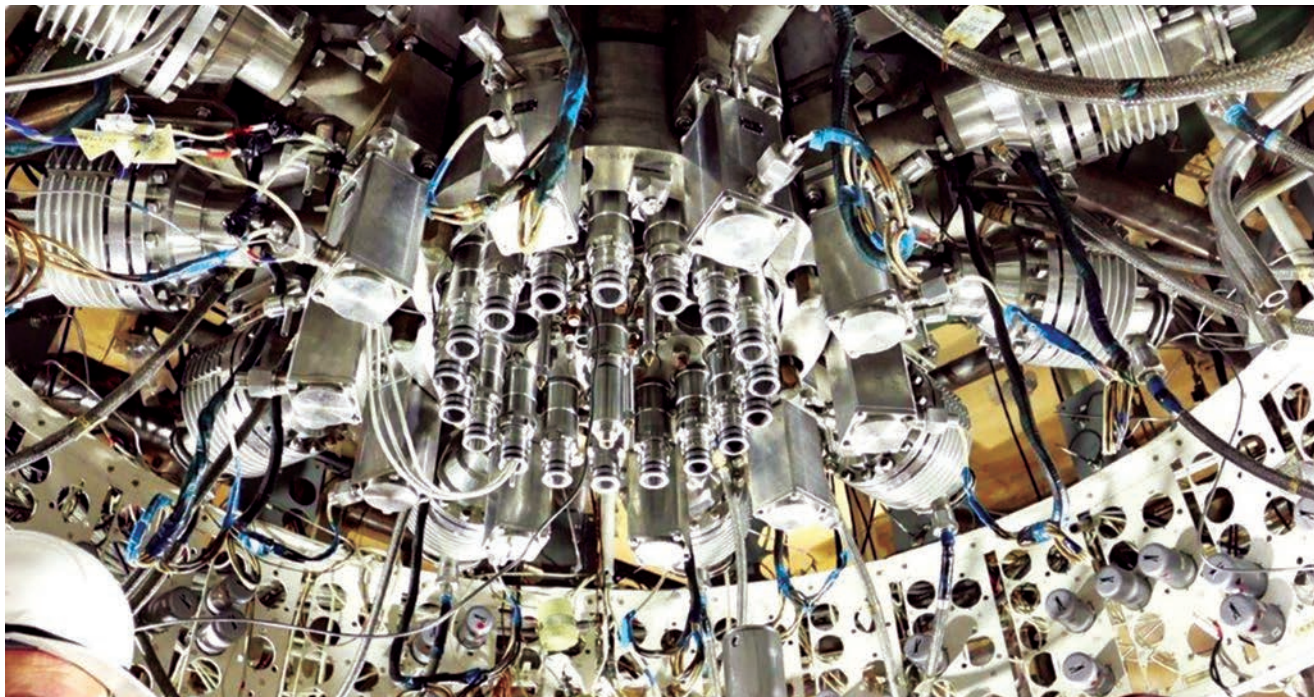
Необходимость реконструкции реактора ИВГ.1 была продиктована ужесточением требований по обеспечению экологической безопасности испытаний, в связи с чем в 1989 г. была начата модернизация реактора ИВГ.1 и систем комплекса «Байкал-1» с целью создания на реакторе двух петлевых установок:

- петлевой установки для испытаний ТВС газоохлаждаемых реакторов, в том числе реакторов ЯРД и ЯЭДУ, оснащенной системой закрытого выброса газообразного теплоносителя;
- петлевой установки для испытаний модельных ТВС водоохлаждаемых реакторов, в том числе ВВЭР, в переходных и аварийных режимах, включая и режимы тяжелых аварий с возможным плавлением ТВС, для обоснования безопасности объектов ядерной техники.

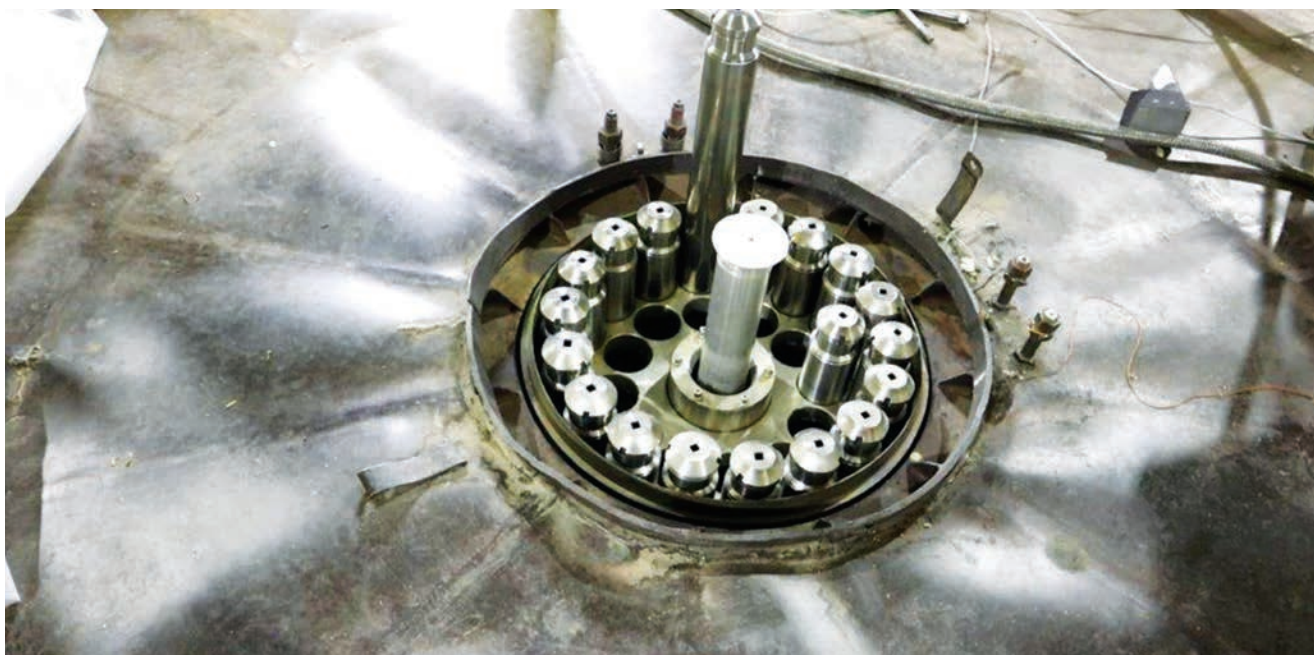
К сожалению, работы по созданию петлевых установок были выполнены лишь частично и прекращены в связи с изменением экономической и политической ситуации в стране. Однако, активная зона реактора была укомплектована водоохлаждаемыми технологическими каналами (ВОТК), и соответствующим образом была модернизирована система охлаждения реактора, а также реактор стал называться ИВГ.1М.

Несмотря на то, что модернизация реактора была выполнена не в полной мере, ученым Национального ядерного центра удалось адаптировать реактор ИВГ.1М к новым реалиям. Переход реактора ИВГ.1М на водяное охлаждение активной зоны значительно упростил и удешевил его эксплуатацию. А наличие центрального экспериментального канала позволяет





Загрузка ВОТК-НОУ, вид снизу



Загрузка ВОТК-НОУ, вид сверху

проводить эксперименты по нейтронному облучению загружаемых объектов, правда с временными ограничениями, связанными с нагревом теплоносителя во время пуска реактора, так как система охлаждения все еще не имеет теплообменника с окружающей средой.

Итак, на обновленном реакторе ИВГ.1М с начала 90-х годов и по настоящее время реализован большой объем экспериментальных работ, в числе которых стоит выделить эксперименты в рамках участия в международной программе ИТЭР. На реакторе ИВГ.1М получены уникальные результаты, имеющие важное значение для решения большого ряда

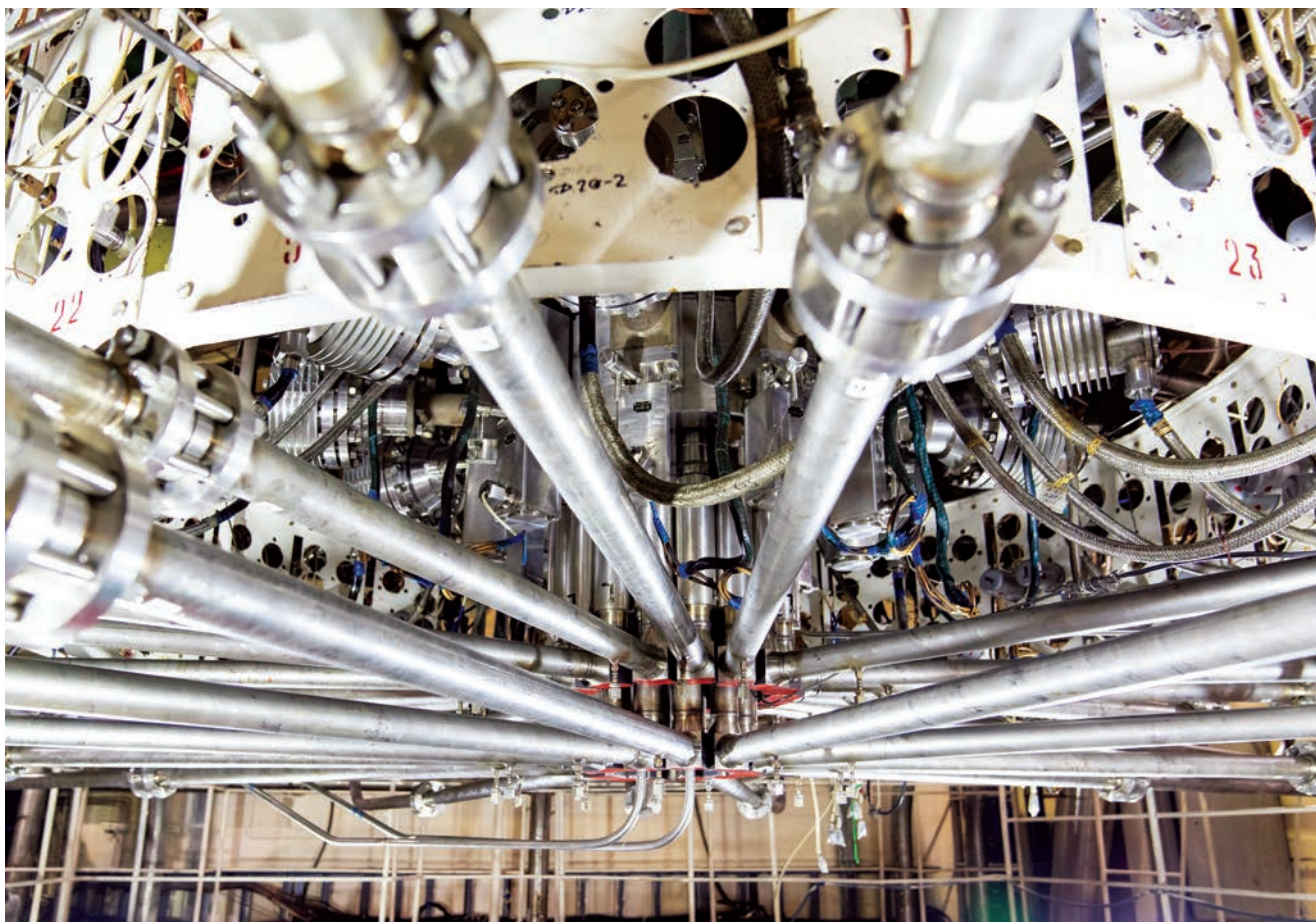
технических вопросов и аспектов безопасности при создании реактора ИТЭР.

В рамках темы НТП «Развитие и использование активационных методов анализа для определения элементного состава материалов ядерной техники с применением исследовательских реакторов ИВГ.1М и ИГР» были проведены работы по адаптации инструментального нейтронного активационного анализа (ИНАА) на реакторе ИВГ.1М, в результате которых получен большой объем результатов по активации элементов-примесей в образцах конструкционных материалов ядерной техники.



В последние годы учеными Национального ядерного центра активно развивается тематика по исследованию оптического излучения ядерно-возбуждаемой плазмы, образованной продуктами ядерных реакций (взаимодействия атомов лития-6 с тепловыми нейтронами). Работы по данному направлению, начатые в 2015 г., нацелены на получение новых экспериментальных данных о параметрах многокомпонентных газовых сред с высоким коэффициентом преобразования ядерной энергии в энергию оптического излучения.

Отдельного упоминания заслуживают новые и уникальные медико-биологические эксперименты, проведенные на реакторе ИВГ.1М совместно со специалистами из научных организаций Республики Казахстан, России и Японии. Направлением данных экспериментов было изучение радиационного воздействия на биологические объекты с целью наблюдения за ними и дальнейшего выявления изменений в организме.



Частично установленные узлы отвода теплоносителя

### Конверсия реактора ИВГ.1М, модернизация систем

Жизненный цикл исследовательского реактора ИВГ.1М связан не только с проведением прикладной научно-экспериментальной работы, но также и с таким важным в международном отношении этапом эксплуатации реактора, как переход на низкообогащенное урановое топливо (НОУ-топливо) или кратко – конверсией. Исторические предпосылки конверсии берут начало в 70-х годах прошлого века и обусловлены опасениями потенциальной возможности неконтролируемого распространения высокообогащенного реакторного топлива.

Первые шаги по рассмотрению возможности конверсии реактора ИВГ.1М были проделаны в период 2004–2008 гг., где были выдвинуты конкретные технические предложения. Вплотную перейти к работам конверсии удалось после предложения Аргоннской национальной лаборатории (США) по осу-

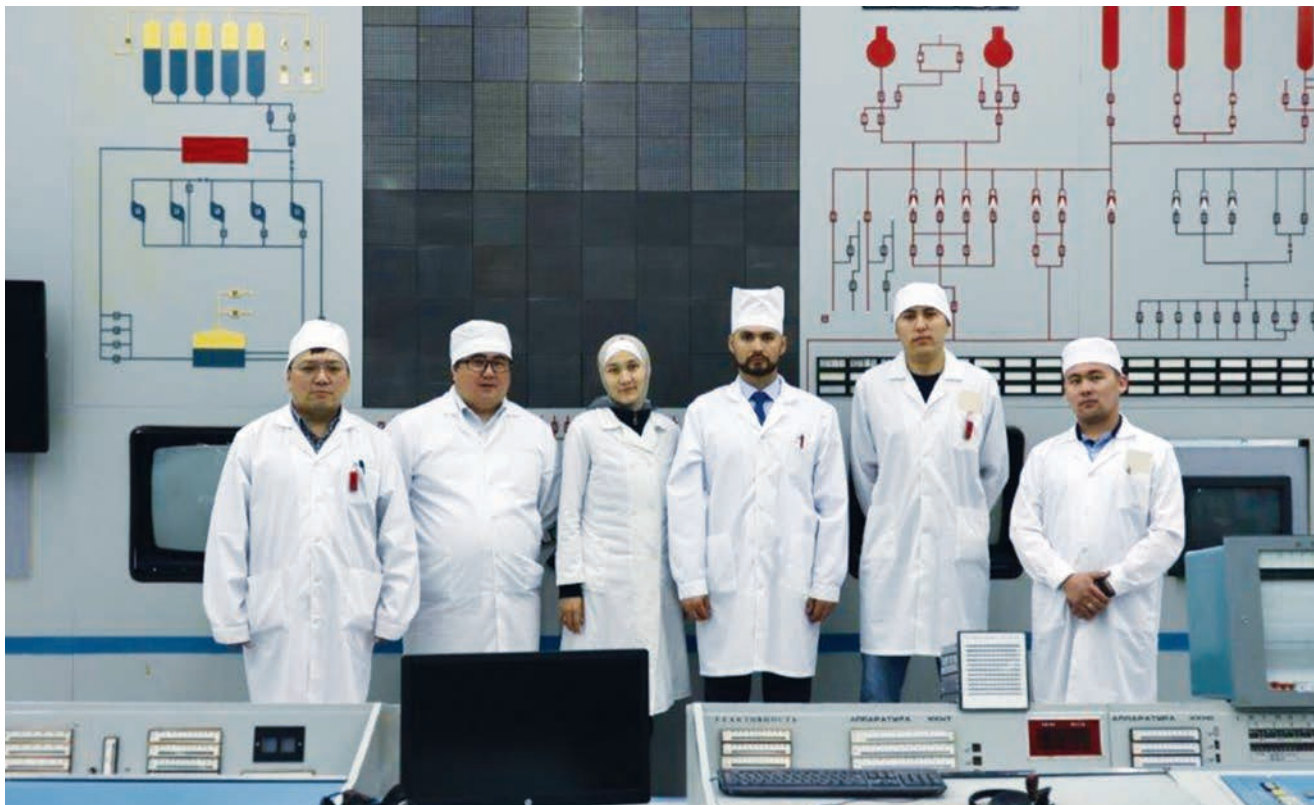
ществлению научно-технической поддержки. Начиная с 2010 г. по настоящее время были успешно выполнены такие этапы, как: расчетно-теоретическое обоснование работоспособности НОУ-топлива реактора ИВГ.1М без внесения изменений в конструктивные элементы реактора, натурные испытания опытного НОУ-топлива с наработкой требуемого ресурса, изготовление, приемка и загрузка свежего НОУ-топлива в реактор, и, как уже было упомянуто в самом начале статьи, проведение физического пуска.

Реализация физического пуска стала возможной во многом благодаря грамотной и слаженной работе персонала реактора. Конечно, это не первый физический пуск реактора ИВГ.1М, и многие алгоритмы выполнения задач были позаимствованы из прошлых рабочих программ, однако на данном физическом пуске выполнение работ сопровождалось применением современных технологий, что положительно отразилось на качестве проводимых экспериментов и точности



полученных результатов. Какие задачи были реализованы при проведении физического пуска? Во-первых, загрузили новое свежее топливо в реактор. Несмотря на кажущуюся простоту названия, загрузка топлива – это сложный технологический процесс по размещению реакторного топлива в ячейках активной зоны с множеством операций и использованием специфического оборудования. Далее следовало достижение первого критического состояния реактора. Скорее всего это самая волнительная часть физпуска, потому что вывод реактора в первое критическое состояние показывает правильность и успешность пройденного пути, и далее остается только из-

учить характеристики обновленного реактора. Для этого провели ряд экспериментов, в ходе которых с удовлетворением подтвердили, что новая активная зона обладает более высокими эффективностью и эксплуатационным запасом по сравнению со старой, высокообогащенной. Выяснили, что выделяемая энергия при работе реактора в объеме активной зоны распределяется ожидаемым образом. Успешно выполнили калибровку датчиков нейтронного излучения. Построили новые регулировочные кривые органов управления реактором, которыми являются регулирующие барабаны, что обеспечило безопасное управление реактором.



Пусковая смена в пультуовой ИВГ.1М



Выгрузка экспериментальной ТВС



Изучение опытных твэлов



Таким образом, результаты физического пуска реактора ИВГ.1М с НОУ-топливом показали полное соответствие параметров реактора проектным значениям и соблюдение главного условия проведения конверсии – характеристики реактора после конверсии не должны быть хуже характеристик реактора до конверсии. Более того, выводы, сделанные по результатам этапа физического пуска, говорят о том, что эксплуатационные характеристики реактора после замены топлива существенно улучшены: кампания реактора увеличена более чем в два раза за счет повышения загрузки топлива в активную зону, значительно возросший запас реактивности позволит проводить пуски с более сложными экспериментальными устройствами, при этом время проведения каждого отдельного реакторного эксперимента может быть существенно увеличено.



Операторы пульты газовой системы



Регулировка параметров водяной системы

Попутно с конверсией реактора было уделено внимание решению вопросов модернизации, в частности, была модернизирована информационно-измерительная система, что улучшило показатели эксплуатационной надежности, а также повысило эргономику интерфейса операторов. На этапе испытаний опытного НОУ-топлива, для сокращения длительности межпускового периода, обусловленного отсутствием принудительного охлаждения теплоносителя, были реализованы работы по проектированию и сооружению системы охлаждения теплоносителя реактора, что позволило сократить сроки выполнения задачи с трех до двух лет.

В целом в Национальном ядерном центре прорабатываются вопросы дальнейшей модернизации систем и элементов, входящих в инфраструктуру реактора ИВГ.1М. Ведь наряду с новой активной зоной, которая скоро будет введена в эксплуатацию, после завершения финального этапа конверсии – энергетического пуска, хотелось бы обладать техническими средствами для более полного раскрытия эксплуатационного потенциала реактора. К примеру, очевидно, что требуется обновление системы охлаждения с внедрением градирен и дополнительной емкости для теплоносителя, циркуляционных насосов повышенной мощности.

Полная модернизация систем реактора ИВГ.1М в будущем позволит значительно расширить спектр проводимых экспериментов.

*Ильдар Дербышев*

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ: ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Водородная энергетика может стать мощным драйвером развития для стран, имеющих возможности производства водорода.

## Актуальность вопроса

В настоящее время наблюдается беспрецедентный интерес к возобновляемому и низкоуглеродному водороду как к энергоносителю, топливу и чистой молекуле. Однако, для его освоения предстоит пройти еще долгий путь, так как, во-первых, необходимо, чтобы инвестиции в водородную энергетику выходили за рамки исследований и пилотных проектов, а во-вторых, необходимо реализовать множество крупномасштабных водородных проектов и разработать или модернизировать уже имеющуюся инфраструктуру. Более того, наряду с развитием водородных технологий необходимо поддерживать и обеспечить нормативно-правовую базу для обеспечения уверенности в безопасности и низкоуглеродных характеристиках водорода.

Эффективность, экономика, выбросы и география являются ключевыми факторами для определения жизнеспособных цепочек создания ценообразования для водородной экономики. Рынок и цепочки создания ценообразования для водорода как энергоносителя находятся в зачаточном состоянии, несмотря на то, что его потенциал обсуждался десятилетиями. Геополитика чистого водорода, скорее всего, будет развиваться на разных этапах. В отчете международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IEA) до 2030 года весь мир будет вовлечен в большую гонку за технологическое лидерство. К тому времени зеленый водород будет конкурировать по стоимости с водородом из ископаемого топлива во всем мире, что может произойти еще раньше в таких странах, как Китай, Бразилия и Индия. Зеленый водород уже был доступен в Европе во время скачка цен на природный газ в 2021 году. Модернизация газопроводов, вероятно, еще больше повысит спрос и облегчит торговлю водородом.





Согласно прогнозу Европейской ассоциации электроэнергетики Eurelectric ожидаемый рост потребностей в первичных энергоносителях в мире до 2030 года возрастет на 60%. Независимая энергетическая компания Rystad прогнозирует, что заметный рост потребления водорода ожидается в 2030-е годы, к 2050 г. потребление вырастет в 5 раз: с текущего уровня в 70 млн тонн в год до почти 350 млн тонн в год. Также к 2050 г. водород будет топливом для около 5% парка личных автомобилей и 10% дорожных перевозок, для генерации электроэнергии и тепла.

В то же время, какими бы впечатляющими не были эти цифры, потребуются гораздо больше инвестиций на освоение водорода, и как можно скорее, чтобы обеспечить энергетический переход, определенный Парижским климатическим соглашением.

Трансграничная торговля водородом должна значительно вырасти, и уже сегодня более 30 стран и регионов планируют активную торговлю. Некоторые страны, которые рассчитывают стать импортерами, уже разворачивают специальную водородную дипломатию, например, Япония и Германия. Экспортеры ископаемого топлива все чаще рассматривают чистый водород как привлекательный способ диверсификации своей экономики, например, в Австралии, Омане, Саудовской Аравии и Объединенных Арабских Эмиратах.

Технический потенциал производства водорода значительно превышает предполагаемый мировой спрос. Страны, которые в наибольшей степени способны производить дешевую возобновляемую электроэнергию, будут в наилучшем положении для производства конкурентоспособного зеленого водорода.

Страны с большим потенциалом возобновляемых источников энергии могут стать площадками для «зеленой» индустриализации, используя свой потенциал для привлечения энергоемких отраслей. Кроме того, участие в цепочке создания стоимости водорода

может повысить экономическую конкурентоспособность участвующих стран. В частности, производство оборудования, такого как электролизеры и топливные элементы, могло бы стимулировать развитие бизнеса. Китай, Япония и Европа уже создали форумы в производстве, но инновации будут формировать нынешнюю производственную среду.

Таким образом водородная энергетика может стать мощным драйвером развития для стран, имеющих возможности производства водорода, включая Казахстан, у которого есть необходимые предпосылки для развития этого направления. Преимуществом Казахстана является то, что страна располагает значительными запасами редкоземельных и благородных металлов, необходимых для производства катализаторов и комплектующих для топливных элементов водородной энергетики. В республике успешно функционируют газодобывающая и газоперерабатывающая отрасли, есть большой потенциал для дальнейшего инновационного развития.

### **Государственная поддержка развития водородной энергетики**

В ходе 33-го пленарного заседания Совета иностранных инвесторов Глава государства поручил определить водородную энергетику в качестве одного из приоритетов центра компетенции в новых технологиях. 1 сентября 2021 года Президент Республики Казахстан Касым-Жомарт Кемелевич Токаев в своем Послании народу Казахстана отметил перспективность развития производства «зеленого» водорода и водородной энергетики в целом и поручил Правительству подготовить предложения по данному вопросу.

Глава государства, выступая на VIII саммите Совета сотрудничества тюркоязычных государств, предложил создать консорциум по развитию водородной энергетики: «Предлагаю создать международный консорциум, который позволит консолидировать усилия ведущих научных учреждений наших стран. Это структура будет осуществлять разработку новых технологий производства, хранения и транспортировки водорода. На базе консорциума наши ученые смогут собираться, обмениваться опытом и знаниями».

Основными сдерживающими факторами развития водородной энергетики являются проблемы материаловедения, необходимость совершенствования технологий по получению, транспортировке, хранению и потреблению водорода. На пути преодоления данных барьеров интенсивно ведутся работы в Национальном ядерном центре Республики Казахстан.





*Визит вице-министра энергетики Ж.Д. Нурмагамбетова на лабораторный участок водородной и альтернативной энергетики*

### **Научно-техническая деятельность Национального ядерного центра в области развития водородной энергетики**

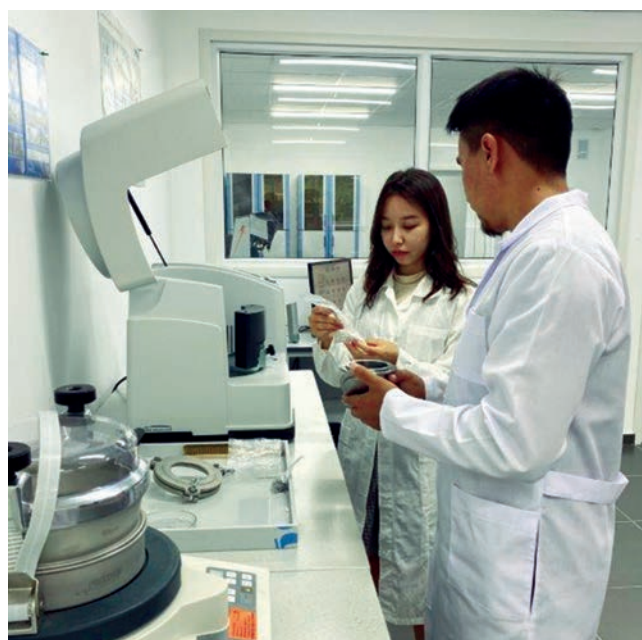
Научно-исследовательские работы в области водородной энергетики выполняются на предприятии с 2014 года. В период 2016–2020 гг. в рамках межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств-участников СНГ и трехстороннего соглашения о сотрудничестве между РГП НЯЦ РК, ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт «Прометей» (Санкт-Петербург, Россия) и Государственным научным учреждением «Институт порошковой металлургии» (Минск, Беларусь) были проведены работы по проекту: «Исследование и разработка процессов высокоомощного воздействия концентрированных потоков энергии для формирования поверхностных слоев с аморфной, нанокристаллической и интерметаллидной структурой для изделий, используемых в водородной энергетике и промышленной экологии».



*Установка для прикладных исследований по получению водорода*

В 2018–2020 гг. проводились работы по теме «Исследование перспективных материалов на основе системы Ti-Al-Nb для хранения и транспортировки водорода», где были получены гетеро-фазные материалы на основе системы Ti-Al-Nb и представлены результаты по их водородоемкости в процессе сорбции/десорбции. Результаты прошли широкую апробацию и были представлены в открытой печати и научно-практических конференциях в Казахстане и за рубежом. Продемонстрирована перспективность создания водород-аккумулирующих материалов на основе системы Ti-Al-Nb.

Сегодня работы в данном направлении продолжаются. Усилия ученых сосредоточены на разработке нового способа получения водород-аккумулирующих композиционных мате-



*Процесс подготовки опытных образцов*





Участок пробоподготовки и металлографии

риалов на основе интерметаллидов титана с применением методов механической активации и искроплазменного спекания. Планируется определить влияние содержания элементов исходной шихты и параметров высокоэнергетических воздействий на свойства материала-накопителя, отвечающих за оптимальное соотношение между количеством поглощенного водорода и температурой его десорбции. Впервые будут получены данные по термоциклической устойчивости водород-аккумулирующих сплавов на основе интерметаллидов титана.

С 2021 года в рамках программно-целевого финансирования в Национальном ядерном центре реализуется программа «Разработка технологии производства и хранения водорода для развития альтернативной энергетики в Республике Казахстан». Программа предполагает реализацию замкнутого цикла научного исследования – от разработки нового способа получения водорода и материалов для его хранения до его реализации, создания материалов и устройства по практическому использованию водорода. Конечным продуктом программы является технология получения водорода, материал для хранения и транспортировки водорода, лабораторный прототип топливного элемента.

Осуществляется тесное сотрудничество с Восточно-Казахстанским университетом им. Сарсена Аманжолова в области подготовки кадров и проведения совместных научно-исследовательских работ (НИР) по данной тематике. Есть планы развития кооперации с профильными ВУЗами, совместно со специалистами ВКУ им. С. Аманжолова и КазНУ им. аль-Фараби прорабатывается вопрос реализации проекта, направленного на разработку инновационных технологий, материалов и устройств для получения и хранения водорода, а также для электрохимической генерации электроэнергии на его основе с учетом энергетических ресурсов и потребностей Республики Казахстан.

Вышеизложенная совместная деятельность Национального ядерного центра и ВКУ им. С. Аманжолова вносит прямой вклад в создание новых научных школ и площадки для научного сотрудничества в области создания инновационных материалов для водородной энергетики, подготовки магистрантов и докторантов, что способствует открытию новых рабочих мест и развитию научно-исследовательского потенциала Республики Казахстан.

Работы по развитию водородной энергетики, одному из стратегических направлений деятельности предприятия, направлены на решение стратегически важной государственной задачи – создание основ новой, перспективной, экологически чистой энергетической технологии, внедрение и развитие которой будет способствовать повышению энергетической независимости государства и диверсификации ресурсной базы. Дальнейшее развитие этого направления позволит повысить эффективность использования энергоресурсов, обеспечить народное хозяйство надежными, компактными и безопасными энергоисточниками, работающими на водороде.

*Тимур Туленбергенов*









# ПОЛИГОН



# Биодозиметрия: сегодня и завтра



*Лаура Кенжина,  
начальник группы эпидемиологических и биодозиметрических исследований*

«Ожидание неожиданного» – под этим девизом Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) координирует аварийную готовность и реагирование на ядерные и радиологические чрезвычайные ситуации. Для Казахстана, имеющего на своей территории ядерно-опасные объекты, усиление способностей чрезвычайного планирования является критически важным приоритетом государственного значения.

Создание национальной системы радиационной безопасности является комплексной и ресурсоёмкой задачей, которая требует для своей разработки и внедрения времени, средств, энергии, скоординированных усилий и межведомственного взаимодействия на различных административных уровнях.



В Послании Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны» отмечается: «...общее нарастание глобальной напряженности ставят перед нами задачу перезагрузки оборонно-промышленного комплекса и Военной доктрины. Укрепление обороноспособности, повышение оперативности реагирования на угрозы также должны стать приоритетами государственного значения. Мы должны готовиться к внешним шокам и наихудшему варианту развития событий. В высшей степени актуальным стало моделирование рисков, исходящих извне. Следует проводить стресс-тесты, прорабатывать сценарии, на основе которых будут разрабатываться и корректироваться планы действий государственного аппарата».

Как показывают последние события в мире, геополитическая турбулентность, стихийные бедствия или техногенные катастрофы могут быть тяжелыми даже для стран с наилучшей подготовкой. Последствия этих бедствий часто пересекают границы и могут угрожать безопасности и стабильности целых регионов. Усиливающаяся глобальная неопределенность, обострение военно-политического кризиса между государствами, обладающими ядерным оружием, активизация экстремистских и террористических организаций различного толка – все это демонстрирует и актуализирует фокусировку на качественной готовности и реагировании Казахстана к радиационным и ядерным чрезвычайным ситуациям (Р/ЯЧС).

Трезво оценивая ситуацию, необходимо периодически рассматривать и осознавать степень, масштабы внешней и внутренней вероятных радиационных/ядерных угроз для Казахстана. Наша страна непосредственно граничит с двумя государствами, обладающими ядерным оружием – Россией и Китаем. Все постсоветские страны центрально-азиатского региона имеют на своих территориях советское наследие горнодобывающей деятельности, где в течение более 50 лет добывали уран и редкоземельные металлы, на которых остались весьма большие объемы промышленных отходов, в том числе и радиоактивных.

На сегодняшний день Казахстан является мировым лидером по производству топливного урана (41% мировых поставок в 2020 году) и занимает второе место в мире (15%) по его запасам, ближайший сосед Узбекистан на пятом месте в рейтинге стран-производителей (7% мировых поставок в 2020 году) и на 11 месте в мире (2%) по запасам.

Более чем 40-летняя деятельность Семипалатинского испытательного полигона обусловила загрязнение радиоактивными материалами территории, расположенной на северо-востоке Казахстана площадью более 18 300 квадратных километров. Сразу у трех стран Центральной Азии есть планы возведения АЭС, это: Узбекистан, Казахстан и Киргизия.

В соответствии с передовой практикой все больше Центров ядерной медицины открывается в регионе, расширяется спектр использования ядерных технологий для диагностической визуализации (ПЭТ, КТ) лучевой терапии, используются радиоизотопы для производства радиофармпрепаратов. Ульбинский металлургический завод, расположенный в Восточно-Казахстанской области, является одним из признанных в

мире производителей урановой, бериллиевой, танталовой и ниобиевой продукции, имеет лидирующие позиции в поставке в страны Европы, Америки и Канады, Азии, имеет долгосрочные планы наращивания оборотов до 200 тонн в год поставки компонентов топлива в виде порошков диоксида урана. Основные экспортные рынки для продукции – Китай, Южная и Восточная Азия, Северная Америка и Европа. На различных стадиях производства, транспортировки через регион в страны потребители, этапах хранения ядерного топлива, обращения с отработавшим топливом и радиационными отходами, не смотря на автоматизированность и контролируемость процессов, не исключены чрезвычайные ситуации, требующие качественной и оперативной дозиметрической поддержки. Научно-исследовательские работы в области освоения атомной энергетики, эксперименты на исследовательских реакторах, активизация промышленных ускорителей, улучшение доступа к процедурам диагностической визуализации с использованием ионизирующего излучения и расширение их применения создают необходимость оптимизации радиационной защиты и безопасности связанных с ними доз облучения. Характеристика возможных последствий для здоровья различается от вида радиационной аварийной ситуации: аварийные ситуации на реакторе; аварийные ситуации, связанные с утерянными/похищенными опасными источниками; аварийные ситуации, возникающие при неправильном использовании опасных промышленных источников; случайное медицинское переоблучение; транспортные и лабораторные аварийные ситуации, в которых задействованы радиоактивные материалы; аварийные ситуации со злонамеренным использованием радиоактивного материала; аварийные ситуации с радиоактивным загрязнением воздуха, продуктов питания и источников водоснабжения.

В случае радиационной/ядерной чрезвычайной ситуации (Р/ЯЧС), когда детали событий малоизвестны, либо факты злонамеренного события с радиоактивным материалом не выявлены, а какие-либо физические средства измерения или вычисления дозы отсутствуют, биологическая дозиметрия, при помощи лимфоцитов крови, может быть единственным средством определения индивидуальной количественной поглощенной дозы облучения.

В ранний период после Р/ЯЧС или террористической атаки, где облучено большое количество людей, цитогенетическая биодозиметрия является методом «первой сортировки» пострадавших на домедицинском уровне. Она обусловит быстроту и надежность в принятии решений, связанных с приоритетом оказания медицинской помощи, сохранит жизнь, минимизирует последствия для здоровья, увеличит продолжительность и качество жизни пострадавших. Некоторые аварийные ситуации могут оставаться невыявленными в течение многих дней и недель после того, как произошло радиационное облучение. Это особенно относится к тем случаям, когда задействованы лица из населения или, когда по какой-либо причине работники не в состоянии сообщить о событиях в ответственные органы.

## Что же такое биологическая дозиметрия

Как общеизвестно, радиация оказывает повреждающее воздействие на геном человека. Индикация и анализ дицентрических радиационно-индуцированных поврежденных хромосом берут свои истоки с 60-х годов прошлого столетия. М.А. Bender и Р.С. Gooch в 1962 г. предложили использовать подсчет aberrаций хромосом, индуцированных в лимфоцитах периферической крови после случайного облучения людей, для дозовых оценок с помощью построенных на основании опытов *in vitro* кривых «доза – эффект».

За прошедшие годы этот метод подтвердил свою значимость и стал обычной составляющей программ радиационной защиты многих государств – членов МАГАТЭ и «золотым стандартом» биодозиметрии. Опыт его применения в тысячах случаев фактического или подозреваемого переоблучения (в случаях отсутствия дозиметров) подтвердил преимущество метода, так как в отличие от физического изменения дозы он учитывает различие в восприимчивости к излучению между отдельными людьми (индивидуальная радиочувствительность и радиорезистентность).

Использование цитогенетической дозиметрии для обеспечения готовности и реагирования при радиационных аварийных ситуациях рекомендовано МАГАТЭ на основании координированных программ научных исследований (CRPs) в данной сфере с 1978 г. по настоящее время. В соответствии со статьей III своего Устава МАГАТЭ уполномочено устанавливать или принимать нормы безопасности для защиты здоровья и сведения к минимуму опасности для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм. Существенно дополненные за последнее 10-летие практические руководства о методиках биологической дозиметрии, успехах в их совершенствовании, об опыте, образцовой практике и практических примерах уверенно и доказательно обосновывают выбранный нами подход к количественному определению дозы облучения населения и персонала, подвергшегося радиационному воздействию в течение жизни и трудовой деятельности, а также населению прилегающих к СИП территорий. Цитогенетические анализы aberrаций, рекомендованные для потенциальных сценариев облучения: острого, растянутого, недавнего – дицентрический анализ (DCA); для растянутого, давнего – флуоресцентная гибридизация *in situ* (FISH) имеют международные стандартизированные критерии ISO 19238:2014, ISO 21243:2008.

Национальный ядерный центр с 2015 года принимает надлежащие инициативы для развития биологической дозиметрии через осуществление научно-технических мероприятий по освоению валидированных цитогенетических методов оценки индивидуальной поглощенной дозы человека, исследований фонового стандартного уровня хромосомных aberrаций как «нулевой точки» дозы, построение прототипа и полномасштабных версий собственных калибровочных кривых «доза – эффект» для острого и хронического сценариев облучения

Материалом исследования являются лимфоциты периферической крови человека. Их нормальный диапазон содержания в крови варьирует от  $(1,5-4,0 \cdot 10^9)/л$ . Так как подавляющая часть лимфоцитов в крови находится в фазе G0 (покоя) клеточного цикла, то при радиационном воздействии

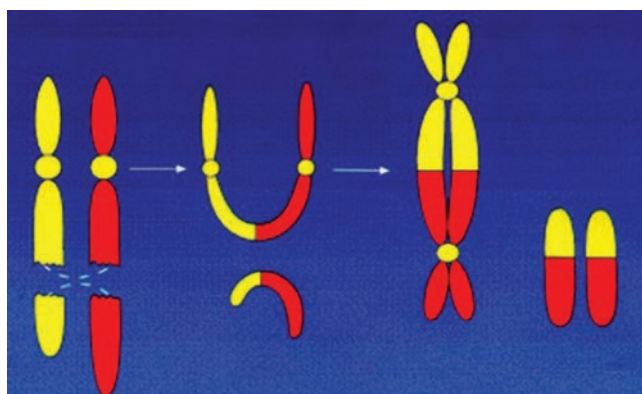
в них происходит индукция aberrаций хромосомного типа. Они циркулируют по всему телу и содержатся во всех органах. В случае частичного облучения тела, лимфоциты, которые были индуцированы где-либо в организме, со временем окажутся в периферической крови. Они имеют жизненный цикл и элиминируются из кровяного русла с течением времени.



Процесс отбора биоматериала – периферической венозной крови и его транспортировка в биодозиметрическую лабораторию

Главным принципом количественной оценки индивидуальной поглощенной дозы является количественный учет структурных хромосомных перестроек и изменений ploидности генома путем визуального анализа митотически конденсированных хромосом в цикле метафазы.

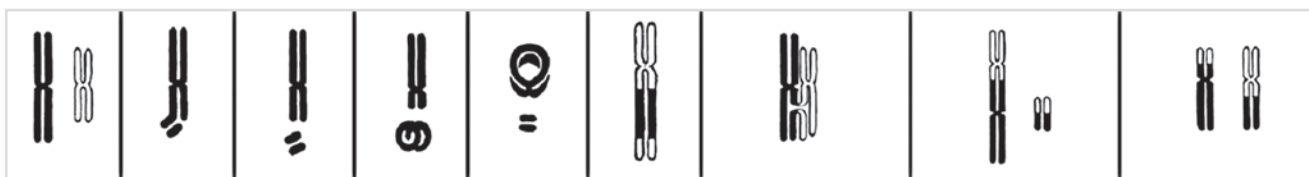
Дицентрический анализ хромосом используется для острого сценария облучения и основан на анализе нестабильных хромосомных aberrаций. Как известно, в системе культур, стимулированных *in vitro* к делению лимфоцитов периферической крови, основным цитогенетическим индикатором радиационного воздействия считаются дицентрики. Анализ этого вида aberrаций хромосом даже называют «золотым стандартом» для биологической дозиметрии, что обусловлено их характерным внешним видом и низкой спонтанной частотой. Однако, данный метод успешно применим только в ранние сроки после облучения, вследствие постепенной элиминации aberrантных клеток из периферического кровяного русла.



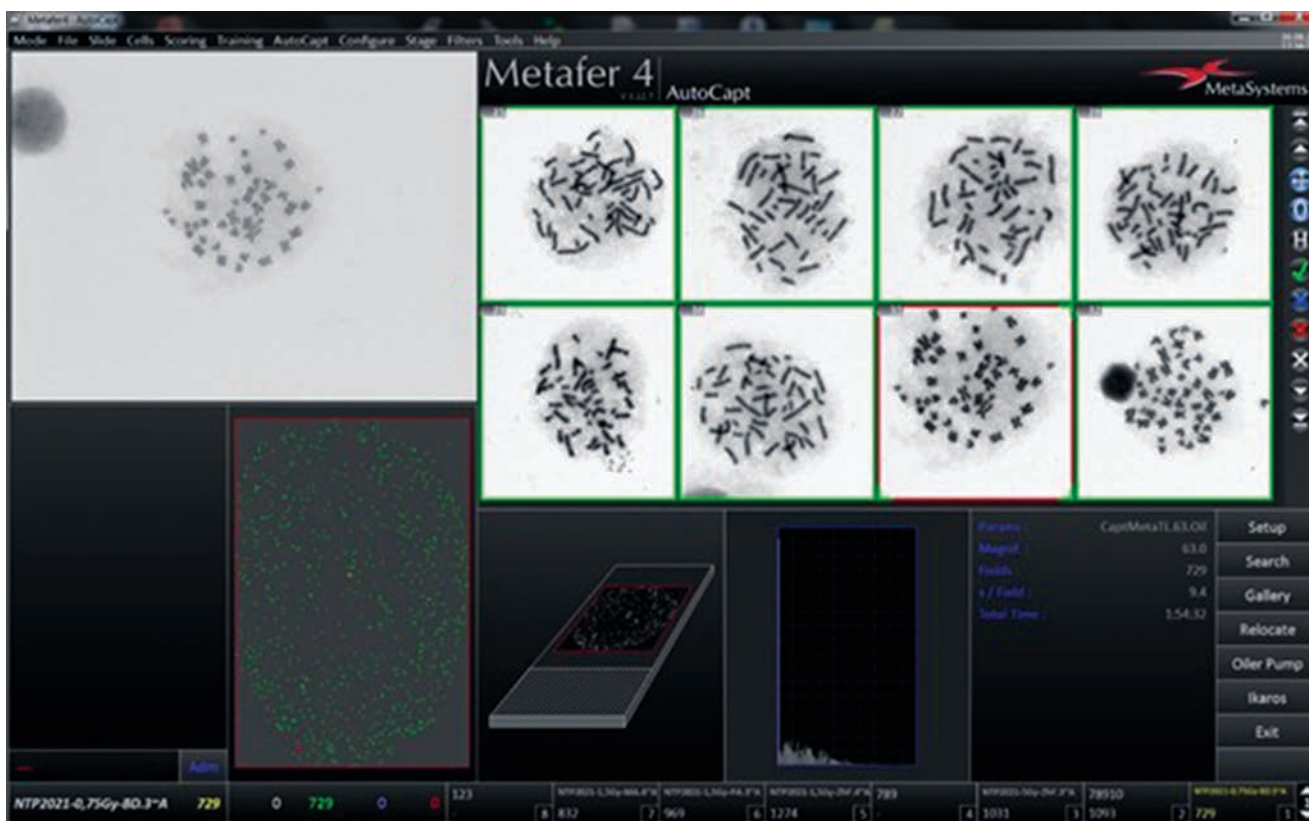
Механизм образования радиационно-индуцированных повреждений – дицентрических хромосом и фрагментов

Лаборатория биодозиметрических исследований в НЯЦ РК существует с 2012 года, оснащена современным оборудованием, укомплектована расходными материалами и реактивами, необходимыми для биодозиметрических исследований. Качественным рывком к достоверной оценке поглощенной





Виды радиационно-индуцированных хромосомных aberrаций



Процесс автоматизированной фоторегистрации метафазных клеток при помощи программного обеспечения Metafer 4/MSearch

дозы послужило приобретение в декабре 2016 года специализированного оборудования на базе электронного автоматизированного микроскопа Axiomager Z2 (Carl Zeiss), программного обеспечения Metafer 4, автоматизированной системы поиска и фоторегистрации метафаз MSearch (MetaSystems), программного обеспечения для анализа хромосомных aberrаций ICAROS, ISIS (MetaSystems Software № 2250047). Поскольку анализ требует обработки огромного массива биоматериала и большой статистики, Metafer 4 позволяет повысить скорость, объем и качество данных исследований, минимизируя статистические погрешности, доказательно и электронно фотоархивирует первичный материал.

Для проведения ретроспективной оценки поглощенной дозы в условиях давнего облучения (экологического/ профессионального/медицинского) из-за высокой стабильности и накопления с течением времени предпочтительным является индикация хромосомных транслокаций методом флуоресцентной гибридизации in situ (FISH). Данный метод детекции определяет положение специфической последовательности ДНК на метафазных хромосомах in situ при помощи ДНК-зондов, которые гибридизуются (связываются) с комплементарными

участками и благодаря тому, что они помечены флуоресцентной меткой, позволяют видеть локализацию интересующих генов в составе хромосом. FISH-метод позволяет четко выявить стабильные хромосомные aberrации в виде транслокаций, представляющих собой обмен участками между исследуемой и другими хромосомами, поскольку ее окрашенный участок в флуоресцентном микроскопе высвечивается на других хромосомах.

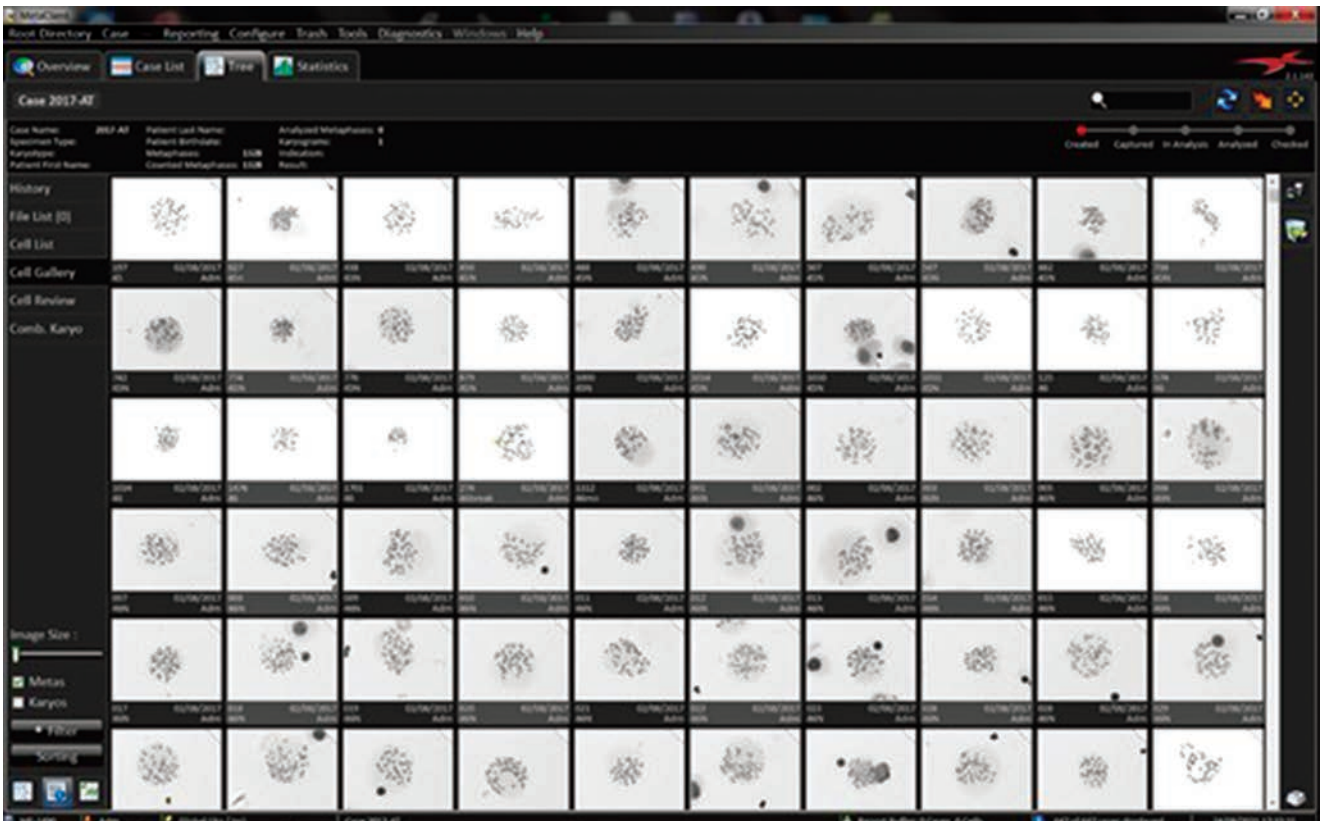
В данный момент лаборатория биодозиметрических исследований НЯЦ РК прилагает значительные усилия по построению собственной калибровочной кривой «доза – эффект» для оценки количественной индивидуальной поглощенной дозы человека, как для острого аварийного сценария, так и хронического пролонгированного облучения в течение жизни или профессиональной деятельности. Достигнуты первые успехи по экспериментальному масштабированию и фоторегистрации массива данных анализируемых клеток. При методологической поддержке и предоставленного программного обеспечения коллегами из Агентства по охране здоровья, Центра радиационных, химических и экологических рисков (Оксфорд, Великобритания) проводятся вычисления с исполь-

зованием статистических процедур анализа и интерпретации цитогенетических биологических дозиметрических данных. В ближайшем будущем будет возможна достоверная научно-обоснованная калькуляция дозы облучения для различных сфер человеческой деятельности, где применяются источники ионизирующего излучения.

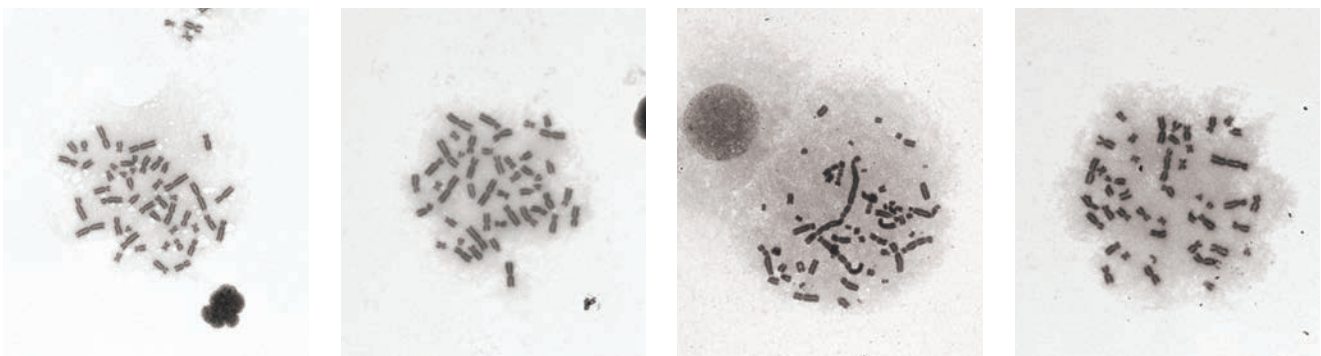
Мировое сообщество заинтересовано и оказывает поддержку в усилении биодозиметрических способностей Казахстана, готовности к реагированию в чрезвычайных радиологических/ядерных ситуациях. Так, Североатлантический военный альянс – НАТО в рамках программы «Наука ради мира и безопасности» предоставил лаборатории грант «Новые биологические и физические методы сортировки в радио-

логических аварийных ситуациях», который реализуется в коллаборации с учеными Италии и Хорватии. Это Итальянское национальное агентство по новым технологиям, энергетике и устойчивому экономическому развитию, Национальный институт здоровья и высшего образования и ведущий научно-технический орган Национальной службы здравоохранения Италии, а также Институт им. Рушера Бошковица Хорватии.

МАГАТЭ оказывает поддержку Казахстану в Национальном проекте Технической кооперации МАГАТЭ на 2022–2023 гг. по теме: «Развитие биологической дозиметрии в Казахстане для готовности и реагирования в ядерных/радиологических чрезвычайных ситуациях».



Процесс фотоархивирования массива данных метафазных клеток для дальнейшего анализа хромосомных aberrаций, Metafer 4 /MetaClient

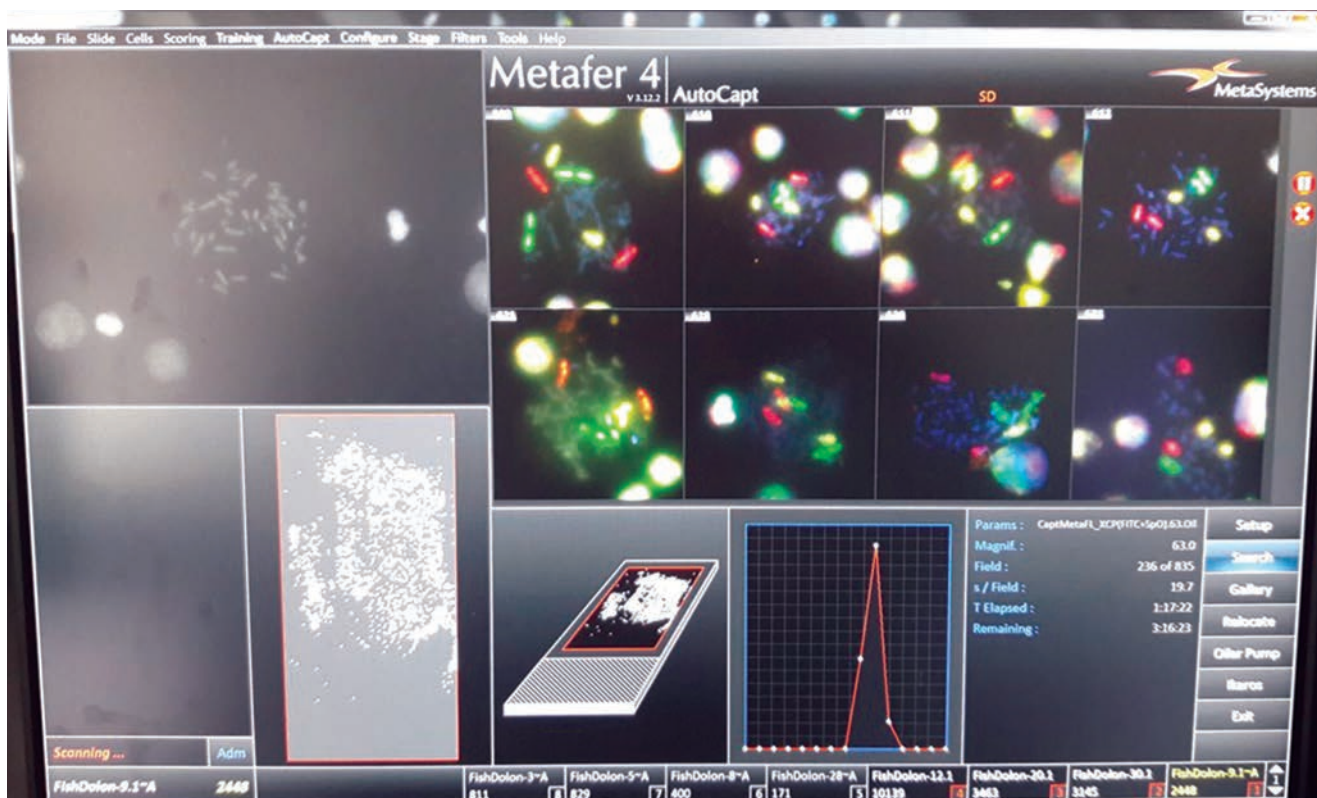


а) кариотип в норме

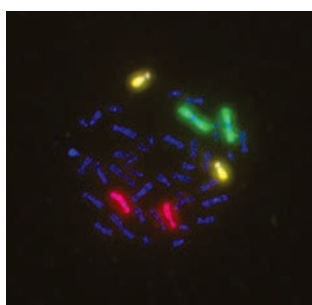
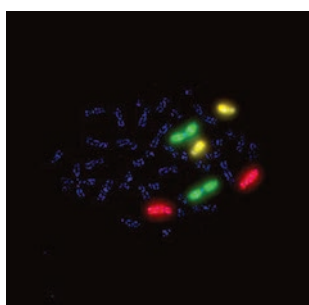
б) кариотип с радиационно-индуцированными aberrациями

Визуализация радиационно-индуцированных нестабильных aberrаций – ацентриков в норме (а) и патологии (б)

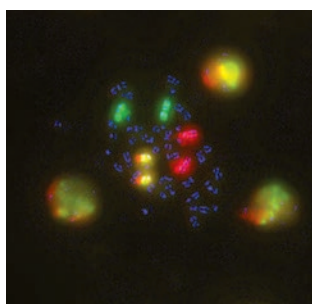
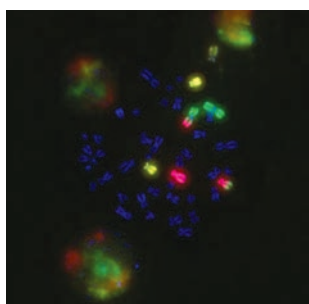




Этап автоматической визуализации и фотографирования метафазных пластинок при помощи флуоресцентных фильтров и флуоресцентно-меченных хромосомных ДНК-зондов (Metafer 4/MSearch, MetaSystems, Германия)



Аберрантные метафазы лимфоцитов с транслокациями (FISH-метод)



а)

б)

Визуализация радиационно-индуцированных стабильных аберраций – транслокаций, в норме (а) и патологии (б)



Сотрудники лаборатории биодозиметрических исследований

Лаборатория биодозиметрических исследований с 2018 года является частью глобального консорциума BIODOSENET, стала частью Азиатской биодозиметрической сети, в которую входят такие страны как Китай, Корея, Япония, Индонезия, Тайланд и другие. В 2018 и 2020 годах лаборатория участвовала в межлабораторных упражнениях в рамках Азиатской биодозиметрической сети вместе с 15-ю лабораториями стран Азии. Необходимость и важность вступления Казахстана в такое стратегическое партнерство очень важно для нашей страны.

# Оценка влияния последствий проведения ядерных испытаний на растительные комплексы бывшего Семипалатинского испытательного полигона





Радиоактивное загрязнение занимает особое место среди множества факторов, негативно влияющих на биоту на популяционном и ценозическом уровне. Развитие атомной энергетики и интенсивное внедрение радиационных технологий актуализируют исследования возможных последствий хронического воздействия на биоту ионизирующих излучений. Известно, что радиационные повреждения в первую очередь формируются на молекулярном и клеточном уровнях, поэтому задачи, связанные с исследованиями возможных последствий хронического воздействия ионизирующих излучений, должна решать радиационная генетика популяций. Одним из широко используемых методов, позволяющих объективно оценить качество окружающей среды, является исследование частоты aberrаций хромосом в митотических клетках соматических тканей.

На территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП) исторически сложилась уникальная радиологическая обстановка. Экосистемы характеризуются широким диапазоном уровней радиоактивного загрязнения и значительным спектром радионуклидов, влияющих на формирование дозовой нагрузки от ионизирующего излучения на живую природу. Уникальные природно-климатические и радиологические особенности региона предоставляют широкие возможности для изучения биоценозов на предмет наличия биологических эффектов. Организмы, населяющие территорию СИП сегодня, являются прямыми потомками представителей биоты, испытавших острое радиационное воздействие во время проведения ядерных испытаний. Не одно их поколение подверглось хроническому облучению. Таким образом, получаемые в условиях СИП данные имеют высокую ценность для научного обоснования прогнозных моделей оценки радиационных рисков для человека и биоты.

Начиная с 2001 г. специалистами Национального ядерного центра РК на территории СИП проводятся цитогенетические исследования растительных сообществ. В рамках республиканских и международных проектов выполнена большая последовательная работа по отработке методики приготовления цитогенетических препаратов из меристемных корешков проростков семян доминантных видов дикорастущих растений. Специалисты прошли стажировку в Институте физиологии генетики и биоинженерии растений (г. Алматы). Параллельно формировалось материально-техническое обеспечение цитогенетических методов исследования. Приобретено современное микроскопическое оборудование. Сформированный аппаратно-методический комплекс позволяет проводить радиобиологические исследования широкого спектра.

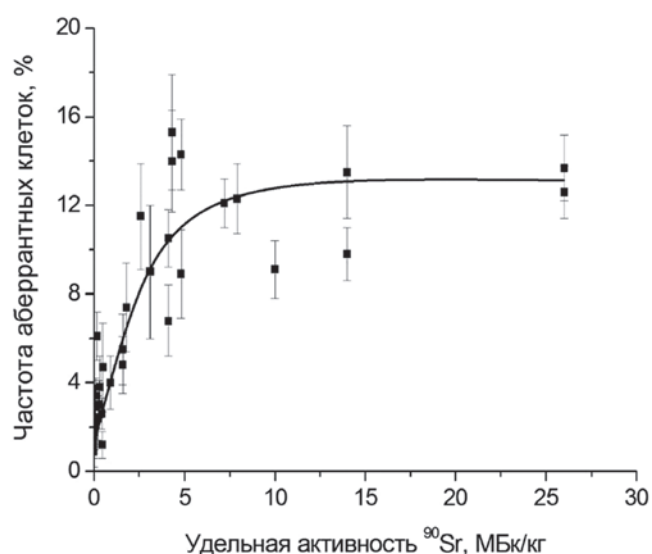
Как уже упомянуто выше, на СИП имеются многочисленные объекты с повышенным радиационным фоном.

На испытательных площадках «Опытное поле», «Балапан», «4А», «Дегелен» и на берегу р. Шаган проведены цитогенетические исследования растений.

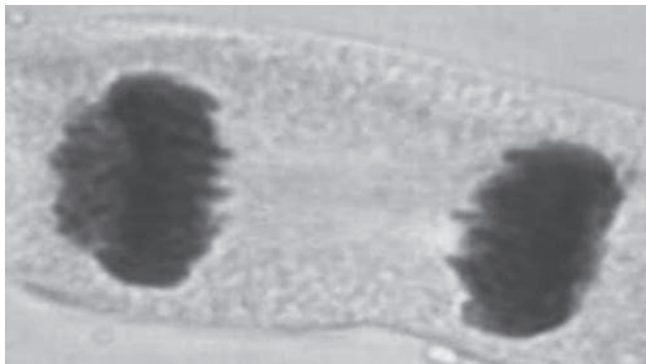
В разные годы объектами исследований являлись растения, относящиеся к различным жизненным формам. Из многолетних трав (злаковые и бобовые) – житняк (*Agropyron cristatum L.*), волоснец (*Elymus angustus L.*), чий (*Achnatherum splendens*), люцерна (*Medicago falcata L.*), ковыли (*Stipa sareptana*, *S. capillata*), типчак (*Festuca valesiaca*), тонконог (*Koeleria gracilis*), ломкоколосник (*Psathyrostachys juncea*). Из деревьев – сосна (*Pinus sylvestris*) и береза (*Betula pendula*). Из кустарников – шиповник (*Rosa glabrifolia*, *R. spinosissima*). Исследуемые многолетние дикорастущие типичные виды растений широко распространены на территории СИП.



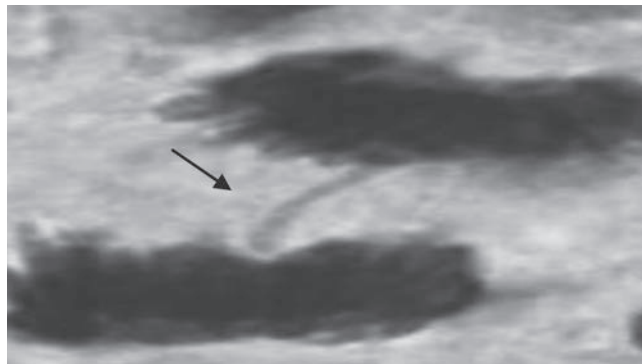
Микроскоп Axiolmager M2



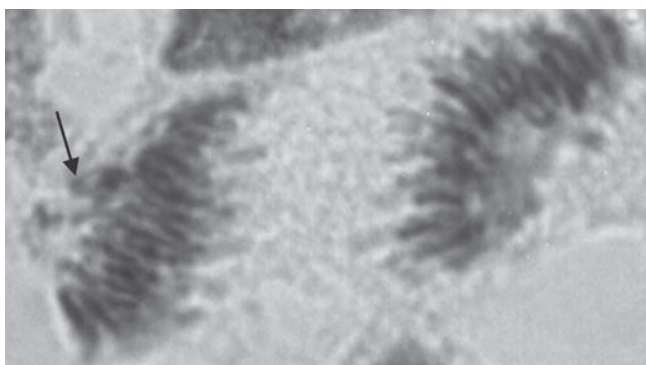
Зависимость частоты aberrантных клеток от удельной активности <sup>90</sup>Sr в тонконоге (*Koeleria gracilis*)



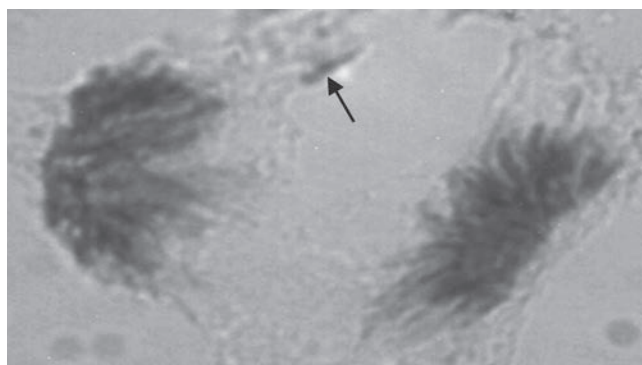
а) хромосома в норме



б) абберация в виде моста



в) абберация в виде забегания хромосом



г) абберация в виде фрагмента

#### Аномалии митоза волоснеца (*Elymus angustus*) из различных участков р. Шаган

Наиболее интересные результаты получены для площадки испытания боевых радиоактивных веществ «4А», характеризующейся наличием участков радиоактивного загрязнения почвенного покрова и растений на уровне среднеактивных радиоактивных отходов. Здесь удалось получить надежную кривую «доза – эффект».

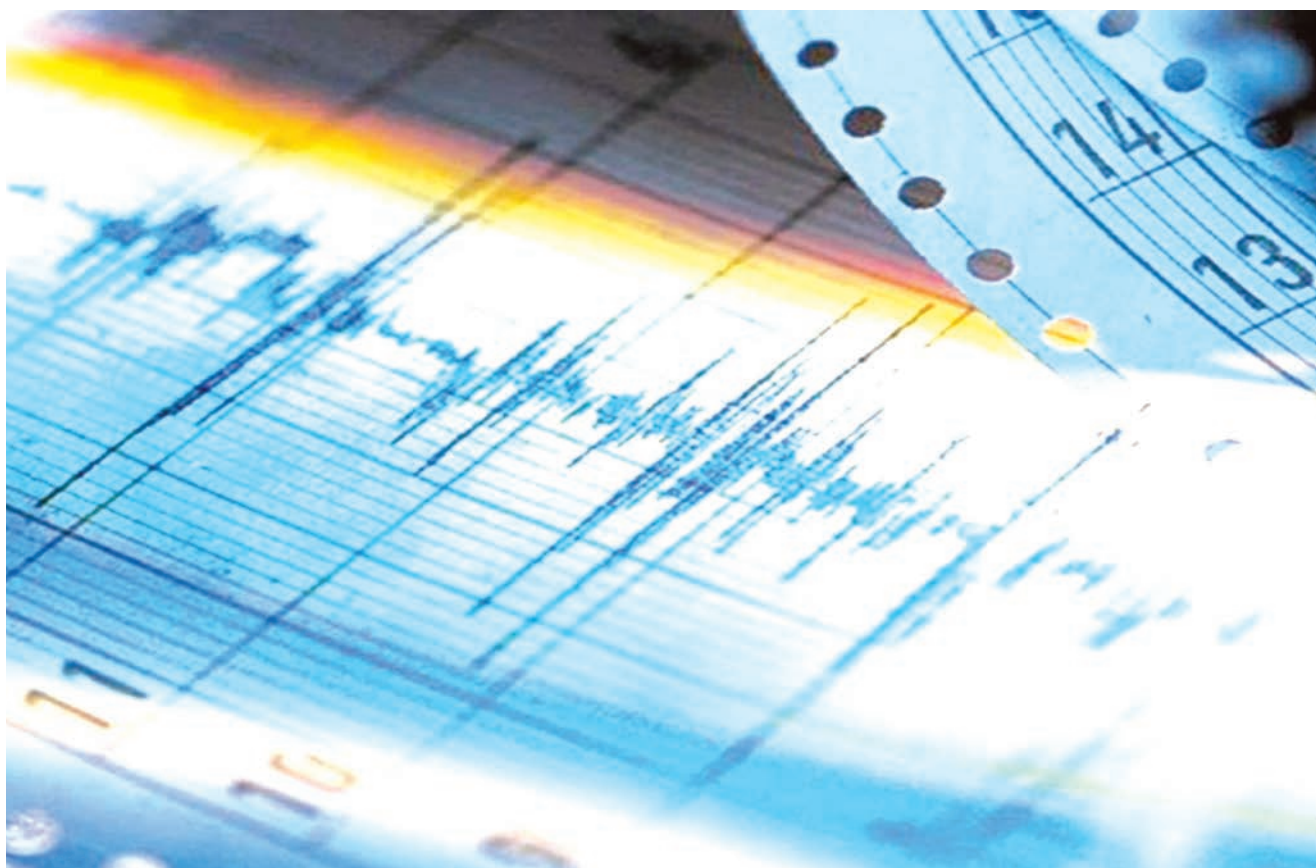
Полученные специалистами НЯЦ РК результаты свидетельствуют о том, что анализ частоты и спектра цитогенетических нарушений в корневой меристеме семян растений является высокочувствительным и информативным методом оценки экологического состояния радиоактивно загрязненных территорий. На основании данных предложены новые подходы

к оценке зависимости частоты цитогенетических нарушений от уровня радиационного воздействия. В целом, полученные в ходе многолетних исследований данные свидетельствуют о генетической опасности повышенных уровней облучения в районах с аналогичным уровнем загрязнения и могут быть использованы для прогнозирования изменения состояния природных популяций растений в условиях экологического стресса и на других территориях со сложной радиационной обстановкой. Новая информация о радиобиологических эффектах для одного из референтных видов может быть использована для уточнения оценок риска хронического облучения и вносит вклад в совершенствование концепции радиационной защиты биоты.

Кырмызы Минкенова



# СОХРАНЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ СЕЙСМОГРАММ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

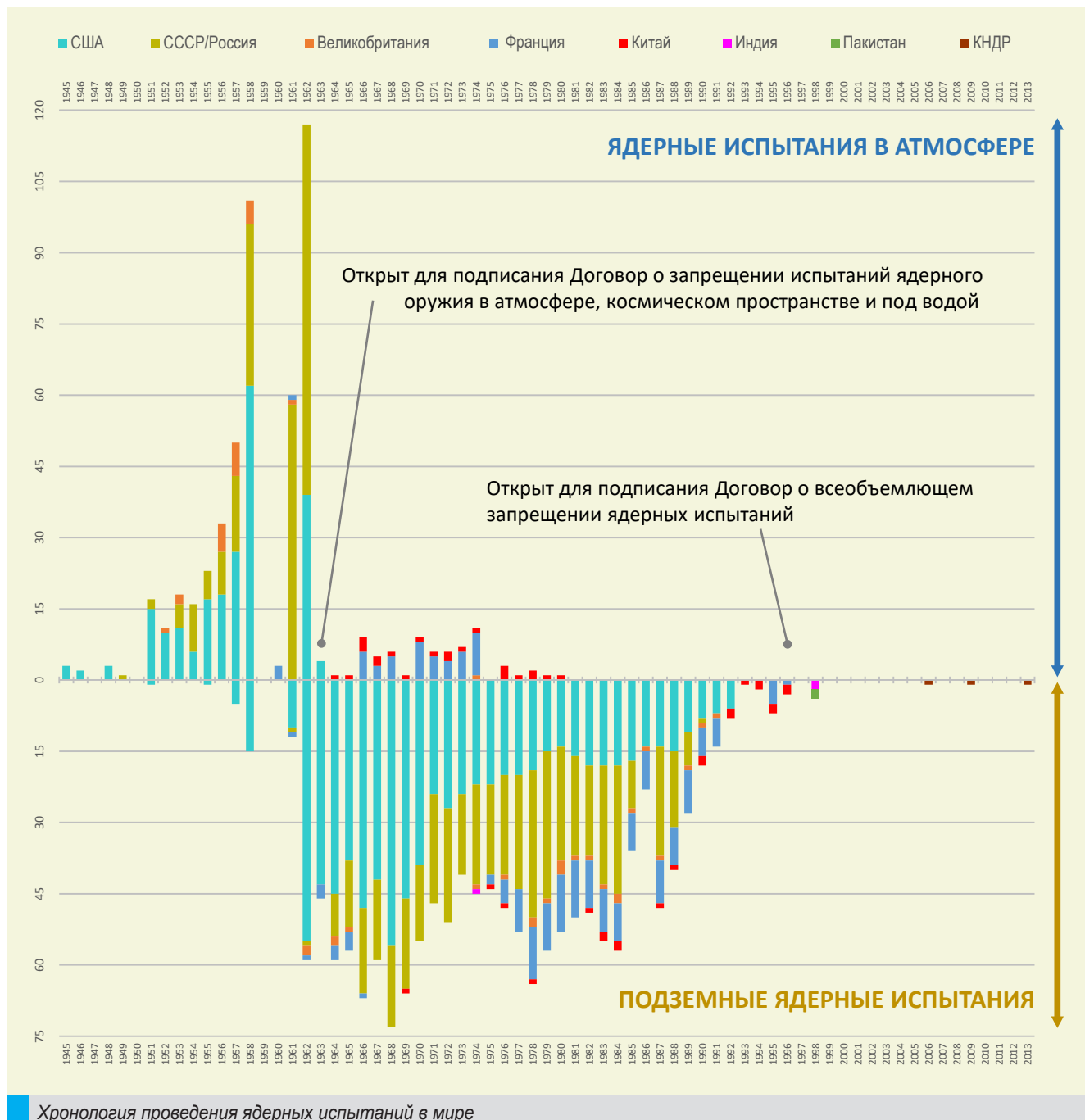


В настоящее время во всем мире возрос интерес к историческим аналоговым сейсмограммам.

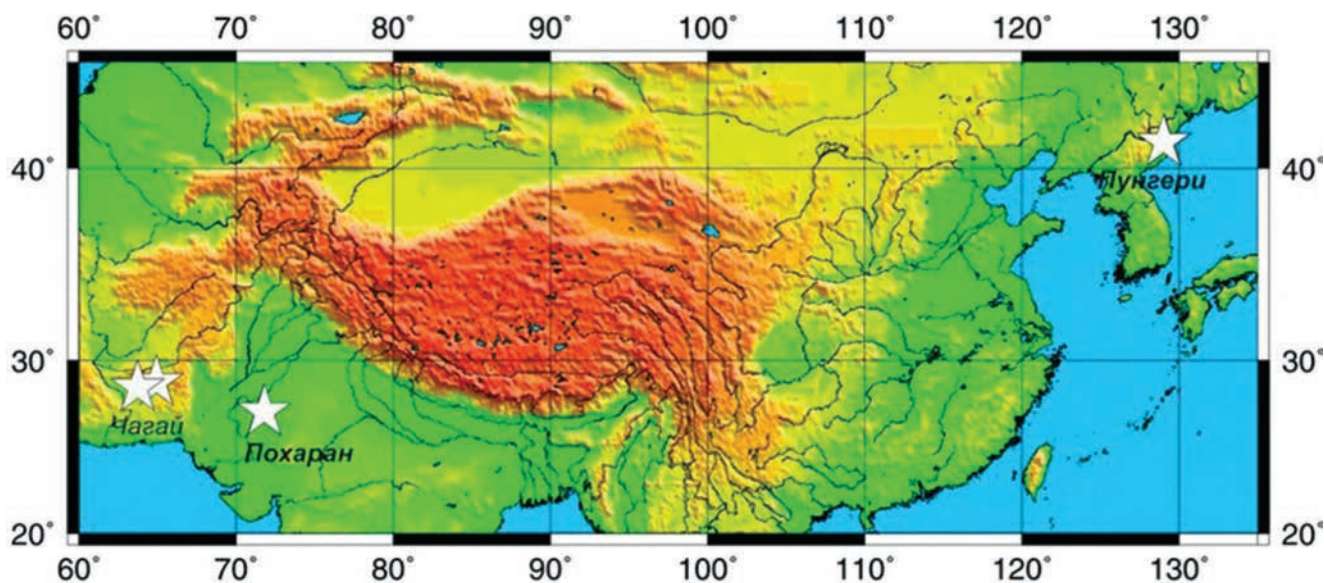
Первая сейсмическая сеть была установлена на Британских островах в 1843–1844 гг. Давидом Милном, для станций использовался сейсмометр, разработанный шотландским физиком Д. Форбсом. В начале XX века сейсмические станции были установлены по всему миру.

На территории Средней Азии и Казахстана регулярные сейсмические наблюдения были начаты в 1901 г. с открытием в Узбекистане сейсмической станции «Ташкент». В 1913 г. была открыта сейсмическая станция «Самарканд» (Узбекистан), в 1927 г. – сейсмические станции «Алма-Ата» (Казахстан), «Фрунзе» (Киргизия), в 1929 г. – сейсмическая станция «Андижан» (Узбекистан), в 1932 – сейсмическая станция «Чимкент» (Казахстан), в 1934 г. – сейсмическая станция «Семипалатинск» (Казахстан), в 1939 г. – сейсмическая станция «Душанбе» (Таджикистан). Сеть сейсмических станций постоянно расширялась, в Советскую эпоху на территории Центральной Азии работало более 400 сейсмических станций, как стационарных, так и временных.

Мировым сообществом ученые исторические сейсмограммы используются в разнообразных научных исследованиях, таких как исследования по изменению климата, уточнение параметров сильнейших исторических землетрясений, изучение цунамигенных землетрясений, оценка сейсмической опасности, изучение строения Земли, исследования геодинамических процессов, прогноз землетрясений и многих других. Большую помощь оказывает использование исторических сейсмограмм для задач мониторинга ядерных испытаний. После открытия для подписания Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ) количество ядерных взрывов резко сократилось – были произведены 2 ядерных испытания в Индии, 2 в Пакистане и 6 в Северной Корее.





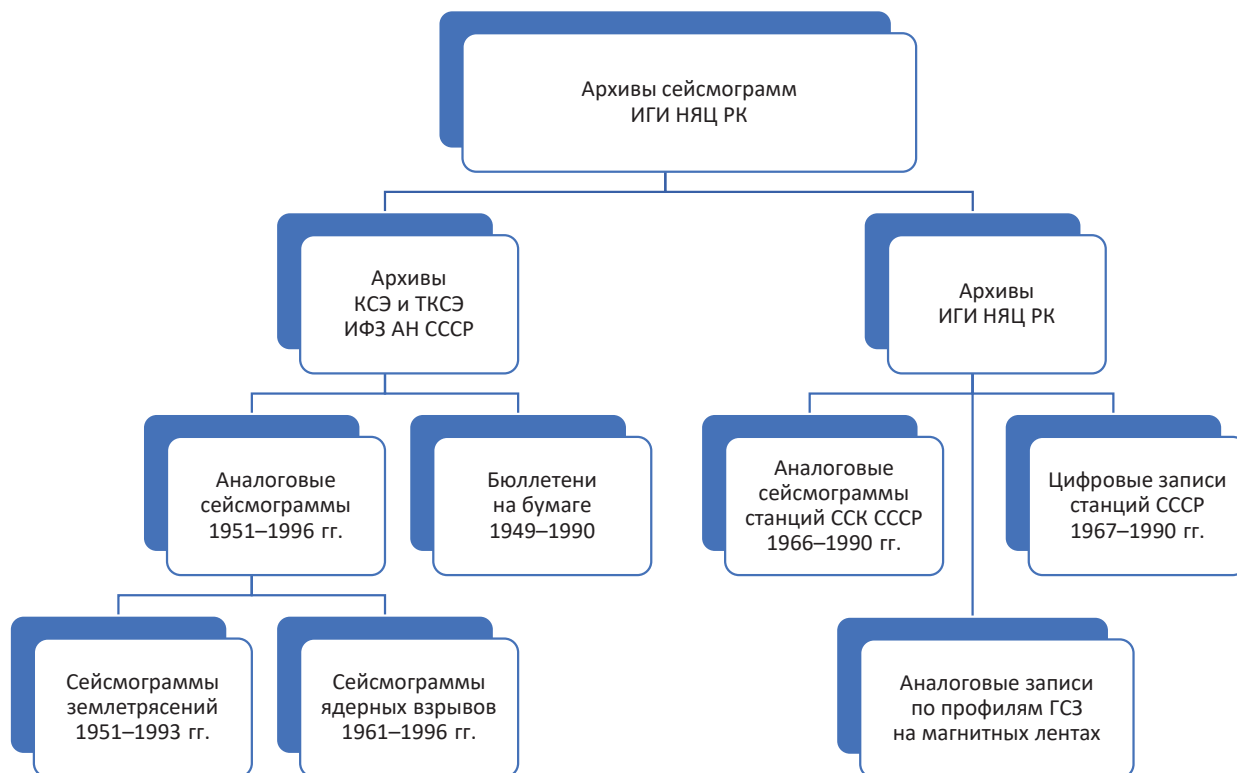


Ядерные испытания, проведенные после открытия для подписания ДВЗЯИ

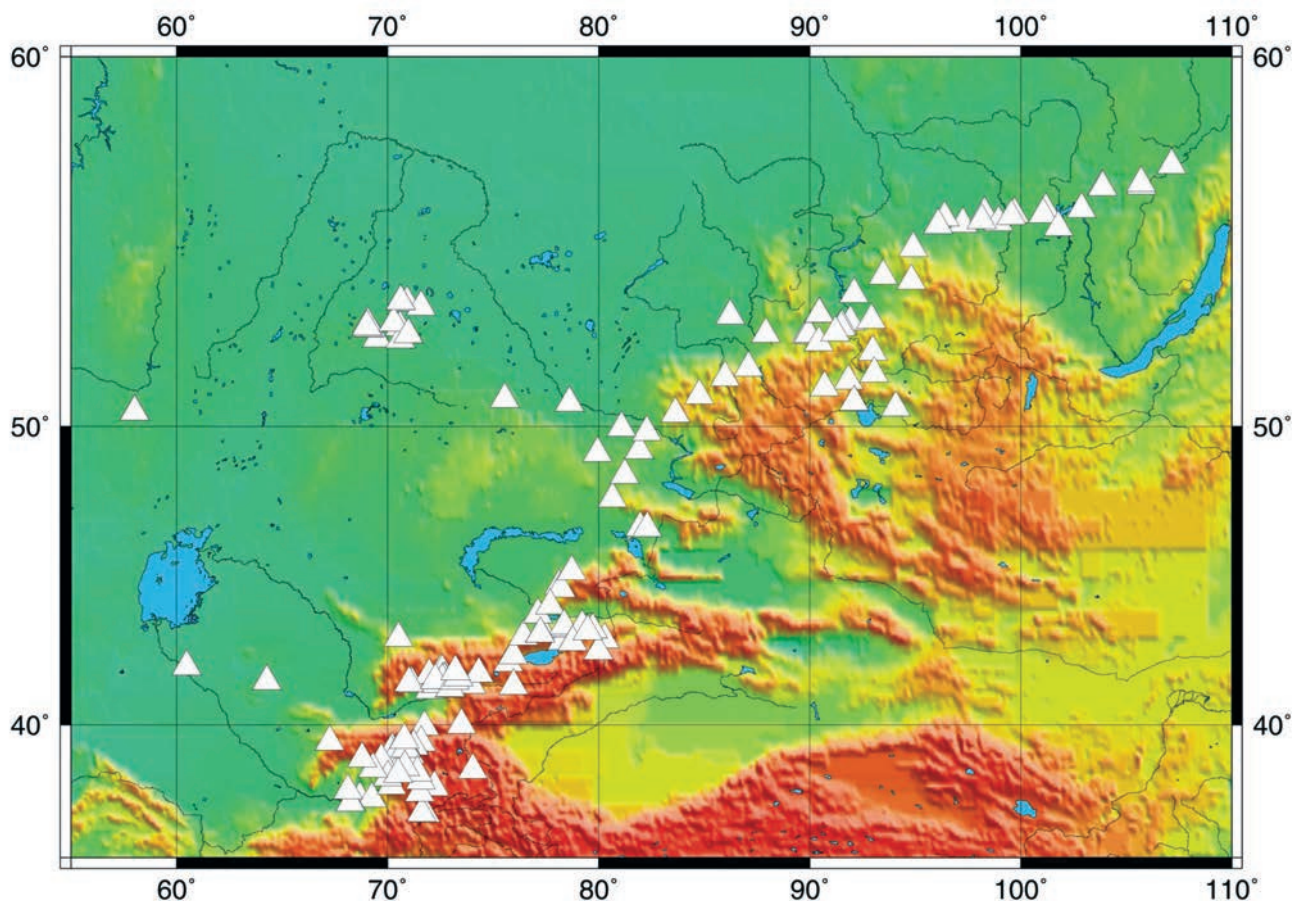
В то время, когда производилось наибольшее количество ядерных испытаний, большинство станций были аналоговыми. Особенно ценными являются записи станций, расположенных на региональных расстояниях. Существует огромный интерес к оцифрованным сейсмограммам ядерных взрывов, так как, имея такие записи, можно проводить моделирование испытаний в различных средах, решать задачи по сейсмическому распознаванию, проводить калибровку современных станций, расположенных в тех же местах, что и аналоговые, изучать последствия проведения ядерных взрывов и многое другое.

В Национальном ядерном центре Республики Казахстан имеется большой архив аналоговых записей ядерных взрывов.

Этот архив может быть условно разделен на две части: записи станций, ранее относящихся к Службе специального контроля Министерства обороны СССР – архив обсерватории «Боровое» (1966–1994 гг.) и обсерватории «Курчатов» (1973–1996), и записи станций Комплексной сейсмологической экспедиции ИФЗ АН СССР (1951–1996 гг.), находящиеся в KNDC (Казахстанский национальный центр данных), Алматы.



Структура архива исторических сейсмограмм ИГИ НЯЦ РК



Карта расположения сейсмических станций КСЭ ИФЗ АН СССР на территории Центральной Азии (1951–1996 гг.)

Архив КСЭ имел трагическую судьбу. В 1961 году ИФЗ АН СССР создал Комплексную сейсмологическую экспедицию (КСЭ) в г. Талгар, основными задачами которой стали изучение строения литосферы, мониторинг плотин, в частности Токтогула, мониторинг ядерных испытаний сейсмическими методами и др.

Комплексной сейсмологической экспедицией было открыто более 200 сейсмических станций на территории всего бывшего Советского Союза, как стационарных, так и временных.

В 2002 г. Талгарская КСЭ ИФЗ РАН была закрыта, ее имущество, включая архивы аналоговых сейсмограмм и сейсмических бюллетеней, передано Казселезащите. После 2014 г. архивы оказались в заброшенном неохраняемом здании, неоднократно подвергавшемся вандализму и в котором произошел пожар.

В связи с этим, материалы, которые удалось спасти, были перевезены в KNDC. Усилиями сотрудников KNDC был создан архив сейсмограмм, который в настоящее время используется для научных исследований и активно переводится на электронные носители.

Архив ядерных взрывов в KNDC содержит записи станций, установленных на территории СССР, и включает записи ядерных взрывов, проведенных в различных средах и на различных полигонах мира. В архиве имеются также записи мощных химических взрывов, землетрясений и других явлений. Общее количество аналоговых сейсмограмм в этом архиве превышает 300 тысяч.



Фото архива КСЭ ИФЗ АН СССР в г. Талгар 2015 г.

В течение последних двадцати лет проводится планомерная работа по оцифровке и сканированию сейсмограмм, полученных на фото- и простой бумаге, хранящихся в архивах разных организаций.

При поддержке ряда международных и зарубежных организаций в разные годы проводилась работа с записями ядерных взрывов, произведенных на испытательных полигонах мира.





Архив КСЭ ИФЗ АН СССР в г.Алматы (KNDC), 2022 г.

Эта работа проводилась по проектам МНТЦ, LDEO, NORCAP, АФТАК, а также бюджетной программе МЭ РК. Удалось перевести в цифровой вид записи ядерных взрывов со следующих полигонов: Семипалатинский испытательный полигон, Новая Земля, мирные ядерные взрывы на территории СССР, Лобнор, Невада, Амчитка, Муроруа и Фангатауфа, Ин-Эккер, Похаран, Чагай.

До 2020 г. для оцифровки использовалась программа NX-SCAN. За время работы программы были оцифрованы более 9000 аналоговых сейсмограмм ядерных взрывов из архивов различных сейсмологических организаций Казахстана и Кыргызского Института сейсмологии НАН КР. Собраны сведения о параметрах более 400 станций на территории бывшего СССР.

При поддержке Норвежского сейсмологического агентства NORSAR в KNDC были проведены обучающие курсы-семинары «Сканирование и оцифровка исторических аналоговых сейсмограмм», в которых приняли участие специалисты Института сейсмологии Национальной Академии Наук Кыргыз-

ской Республики (ИС НАН КР), ГУ «Сейсмологическая опытно – методическая экспедиция КН МОН РК» и Национального ядерного центра РК (г. Курчатов).

В настоящее время, начиная с 2020 г., реализуется совместный проект по оцифровке с АФТАК и Мичиганским Государственным университетом США. Произошел переход на программу оцифровки WaveTrack, в основном планируется оцифровка сейсмограмм подземных ядерных взрывов из района площадки «Дегелен» (СИП), а также научные исследования с использованием оцифрованных записей.

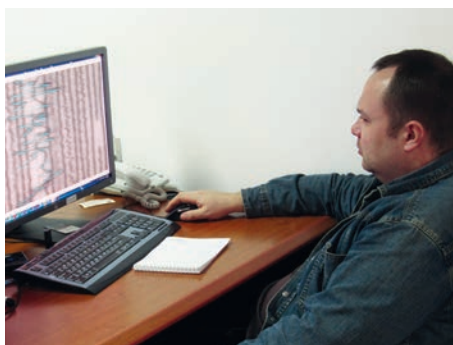
В 2018 г. стартовал проект МНТЦ «Унифицированный бюллетень и оценка сейсмической опасности территории Центральной Азии» (CASHA-BU). Коллабораторы: Мичиганский Государственный университет и LLNL (США). По проекту были оцифрованы бумажные бюллетени при помощи мат. обеспечения QuakeBase, разработанного в Мичиганском Государственном университете. В настоящее время проведена перелокализация сейсмических событий на территории Центральной Азии и оценка сейсмической опасности.

По записям на региональных расстояниях проведено восстановление параметров ряда слабых ядерных взрывов для каталогов, записи использованы для разработки методик распознавания природы источника, изучения геодинамических процессов в районах испытательных полигонов, построения годографов для территории Казахстана.

Таким образом, сотрудники ЦСОССИ внесли весомый вклад в сохранение мирового исторического наследия. Каждая сейсмограмма ядерных испытаний уникальна, ее потеря может негативно сказаться на дальнейшем ходе научных исследований в области мониторинга ядерных испытаний, а, следовательно, и на международной безопасности. Работы по сохранению и оцифровке исторических сейсмограмм трудоемки и требуют большой самоотдачи. Богатейший в мире архив исторических сейсмограмм КСЭ ИФЗ АН СССР будет сохранен для следующих поколений сейсмологов и геофизиков, послужит основой для будущих диссертаций, научных трудов и монографий.

*Инна Соколова*

## Работы по сохранению архива в KNDC



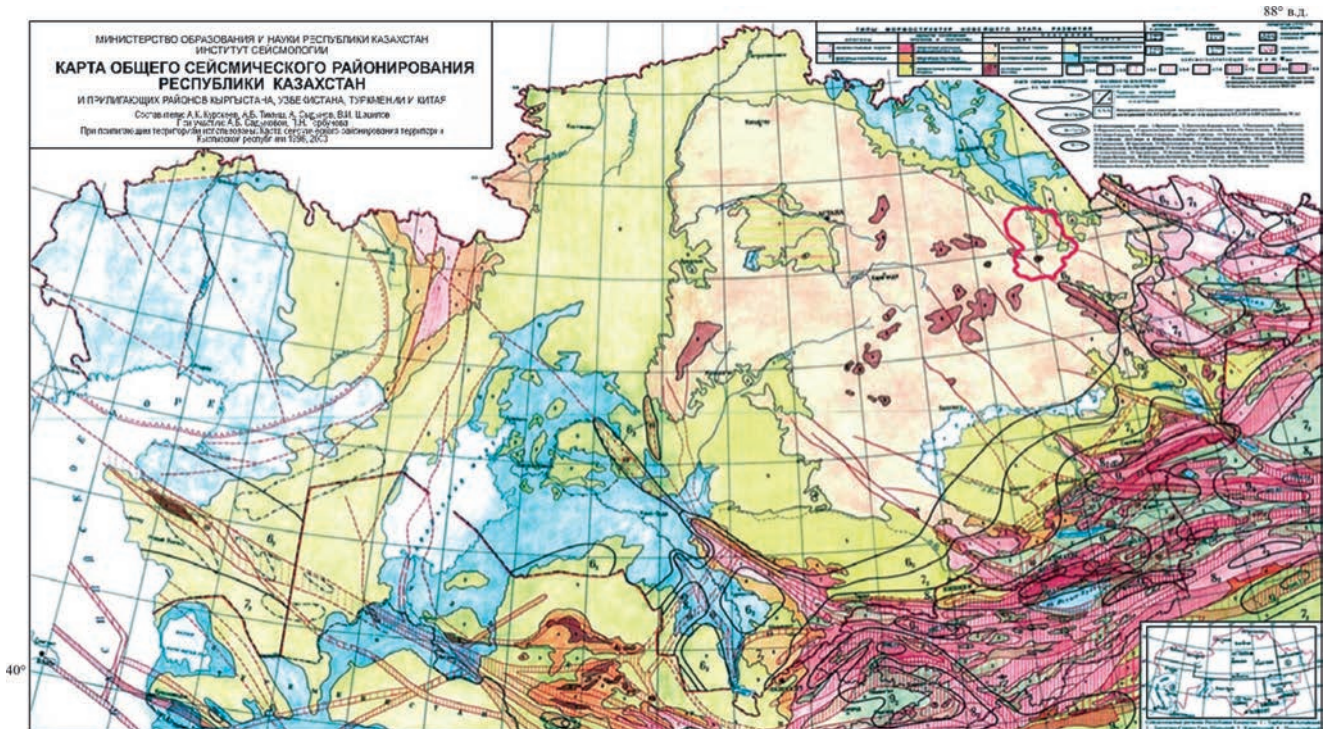
# Исследование вопроса о сейсмичности территории полигона



Вопрос оценки сейсмической активности территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП) достаточно актуален в связи с расположением на нем исследовательских ядерных реакторов и обсуждением планов строительства в этом регионе атомной электростанции.

До последнего времени территория бывшего СИП и его ближайшего окружения считалась асейсмичной. Это утверждение нашло отражение в карте общего сейсмического районирования территории Казахстана 2003 г., вошедшей в СНиП РК «Строительные нормы и правила», 2006 г., где для этой территории не было выделено сейсмогенерирующих зон и областей с возможной интенсивностью сотрясений более 5 баллов.





Карта общего сейсмического районирования Республики Казахстан (2003 г.)

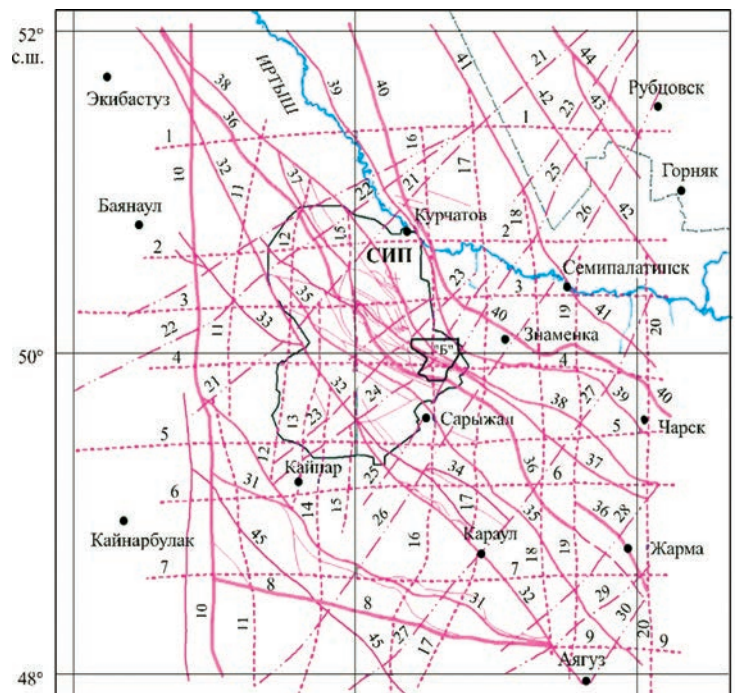
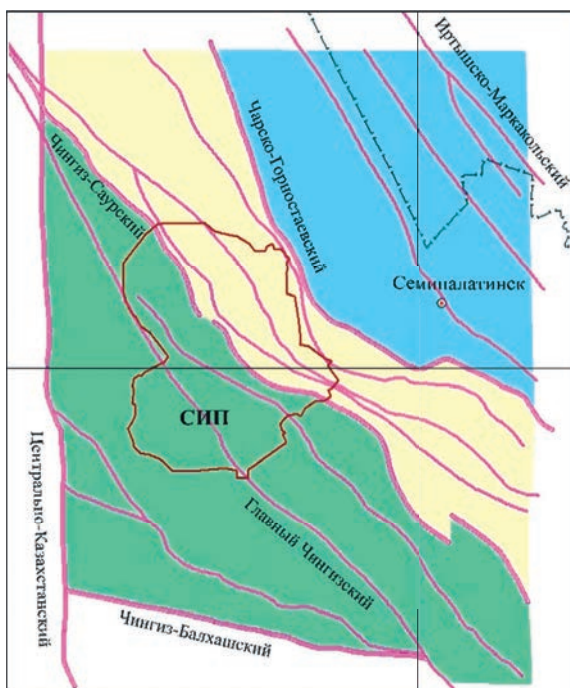
После создания Института геофизических исследований НЯЦ РК, установки новых станций мониторинга и открытия Центра данных началось планомерное исследование вопроса о сейсмичности территории полигона.

Какие предпосылки были к тому, чтобы считать эту территорию сейсмически активной?

Во-первых, это тектоническая характеристика района. Во-вторых, имеющиеся архивные сведения об исторических землетрясениях.

В-третьих, зарегистрированные новыми станциями отдельные ощутимые землетрясения.

### Тектонические условия территории СИП и его окружения



Структурно-тектоническая схема Алтае-Чингизского региона и карта активных разломов района СИП. Контуром показаны границы СИП.



СИП находится в северо-восточной части Казахстана. В геолого-структурном отношении его территория расположена в центральной части сочленения двух крупных геотектонических структур: каледонского Чингиз-Тарбагатайского (мегантклиний) и герцинского Жарма-Саурского (мегасинклиний) геотектоногенов, структурно относящихся к Алтае-Чингизскому складчатому региону (области), в последнее время чаще называемому Большой Алтай.

На основе геологических и геофизических данных выделены проникающие до глубины 200–250 км подкоровые (мантийные) разломы, разграничивающие структуры Большого Алтая и крупные блоки земной коры.

Они простираются на расстояниях 30–50 км друг от друга и прослеживаются на сотни километров (Главный Чингизский, Чингиз-Саурский, Чарско-Горностаевский). Выявлены также внутрикоровые разломы, рассекающие слои земной коры в вертикальном и горизонтальном направлениях, что определяет неоднородность геотектоногенов.

По преобладающим направлениям нарушений выделяются две ортогональные системы глубинных разломов: продольно-поперечная (северо-западная и северо-восточная) и долготно-широтная. Выделенные крупные разломы являются активными на территории далеко за пределами СИП. Вполне вероятно, что они могут быть активны и в той части, которая пересекает территорию полигона.

### Историческая и современная сейсмичность по данным изучения архивов и наблюдений стационарными станциями

Срок инструментальных сейсмических наблюдений на СИП не так велик. Имеется трёхкомпонентная широкополосная сейсмическая станция KURK, установленная в 1994 году и входящая в глобальную систему наблюдений IRIS/IDA. Вблизи полигона установлена сейсмическая группа «Курчатов-Крест», построенная в советское время, начавшая работу в 70-х годах прошлого столетия как станция Службы Специального Контроля МО СССР (данные ее были недоступны для гражданской

сейсмологии). Сейсмическая группа «Курчатов-Крест» вошла в состав сети Национального ядерного центра, была модернизирована и с 2006 г. вошла в состав Международной системы мониторинга. Продолжает работу сейсмическая станция «Семипалатинск», открытая в 1934 году и относящаяся сейчас к сети наблюдений Сейсмологической опытно-методической экспедиции МЧС РК.

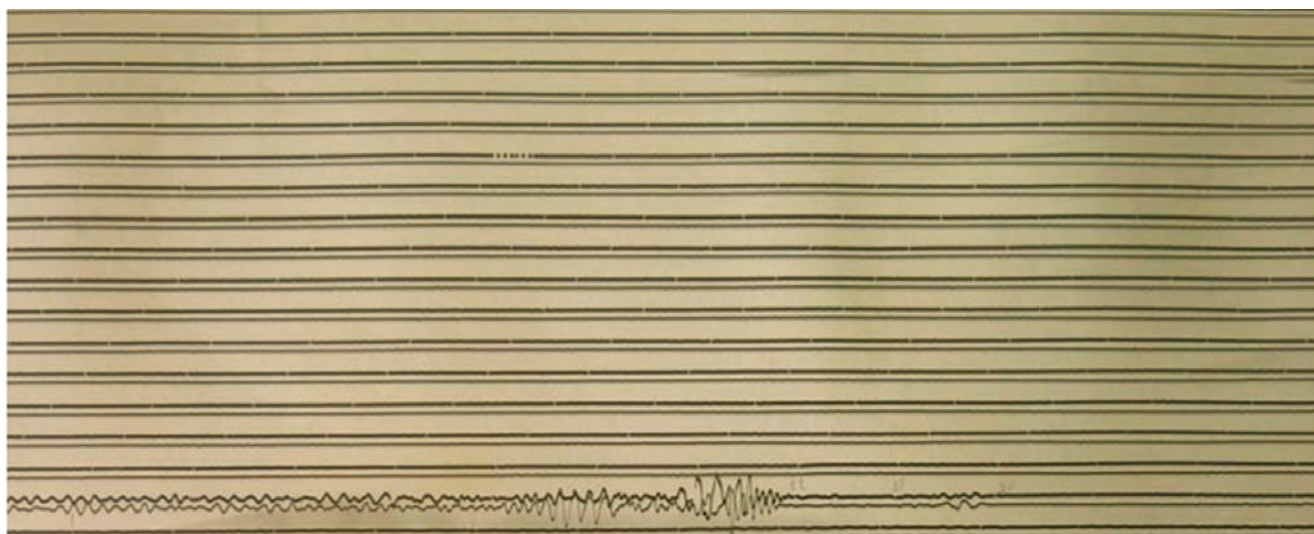
Для получения надежных данных для оценки сейсмической активности важно изучить сейсмические события в этом районе задолго до начала здесь постоянных инструментальных наблюдений.

Большой интерес представляет также и вопрос наличия проявления сейсмичности СИП до начала проведения ядерных испытаний, а также в период функционирования полигона, так как, имея эти данные, можно оценить масштаб непрерывного техногенного воздействия от ядерных взрывов на геодинамику района.

Специалистами НЯЦ РК были изучены и проанализированы архивные данные с макросейсмическими описаниями проявления на территории Семипалатинской губернии землетрясений, начиная с 1783 года. Далее были собраны аналоговые и цифровые сейсмограммы, на которых имелись записи сейсмических событий в районе будущего СИП (с 1925 года). Проведен анализ сейсмологических бюллетеней Международных центров данных, а также данных по исторической сейсмичности из литературных источников. По обнаруженным данным проведено уточнение параметров инструментально зарегистрированных землетрясений. Аналоговые сейсмограммы оцифровывались для дальнейшего хранения и обработки.

Приведем примеры обнаруженных сейсмических записей.

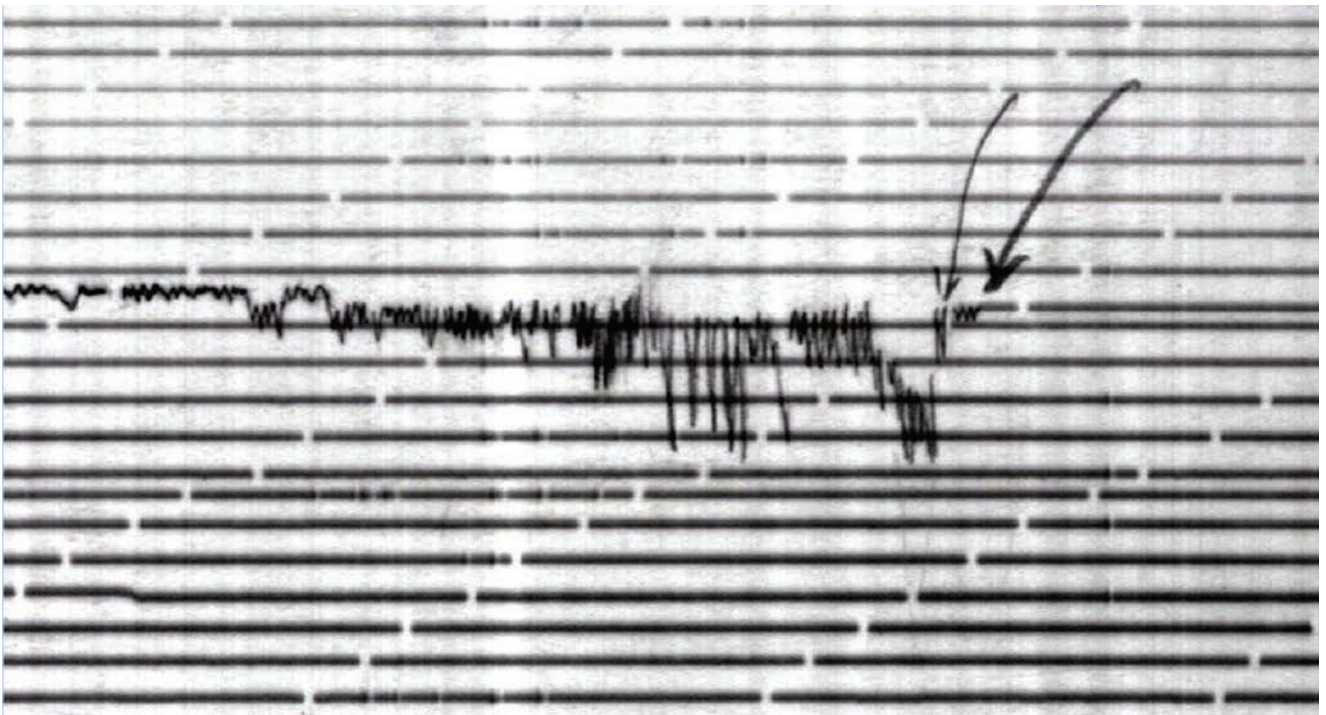
Землетрясение **28 сентября 1925 года**. Сейсмической записью из архива сейсмограмм станции «Иркутск» подтвержден факт этого землетрясения. По сейсмограмме станции «Иркутск» определена магнитуда землетрясения по поверхностным волнам  $M=5,8$ .



Фрагмент исторической аналоговой сейсмограммы 28.09.1925 г. ( $t_0=21:42:40$ ,  $\varphi=50^\circ N$ ,  $\lambda=77^\circ E$ ,  $M=5,8$ ), сеймостанция IRK, г. Иркутск

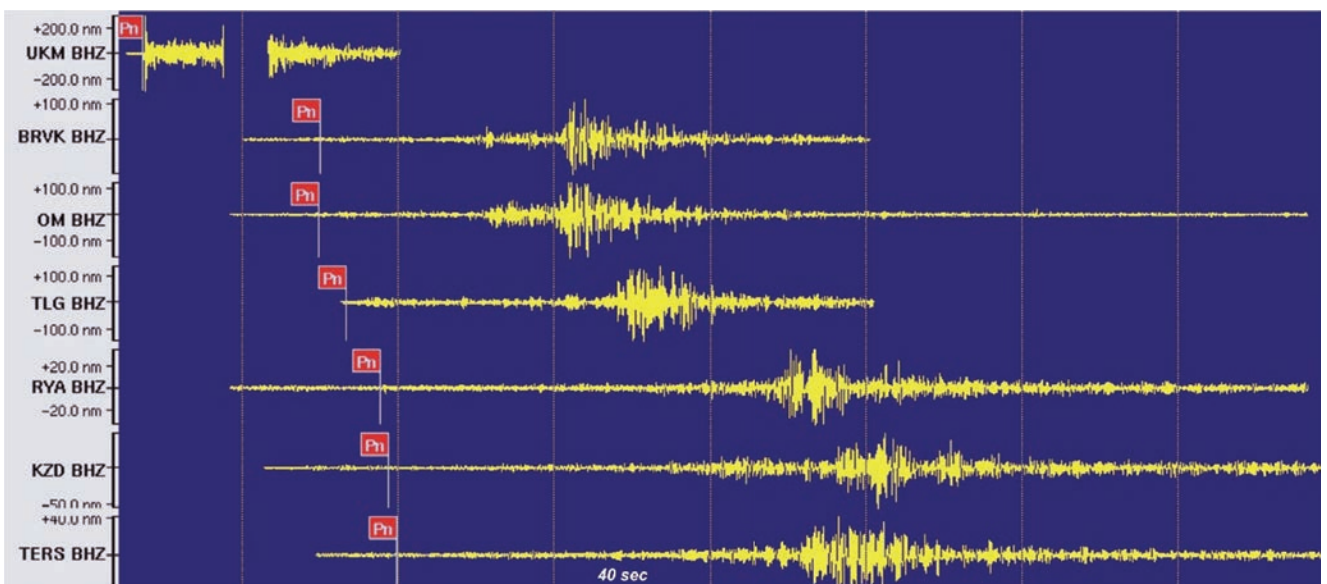


Землетрясение **28 октября 1950 г.** Запись найдена в архиве сейсмограмм Сейсмологической опытно-методической экспедиции МЧС РК



Фрагмент исторической аналоговой сейсмограммы 28 октября 1950 г. ( $t_0=16:47:18$ ,  $\varphi=52,3^\circ N$   $\lambda =79,3^\circ E$   $M=5,0$ ), станция SEM, г. Семипалатинск

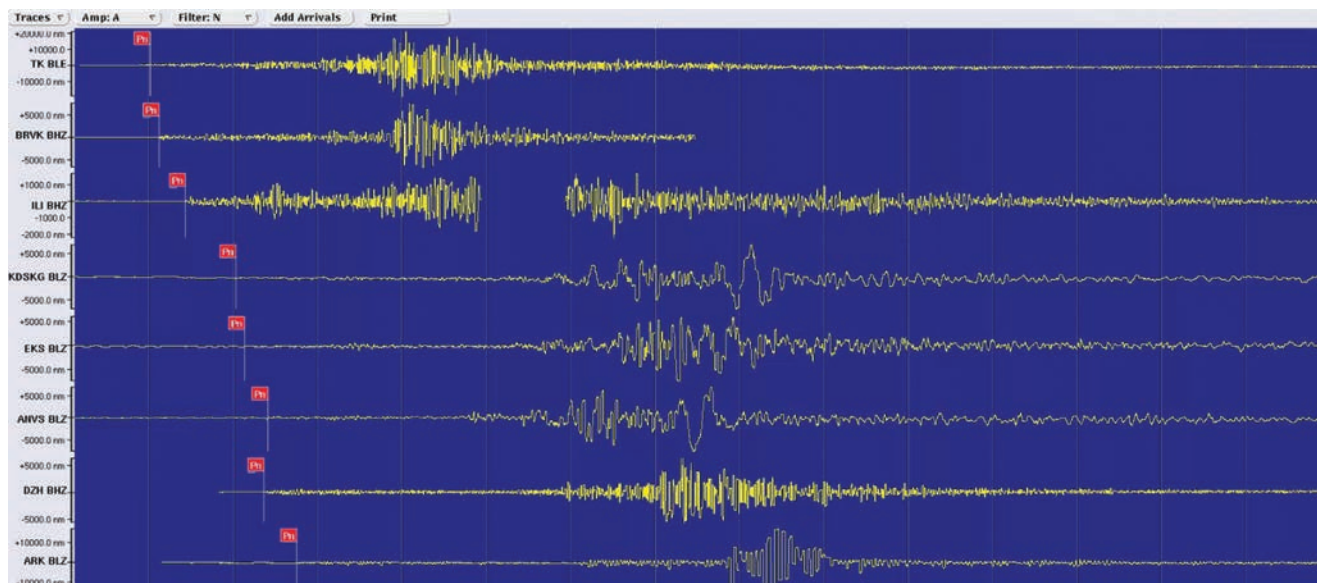
Землетрясение **26 декабря 1966 г.** Обнаружено на записях станций Комплексной сейсмологической экспедиции (КСЭ).



Оцифрованные сейсмограммы землетрясения 26 декабря 1966 г. ( $t_0=17:39:38.5$   $\varphi=49,52^\circ N$ ,  $\lambda =78,71^\circ E$ ,  $m_p v=4,3$ ) по архивным данным КСЭ. Z-компоненты.

Землетрясение **20 марта 1976 г.** является одним из самых обсуждаемых сейсмических событий на территории полигона. До сих пор различные сейсмологические агентства и авторы в области мониторинга не пришли к единому мнению

по поводу природы события. Большинство авторов считает его тектоническим землетрясением в районе хр. Муржик. Параметры сейсмического события:  $3/20/1976$ ,  $t_0=4:03:39.3$ ,  $\varphi=50,02^\circ$  N,  $\lambda=77,37^\circ$  E,  $h=5$  км,  $K=13,8$ ,  $mpv=5,5$ .

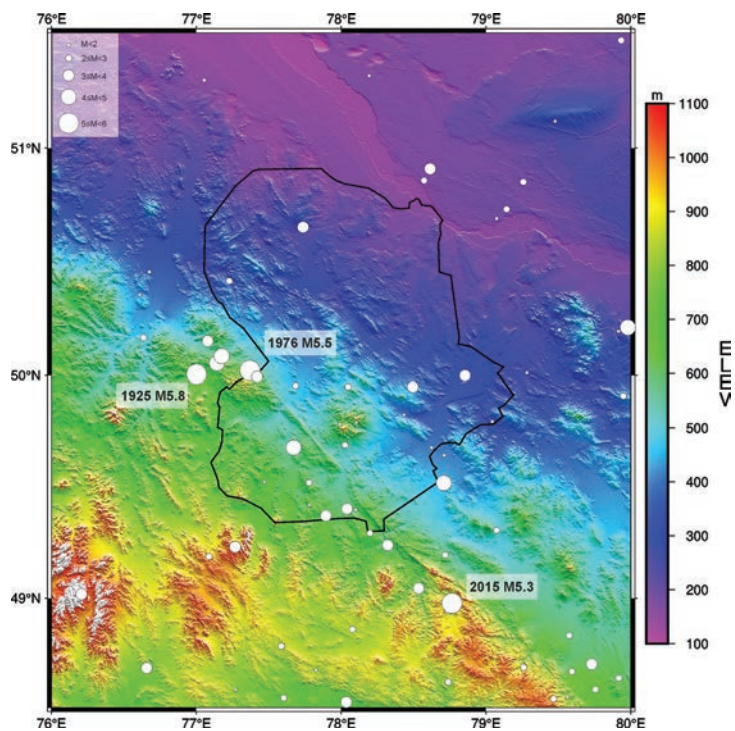


Оцифрованные сейсмограммы землетрясения 20 марта 1976 г. ( $t_0=04:03:39.3$ ,  $\varphi=50,02^\circ$  N,  $\lambda=77,37^\circ$  E,  $mb=5,1$ ) по архивным данным КСЭ ОИФЗ РАН, СОМЭ МОН РК и ИС НАН КР. Z-компоненты.

В настоящее время составлен каталог землетрясений территории СИП и прилегающих областей, включающий более 200 землетрясений.

На рисунке представлена карта эпицентров землетрясений на СИП и вблизи него, с исторических времен до 2021 г. Наиболее сильные землетрясения произошли в районе хребта

Муржик. Очагами землетрясений четко трассируется Главный Чингизский разлом, пересекающий территорию СИП. Можно отметить, что природные тектонические землетрясения происходили здесь как до начала ядерных испытаний, так и во время функционирования полигона.

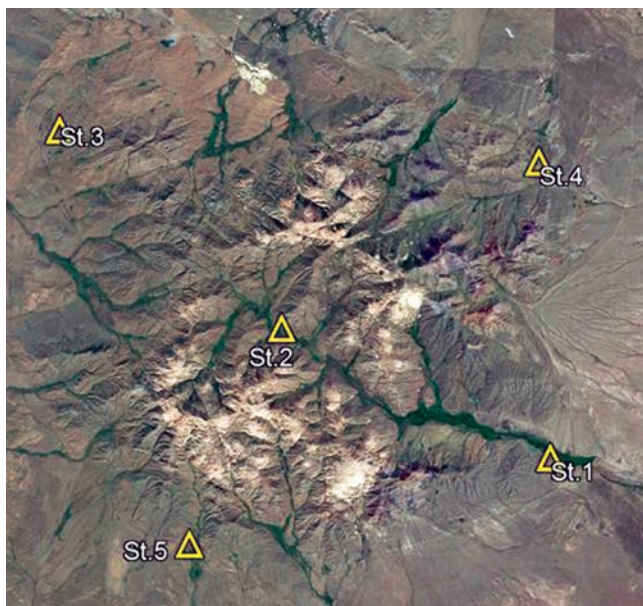


Карта эпицентров землетрясений из района СИП и его окрестностей, размер кружка соответствует магнитуде



## Техногенные землетрясения на территории полигона

После закрытия СИП увеличилось число регистрируемых слабых землетрясений на территории самого полигона, что связано с двумя причинами: во-первых, с улучшением системы регистрации, во-вторых, с увеличением числа техногенных землетрясений, связанных с геодинамическими процессами в местах проведения подземных ядерных испытаний. Полевые исследования в районе площадки Дегелен показали наличие сейсмичности непосредственно в районе штолен, где проводились ядерные испытания.



Расположение полевых станций вокруг площадки Дегелен для наблюдений за сейсмичностью в районе испытательных штолен



Установка полевых сейсмических станций в районе Дегелена

Кроме того, в настоящее время получены новые данные по сейсмической регистрации в районе угольных карьеров на СИП. Регистрируются как карьерные взрывы, так и землетрясения, имеющие техногенную природу. Например, землетрясение из района Каражыра: 25 октября 2019 г. в 01-09-7.8,  $h=10$ ,  $\varphi=49,9979^\circ$  N,  $\lambda=78,8628^\circ$  E,  $mpv=3,2$ ,  $K=8,0$ . К 2022 г. известно, как минимум, о шести землетрясениях в районе угольного карьера Каражыра.

Все эти явления свидетельствуют о геодинамической активности в районе СИП, связанной как с ранее имевшими место ядерными испытаниями, так и с активно проводимыми в последние годы карьерными взрывами.

Как результат, по комплексу всех полученных данных создан единый каталог землетрясений для территории СИП и его окрестностей с 1783 по 2021 г., выделены наиболее активные сейсмические зоны. С уверенностью можно ответить на вопрос о наличии в этом районе природных тектонических очагов землетрясений, определяющих сейсмическую активность этой территории, а также техногенных землетрясений различной природы малой магнитуды.

Более того, полученные записи микротолчков вблизи штолен площадки «Дегелен», где ранее проводились подземные ядерные испытания, свидетельствуют о продолжающихся геодинамических процессах в местах проведения ядерных взрывов.

Учитывая планы по возможному строительству АЭС на территории бывшего СИП, а также опираясь на вышеизложенную информацию, необходимо отметить что данная территория к настоящему времени довольно хорошо изучена с точки зрения сейсмической активности. Имеющиеся данные подтверждают возможность размещения на территории бывшего СИП атомной электрической станции и её последующей безопасной эксплуатации. Проектные значения сейсмического воздействия на современную АЭС ограничиваются 8 баллами по шкале MSK (по специальному заказу 9 баллами), что на несколько баллов превышает потенциально возможную сейсмическую интенсивность на территории бывшего СИП.

Для адекватной оценки количественной сейсмической активности на исследуемой территории необходимо создать постоянную систему сейсмического мониторинга.

*Наталья Михайлова*



## Блок № 3 индийской АЭС «Какрапар» готов к пуску

31 октября 2022 г.

Ожидается, что блок № 3 в рамках проекта по строительству АЭС «Какрапар» (KAPP) в индийском штате Гуджарат начнет коммерческую эксплуатацию к декабрю, после получения поэтапных разрешений регулирующего органа, как сообщил государственный министр д-р Джитендра Сингх в письменном ответе на вопрос нижней палаты парламента Индии (Лок сабха).



Блок № 3 АЭС «Какрапар» – первый в Индии реактор на тяжелой воде под давлением (PHWR) с инновационными характеристиками и мощностью 700 МВт(э). Блок был подключен к сети в январе и, как ожидается, выйдет на полную мощность к октябрю-ноябрю после проверки проекта с целью устранения проблем безопасности.

Д-р Сингх сообщил, что блок № 3 в настоящее время готовится к пуску и постепенному наращиванию мощности вплоть до предельного значения в соответствии с выданными разрешениями регулирующего органа. Он добавил, что были внесены необходимые модификации и усовершенствования, основанные на опыте по вводу в эксплуатацию, и их функциональность была подтверждена в ходе горячих испытаний.

«При вводе блока в эксплуатацию после его синхронизации с сетью было отмечено повышение температур на отдельных участках реакторного здания. Эти проблемы были устранены путем проведения необходимых модификаций и усовершенствований», – заявили в Департаменте по атомной энергии.

На площадке АЭС «Какрапар» уже действуют два блока PHWR (KAPS-1 и KAPS-2), мощностью 220 МВт(э) и, согласно отчету Министерства энергетики за 2022 г., ожидается, что еще один блок PHWR (KAPP-4) мощностью 700 МВт(э) начнет коммерческую эксплуатацию в этом финансовом году – в конце марта 2023 г., но проект столкнулся с некоторыми задержками, общая продолжительность которых составила около года. Тем не менее, в настоящее время блок находится в завершающей стадии строительства: он готов приблизительно на 93%.

Кабинет министров ранее одобрил строительство десяти блоков мощностью по 700 МВт(э) в рамках строительства целого парка стоимостью 1050 млрд индийских рупий (13,7 млрд долларов США) с целью сокращения затрат и ускорения сроков



строительства. В апреле Совет по регулированию атомной энергии Индии (AERB) выдал разрешение на начало земляных работ для двух блоков (№ 5 и 6) АЭС «Кайга» в индийском штате Карнатака. Вслед за этим, как ожидается, будет выполнена заливка первого бетона для блоков № 3 и 4 АЭС «Горакхпур Харьяна Ану Видьют Парийоджана» в 2024 г. Также планируется начать строительство четырех блоков мощностью по 700 МВт(э) АЭС «Махи Бансвара» в индийском штате Раджастан в 2024 г., после чего состоится заливка первого бетона для блоков № 1 и 2 в рамках проекта строительства АЭС «Чутка» в штате Мадхья-Прадеш в 2025 г.

*Источник: НТЦ ЯРБ*

## Быстрый реактор БН-800 Белоярской АЭС впервые выведен на 100% уровень мощности с полной загрузкой инновационным МОКС-топливом

*23 сентября 2022 г.*

22 сентября 2022 года энергоблок №4 Белоярской АЭС с реактором БН-800 впервые выведен на 100% уровень мощности при полной загрузке активной зоны МОКС-топливом. По словам специалистов, реактор успешно прошёл стадию технологического перехода на инновационное топливо, и готов нести полную нагрузку.



«По условиям действия лицензии после окончания планового ремонта и перезагрузки топлива энергоблок № 4 должен был проработать в течение 300 часов на уровне мощности 85% от номинальной. Этот период работы реактор прошел без каких-либо замечаний, все нейтронно-физические характеристики активной зоны находятся в пределах нормы. Это значит, что инновационное топливо работает правильно, и энергоблок готов надёжно, безопасно и в полном объёме вырабатывать электрическую и тепловую энергию», – отметил директор Белоярской АЭС Иван Сидоров.

Напомним, по итогам очередной перегрузки ядерного топлива, которая проходила в июне-сентябре 2022 года, вся активная зона БН-800 впервые была полностью переведена на уран-плутониевое МОКС-топливо. В отличие от традиционного для атомной энергетики обогащённого урана, сырьём для производства таблеток МОКС-топлива выступают диоксид плутония, получаемый при переработке ОЯТ традиционных реакторов ВВЭР, и оксид обедненного урана (получается путем обесфторивания гексафторида урана-238, так называемых вторичных «хвостов» обогатительного производства).

Использование МОКС-топлива приближает российскую атомную отрасль к новой технологической платформе на основе замкнутого ядерно-топливного цикла, что в десятки раз увеличит топливную базу атомной энергетики и минимизирует отходы производства.

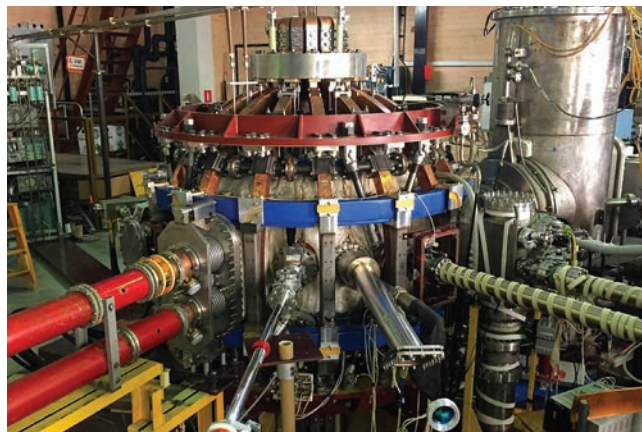
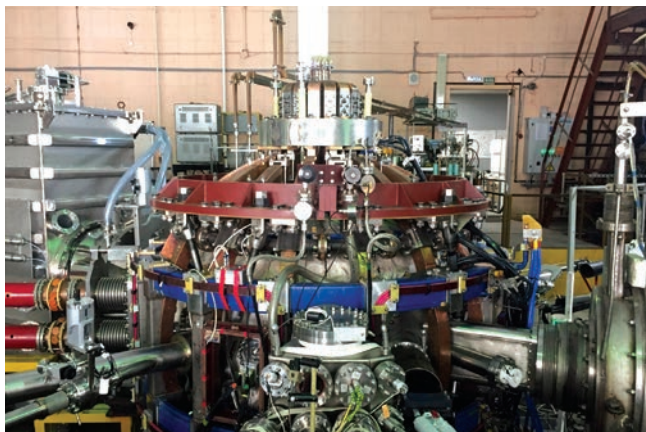
*Источник: <https://www.rosenergoatom.ru/zhurnalistam/news/42015/>*



## Российские физики рекордно разогрели плазму в сферическом токамаке «Глобус-М2»

7 июня 2022 г.

Российские физики, работающие на сферическом токамаке «Глобус-М2», нагрели в нем дейтериевую плазму до очень высокой температуры, которая вдвое ниже, чем в будущем термоядерном реакторе ITER. При этом объем плазмы в тысячу раз меньше, чем в ITER, а магнитное поле в пять раз слабее. Подобные исследования важны для создания будущих термоядерных реакторов на базе сферомаков, которые могут оказаться дешевле и выгоднее, чем обычные токамаки, говорится в сообщении пресс-службы Минобрнауки.



Концепция сферических токамаков, у которых аспектное отношение (отношение большого радиуса тора к малому) близко к единице, что меньше, чем у обычных токамаков, была разработана в конце прошлого века, а затем получила экспериментальное подтверждение на ряде установок, таких как START. Ее цель – улучшение удержания и параметров высокотемпературной плазмы при уменьшении размеров термоядерной установки и, как следствие, снижении затрат на ее создание и поддержание работы. Однако на пути создания термоядерных реакторов подобной конструкции стоит масса еще не решенных физических и инженерных задач. В настоящее время в мире исследования в области сферомаков ведутся на ряде установок нового поколения, таких как «Глобус-М2» (РФ), MAST и ST-40 (Великобритания), NSTX (США) или TST-2 (Япония).

«Глобус-М» был запущен в Физико-техническом институте имени А.Ф. Иоффе РАН в 1999 году. Аспектное отношение для токамака составляет 1,5, а объем стальной вакуумной камеры – около 1,1 кубического метра. Первичный нагрев водородной или дейтериевой плазмы ведется путем создания и увеличения тока, текущего в плазменном шнуре, при помощи центрального соленоида (индуктора), затем подключаются системы волнового нагрева (LHCD и ICRF) и инъекции высокоэнергетичных нейтралов. Большая часть элементов, обращенных к плазме, внутри камеры, облицованы графитовыми плитками, на которые наносится бороуглеродное покрытие во время еженедельных процедур боронизации – это делается для снижения потока частиц со стенок камеры в плазму. В 2018 году установка была существенно модернизирована, получив обозначение «Глобус-М2», второй инжектор нейтралов и обновленную электромагнитную систему, благодаря чему величина тороидального магнитного поля увеличилась с 0,4 до 1 Тесла.

Теперь же ученым, работающим на токамаке, впервые удалось получить рекордно большое значение температуры плазмы среди отечественных установок подобного типа. Полученная температура ионов дейтерия составила 4 килоэлектронвольта при напряженности тороидального поля 0,9 Тесла и времени удержания разряда 10–12 миллисекунд. Подобные параметры плазмы были получены при использовании обоих инжекторов высокоэнергетичных пучков атомарного водорода в плазму. Для сравнения – в проекте международного термоядерного реактора ITER предполагается достижение ионной температуры в 8 килоэлектронвольт, при этом объем плазмы в «Глобус-М2» в тысячу раз меньше, чем в ITER, а магнитное поле в пять раз слабее, хотя проектное время горения разряда в ITER гораздо больше. Тем не менее, время удержания разряда в «Глобус-М» достаточно большое для установки такого размера.

По словам заместителя руководителя «Глобус-М2» Владимира Минаева полученные параметры плазмы согласуются с расчетными параметрами, предсказанными ранее для этой установки, и полученными для британского токамака ST-40. При этом стоит отметить, что «Глобус-М2» почти достиг верхней границы по доступному магнитному полю и помимо продолжения работ на установке будет разрабатываться новый токамак следующего поколения, который будет в 2–2,5 раз больше текущего по размерам. В нем можно будет получать более плотную и горячую плазму.

**Источник:** <https://nplus1.ru>



## Касым-Жомарту Токаеву и Шарлю Мишелю презентовали проект по созданию центра производства и распределения «зеленого» водорода

27 октября 2022 г.

В резиденции «Акорда» Президенту Казахстана Касым-Жомарту Токаеву и Президенту Европейского совета Шарлю Мишелю был презентован проект по созданию центра производства и распределения «зеленого» водорода в Мангистауской области.

Инвестор Svevind Group планирует организовать производство «зеленого» водорода в Мангистауской области мощностью 2 млн тонн ежегодно.

Проект предполагает строительство и эксплуатацию опреснительного завода мощностью 255 тысяч кубометров в день, станции возобновляемых источников энергии (ветер, солнце) на 40 ГВт и производство электролиза воды 20 ГВт в основном для экспорта или внутреннего потребления.

Реализация проекта позволит создать около 3500 рабочих мест на период строительства и около 1800 новых постоянных рабочих мест в период поэтапного ввода в эксплуатацию объектов. Также предусмотрено сотрудничество между германскими и казахстанскими вузами для подготовки кадров в Мангистауской области. Кроме этого запланировано строительство инфраструктуры за счет средств инвестора и выплаты социальных обязательств на социально-экономическое развитие региона.

Источник: <https://akorda.kz>



## Иран начал строительство 10-мегаваттного исследовательского реактора в Исфахане

28 октября 2022 г.

Иран приступил к строительству ядерного исследовательского реактора собственной разработки. Как сообщило агентство Тасним, возведение легководного реактора бассейнового типа мощностью 10 МВт начато в Исфахане.

Реактор рассчитан на топливо со степенью обогащения 20%. Он предусматривает испытание ядерного топлива и материалов, производство медицинских изотопов, а также исследования с применением пучков нейтронов.

«Проектирование и строительство этого реактора – полностью дело рук наших ученых-атомщиков», – заявил на церемонии начала строительства вице-президент, глава Организации по атомной энергии Ирана (ОАЭИ) Мохаммад Эслами. – «После завершения строительства здесь можно будет осуществлять международную подготовку кадров в области ядерной науки и технологий. Это полностью отечественный проект, который замкнет цепочку исследований, оценки, тестирования и обеспечения производства ядерной энергии в Иране».

25 июня Эслами заявил, что Иран начал работу над созданием первой полностью иранской атомной электростанции мощностью 360 МВт. На текущий момент единственной функционирующей атомной электростанцией в Иране является АЭС «Бушер», построенная при помощи российской стороны.

Источник: ТАСС



## Плазменный ток китайского токамака HL-2M впервые превысил 1 миллион ампер

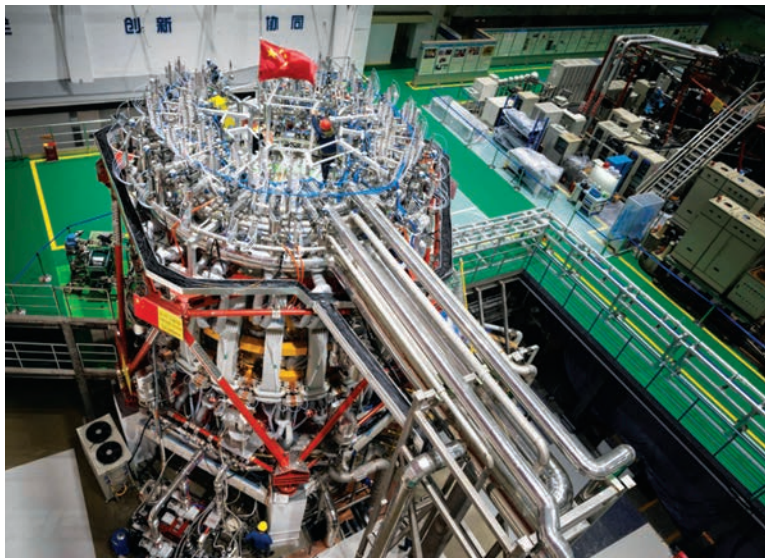
28 октября 2022 г.

Следующее поколение китайских «искусственных солнц» – токамак HL-2M – 19 октября установил новый рекорд работы: ток плазмы превысил 1 миллион ампер (один мегаампер), что стало важным шагом на пути к развитию технологий термоядерного синтеза.

Независимо спроектированный и построенный Юго-Западным институтом физики при Китайской национальной ядерной корпорации (CNNC), токамак был введен в эксплуатацию и достиг первого плазменного разряда 4 декабря 2020 года.

Интенсивность тока плазмы является ключевым параметром токамака. В настоящее время китайский токамак HL-2M может похвастаться силой тока плазмы более 2,5 мегаампер и бесперебойно работает в условиях более 1 мегаампера по объему.

Последний прорыв имеет большое значение для участия Китая в экспериментальной деятельности Международного термоядерного экспериментального реактора (ИТЭР), а также для самостоятельного проектирования и эксплуатации термоядерных реакторов.



Источник: Атомная энергия 2.0

## Ученые впервые смогли создать конденсат Бозе-Эйнштейна, состоящий из квазичастиц

1 ноября 2022 г.

Ученым-физикам впервые в истории науки удалось создать пятое экзотическое состояние материи, называемое конденсатом Бозе-Эйнштейна, состоящее исключительно из квазичастиц, образований, не являющихся элементарными частицами, но демонстрирующими некоторые из их характерных свойств.

В течение нескольких десятилетий ученые не знали, возможно ли уплотнение квазичастиц до состояния конденсата Бозе-Эйнштейна, подобно реальным частицам? И результаты нынешних исследований указывают на то, что это вполне возможно, и это может оказать значительное влияние на развитие некоторых технологий, включая квантовые вычисления.

Конденсат Бозе-Эйнштейна получается, когда облако твердых частиц, атомов, ионов и т.п. охлаждается до температуры, очень и очень близкой к температуре абсолютного нуля. При такой температуре тепловое движение частиц замирает и на первое место выходят квантовые свойства частиц. Все частицы облака синхронизируются, и все облако начинает вести себя подобно одной большой частице.

В большинстве случаев конденсат Бозе-Эйнштейна создается из обычных атомов, обычно рубидия, распыленных до газообразного состояния. Но до последнего времени никому еще не удавалось создать конденсат из экзотических атомов или квазичастиц. Экзотические атомы – это атомы, в которых одна из частиц, таких, как протон или электрон, заменена другой частицей с таким же значением электрического заряда. Позитроний, к примеру, является экзотическим атомом, состоящим из электрона и его положительно заряженного антипода – позитрона.

Экситоны – это еще один пример подобного. Когда фотоны света ударяют в поверхность полупроводниковых материалов, они возбуждают электроны, которые покидают атом и становятся свободными электронами, способными участвовать в движении электрического тока. Место в кристаллической решетке, откуда был выбит электрон, так называемая электронная дырка, может рассматриваться в качестве носителя положительного заряда. И в некоторых случаях свободный отрицательно заряженный электрон и положительно заряженная дырка объединяются и формируют нейтральную частицу, называемую экситоном.



Экситоны не считаются ни одной из 17 видов элементарных частиц Стандартной Модели, но они обладают их многими характерными свойствами, включая спин, и поведением. Экситон также может считаться экзотическим атомом, подобием атома водорода, у которого протон заменен на положительно заряженную электронную дырку. Экситоны бывают нескольких типов – ортоэкситоны, у которых электрон вращается параллельно направлению вращения электронной дырки, и параэкситоны, у которых электрон вращается в противоположном направлении.

Системы экситонов уже использовались для получения экзотических состояний материи, таких, как электронно-дырочная плазма и капельки экситонной жидкости. И теперь исследователям удалось получить конденсат Бозе-Эйнштейна из экситонов. Первые попытки были предприняты в 1990-х годах при температурах около 2 К, которые могло обеспечить охлаждение жидким гелием. В качестве полупроводника использовался оксид меди ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), но эти попытки потерпели неудачу, так как для формирования конденсата требовались более низкие температуры.

Ортоэкситоны не могут быть использованы для таких целей, поскольку они существуют очень короткое время. Параэкситоны, имеющие длительность жизни в несколько сотен наносекунд, подходят для формирования конденсата Бозе-Эйнштейна несколько лучше, потому, что за время их существования можно успеть охладить их до необходимой температуры.

Поэтому японские ученые и использовали параэкситоны, которые были пойманы в ловушке из оксида меди при температуре в 400 мкК, охлаждение до которой обеспечило охлаждение за счет испарения двух различных изотопов гелия. При помощи специальной технологии наблюдения, использующей инфракрасный свет, ученые измерили плотность и температуру экситонов, что позволило им констатировать сам факт образования конденсата Бозе-Эйнштейна, заметить сходства и различия между экситонным конденсатом и конденсатом из обычных частиц. На фото – крупный план аппарата в некриогенном холодильнике для растворения. Темно-красный кубический кристалл в центре изображения – это закись меди. Авторы и права: Юсуке Морита, Косуке Йошиока и Макото Кувата-Гоноками, Токийский университет.

На следующем этапе исследований ученые будут изучать динамику экситонного конденсата Бозе-Эйнштейна и его коллективного поведения. А, в конце концов, ученые планируют создать систему, где частицы конденсата будут выступать в роли квантовых битов, кубитов, что, вполне вероятно, обеспечит некоторое понимание принципов и тонкостей их работы.

*Источник: Dailytechinfo*



## Австралийская Silex успешно завершила испытания системы лазерного обогащения урана

6 сентября 2022 г.

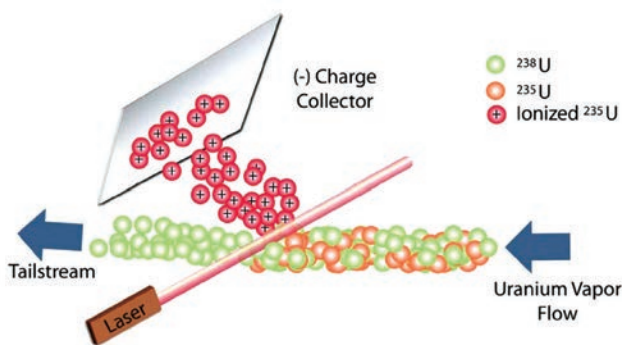
В Австралии успешно завершены продолжавшиеся 8 месяцев испытания системы лазерного обогащения урана, разработанной австралийской компанией Silex Systems Ltd. Теперь эта система будет отправлена в США для экспериментальной демонстрационной установки компании Global Laser Enrichment (GLE).

Обогатительный модуль был спроектирован, изготовлен и испытан в соответствии со спецификациями GLE в центре разработки лазерных технологий компании Silex в ядерном центре Lucas в Австралии.

Напомним, в настоящее время практикуются три основных способа обогащения урана (разделения изотопов урана-235 и урана-238): менее распространённые электромагнитный и диффузионный и более распространенный центрифужный. Все эти

методы требуют больших энергозатрат, поскольку относительная разница в массе между изотопами урана с атомными массами 235 и 238, а на этой разнице и основана технология разделения, очень мала.

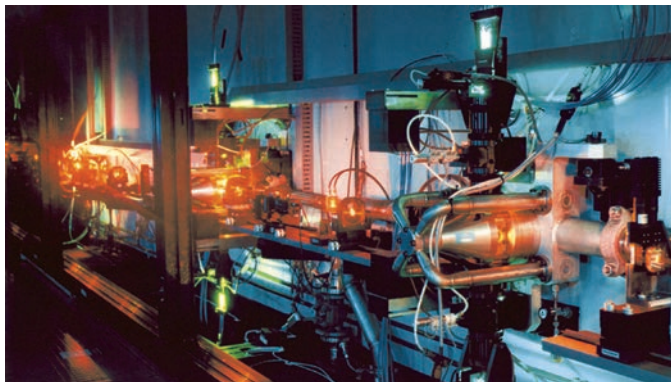
В связи с этим более перспективной представляется технология лазерного разделения, смысл которой понятен исходя из прилагаемой схемы: под действием лазерного луча атомы урана-235 и урана-238 ионизируются различным образом (приобретают различный электрический заряд) и могут быть легко отделены друг от друга с помощью достаточной слабого электромагнитного поля.



Хотя эта технология в принципе была известна и ранее, но до сих пор не была реализована в коммерческом масштабе. В настоящее время за эту задачу взялась компания Global Laser Enrichment (GLE), а непосредственным разработчиком технологии стала Silex Systems Ltd, название которой происходит от названия технологии SILEX (которое, в свою очередь, является аббревиатурой от названия этого процесса).

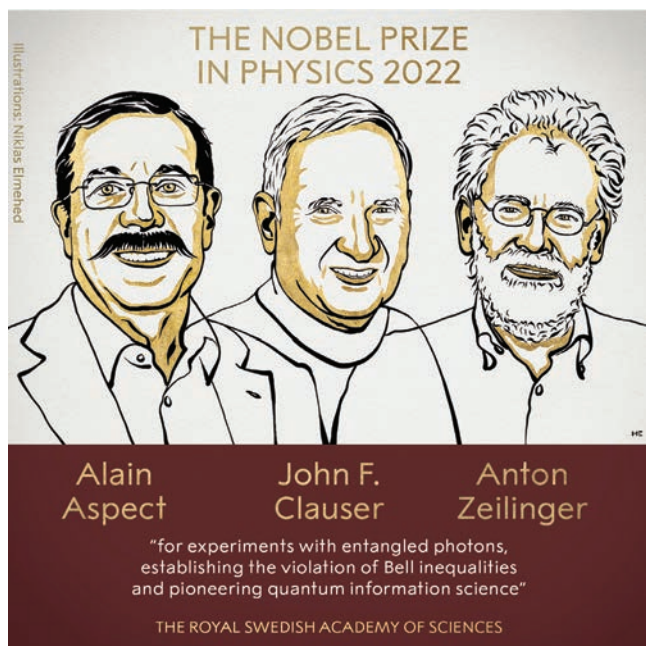
В данный момент лазерный модуль упаковывается для отправки на объект GLE в Уилмингтоне в штате Северная Каролина. Как ожидается, полностью он будет доставлен в США к концу 2023 года. В этом случае коммерческое производство по обогащению урана начнется уже в 2027 году.

В дальнейшей перспективе имеются также планы создания на базе обогатительного производства в Падуе отдельного лазерного обогатительного комплекса для обогащения урана, содержащегося в накопленных урановых «хвостах» с низкообогащенным гексафторидом урана.



*Источник: Атомная энергия 2.0*

## Нобелевскую премию по физике присудили за квантовую запутанность



Лауреатами Нобелевской премии по физике 2022 года стали Ален Аспе (Alain Aspect), Джон Клаузер (John F. Clauser) и Антон Цайлингер (Anton Zeilinger) – за эксперименты с запутанными фотонами, исследование нарушений неравенств Белла и работы по квантовой информатике.

Работа всех трех лауреатов связана с исследованием запутанных квантовых частиц и нарушением неравенств Белла. Эти неравенства в 1960-х годах предложил Джон Белл, чтобы проверить, есть или нет в квантово-механической системе скрытые параметры. Если эти неравенства выполняются, то в системе есть некоторые скрытые параметры, и выполняется гипотеза локального реализма – то есть что физические объекты реально существуют и влияют только на свое локальное окружение. Проверить справедливость неравенств Белла можно экспериментально – вероятность состояний в случае выполнения и невыполнения неравенств должна различаться.

Первым, кто развил идеи Белла и предложил эксперимент для проверки неравенств, был американец Джон Клаузер – ему удалось доказать, что неравенства Белла нарушаются, то есть скрытых переменных в квантовой механике нет.

Французский физик Ален Аспе развил подход Клаузера и сделал так, чтобы изначальные условия, при которых испускалась пара запутанных фотонов, необходимых в эксперименте, не влияли на результат измерений. Он же опубликовал первую работу, в которой доказал, что неравенства действительно не выполняются. Антон Цайлингер стал использовать запутанные квантовые состояния в экспериментах: его группа впервые продемонстрировала возможность квантовой телепортации – то есть изменение квантового состояния частицы из запутанной пары при изменении состояния другой, находящейся от нее на расстоянии.

Свои премии лауреаты получают на официальной церемонии, которая состоится 10 декабря.

*Источник: <https://nplus1.ru/>*



## Финская TVO обнаружила трещины во всех четырех водяных насосах третьего блока АЭС «Олкилуото»

31 октября 2022 г.

Трещины в несколько сантиметров были обнаружены во всех четырех насосах питательной воды на третьем блоке АЭС «Олкилуото» в Финляндии. Оператор Teollisuuden Voima Oyj (TVO) заявил, что пока не знает, как это повлияет на график ввода станции в эксплуатацию.

18 октября компания TVO объявила о том, что в ходе технического обслуживания и инспекционных работ были обнаружены повреждения внутренних частей насосов питательной воды, расположенных на турбинном острове станции.

Насосы питательной воды являются самыми большими насосами АЭС «Олкилуото-3» и используются для перекачки воды из резервуара питательной воды в парогенераторы. TVO заявила, что обнаруженные в насосах трещины не влияют на ядерную безопасность.

Компания отметила, что конструкция насосов питательной воды, расположенных на турбинном острове третьего блока АЭС «Олкилуото», обычно используется на электростанциях. Однако данные насосы были разработаны для работы на третьем блоке станции и имеют больший размер.

«В настоящее время расследование продолжается в нескольких лабораториях», – заявили в TVO, – «Первопричина трещин, обнаруженных в рабочих колесах насосов, пока неизвестна».

Консорциум Areva-Siemens построил третий энергоблок АЭС «Олкилуото» по контракту «под ключ» с фиксированной ценой. Они несут солидарную ответственность по контрактным обязательствам до окончания гарантийного срока установки. Строительство EPR-1600 началось в 2005 году, а завершение строительства реактора первоначально было запланировано на 2009 год, но в ходе реализации проекта возникали различные задержки и неудачи.

Третий блок АЭС «Олкилуото» достиг первой критичности 21 декабря прошлого года и был подключен к сети 12 марта. Реактор с водой под давлением мощностью 1600 МВт в настоящее время находится на стадии опытного производства. Впервые он был запущен на полную мощность в конце сентября, и в настоящее время планируется начать регулярное производство электроэнергии в декабре.

«График продолжения программы тестового производства будет обновлен после подтверждения причин повреждения и метода ремонта», – заявили в TVO.

*Источник: Атомная энергия 2.0*



## Министерство энергетики США инвестирует \$38 млн в двенадцать исследовательских проектов по переработке ОЯТ

25 октября 2022 г.

Министерство энергетики США (DOE) отобрало двенадцать проектов, направленных на развитие технологий переработки облученного ядерного топлива (ОЯТ) от коммерческих энергетических реакторов, которые получают финансирование в размере 38 миллионов долларов США. Эти проекты, возглавляемые университетами, частными компаниями и национальными лабораториями, будут направлены на снижение последствий утилизации ОЯТ, заявили в DOE.

«Для того чтобы США могли и дальше использовать безопасную, надежную и экологически чистую энергию, производимую на АЭС по всей стране, правительство Байдена-Харриса и Минэнерго признают важность разработки технологий практического применения накопленного американского ОЯТ», – заявила министр энергетики Дженнифер Грэнхолм, – «Переработка ОЯТ для производства экологически чистой энергии может значительно сократить количество облученного топлива на ядерных объектах и повысить экономическую стабильность сообществ, ведущих эту важную работу».



Проекты, финансируемые в рамках программы «Преобразование радиоизотопов ОЯТ в энергию» (CURIE), позволят безопасно и экономично перерабатывать ОЯТ США и существенно сократить объем, тепловую нагрузку и радиотоксичность отходов, требующих постоянного захоронения, заявило Министерство энергетики, а также обеспечить «ценное и устойчивое топливное сырье» для современных реакторов.

### Проекты-победители и соответствующие финансовые гранты

- **Аргоннская национальная лаборатория** – разработка высокоэффективного процесса, который преобразует 97% оксидного ОЯТ в металл с использованием стабильных анодных материалов нового поколения (4,9 млн долларов США)
- **Аргоннская национальная лаборатория** – разработка, производство и испытание набора компактных вращающихся контакторов с набивным слоем для переработки ОЯТ (1,52 млн долларов США)
- **Curio** – разработка и демонстрация этапов процесса переработки NuCycle в лабораторных масштабах (5 млн долларов США)
- **EPRI** – разработка инструмента переработки, предназначенного для решения взаимосвязанных задач управления жизненным циклом ядерного топлива и поставок топлива для современных реакторов (2,797 млн долларов США)
- **GE Research** – разработка революционного решения по гарантиям нераспространения для предприятий по переработке ОЯТ в водной среде (6,45 млн долларов США)
- **Национальная лаборатория Айдахо** – разработка, изготовление и испытание анодных материалов для электрохимического восстановления оксидов актинидов и продуктов деления в ОЯТ (2,66 млн долларов США)
- **Mainstream Engineering** – разработка технологии вакуумной качающейся сепарации для отделения и улавливания летучих радионуклидов, что позволит снизить капитальные и эксплуатационные затраты на протяжении всего жизненного цикла и минимизировать количество отходов, которые необходимо хранить (1,581 млн долларов США)
- **NuVision Engineering** – проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию интегрированной испытательной платформы для учета материалов, которая позволит прогнозировать учет ядерных материалов после переработки с погрешностью в пределах 1% на установке по переработке в водной среде (4,715 млн долларов США)
- **Алабамский университет в Бирмингеме** – разработка одноэтапного процесса переработки ОЯТ путем извлечения основной части урана и других трансурановых элементов из ОЯТ после растворения в азотной кислоте (1,845 млн долларов США)
- **Университет Колорадо, Боулдер** – разработка технологии, позволяющей проводить высокоточные и значительно более быстрые измерения сложных смесей ОЯТ (1,995 млн долларов США)
- **Университет Северного Техаса** – разработка беспроводного датчика с автономным питанием для долгосрочного мониторинга в режиме реального времени плотности и уровня высокотемпературной расплавленной соли для обеспечения точной защиты и мониторинга электрохимической обработки ОЯТ (2,711 млн долларов США)
- **Университет штата Юта** – разработка пирохимического процесса для эффективного преобразования ОЯТ в топливное сырье, пригодное для быстрых реакторов с натриевым охлаждением или реакторов, работающих на расплавленной соли (1,454 млн долларов США).

Программа CURIE, осуществляемая под эгидой Агентства перспективных исследовательских проектов в области энергетики (ARPA-E), была запущена в начале 2022 года с целью обеспечения коммерчески жизнеспособной переработки ОЯТ из нынешнего парка легководных реакторов США путем устранения ключевых пробелов и барьеров в технологиях переработки, мониторинга процесса и проектирования установок.

*Источник: Атомная энергия 2.0*

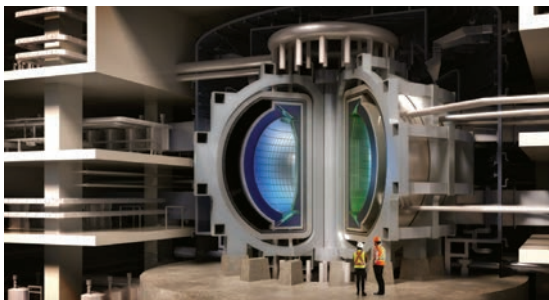


## Компания General Atomics представила проект термоядерного реактора Fusion Pilot Plant

26 октября 2022 г.

Американская компания General Atomics (GA) представила концепцию своей новой экспериментальной термоядерной установки под названием Fusion Pilot Plant (FPP), с использованием инновационных технологий, разработанных GA.

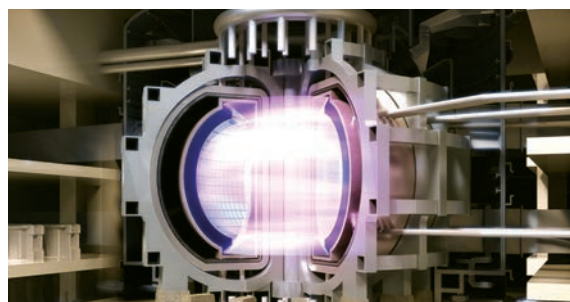
С технической точки зрения проект Fusion Pilot Plant не имеет принципиальных отличий от большинства других разрабатываемых в мире термоядерных установок. В этой установке путём микроволнового нагрева создаётся горячая плазма, которая с помощью мощных магнитов удерживается в течение длительного времени, что создаёт возможности для иницирования термоядерной реакции.



Как можно видеть из представленного General Atomics изображения термоядерной установки, по своей схеме она будет напоминать токамак, аналогичный строящемуся сейчас международному термоядерному реактору ИТЭР.

В то же время, по утверждению представителей компании, в проекте Fusion Pilot Plant используются наработки General Atomics, которые позволяют значительно увеличить длительность удержания плазмы, что, в свою очередь, позволит максимизировать эффективность, снизить эксплуатационные расходы и увеличить срок службы установки.

В частности, в установке будет использоваться запатентованный двигатель термоядерного синтеза (FUSE), который позволит операторам установки быстро проводить широкий спектр исследований с целью повышения её эффективности. Также GA также разработала усовершенствованную модульную концепцию (GAMBL) для blankets-бридера, который является важнейшим компонентом термоядерной электростанции для производства трития, являющегося одним из компонентов термоядерного топлива, что позволит избежать необходимости производства трития на сторонних предприятиях.



«Основная задача, которая ставится перед Fusion Pilot Plant – коммерциализация термоядерной энергетики и отработка технологий, позволяющих обеспечить устойчивую круглосуточную экономически эффективную работу термоядерных электростанций», – отметил вице-президент General Atomics по термоядерным исследованиям Уэйн Соломон.

Ранее, в июле 2022 года, General Atomics объявила о сотрудничестве с Национальной лабораторией Саванна-Ривер для решения задач обеспечения создания экономически эффективной термоядерной энергетики в рамках проекта государственно-частного партнерства, финансируемого Министерством энергетики США.

*Источник: Атомная энергия 2.0*

## Министерство энергетики США выпустило официальное решение по быстрому реактору VTR

18 октября 2022 г.

Министерство энергетики США (DOE) выпустило отчет о принятии решения в результате проведения окончательной оценки воздействия на окружающую среду (FEIS) в отношении реактора на быстрых нейтронах с натриевым охлаждением в Национальной лаборатории Айдахо (INL). Если Конгресс выделит средства, универсальный исследовательский реактор (VTR, Versatile Test Reactor) станет первым за три десятилетия исследовательским реактором на быстрых нейтронах, который будет работать в Соединенных Штатах.

Этот отчет о принятии решения представляет собой документально оформленное решение Министерства энергетики США о реализации наиболее предпочтительной для него альтернативы, которая заключается в строительстве и эксплуатации универсального исследовательского реактора VTR в Национальной лаборатории Айдахо (INL), а также в размещении поблизости установок для исследования продуктов испытаний после облучения и обращения с отработавшими запальными ТВС

реактора VTR. Реактор будет эксплуатироваться для государственных целей. В отчете указано, что Министерство энергетики США еще не решило, разместить ли мощности для производства запальных ТВС для реактора VTR на площадке INL или на площадке «Саванна-Ривер», или же на обеих указанных площадках.

Программа по созданию реактора VTR была запущена DOE в 2018 г. с привлечением группы экспертов из государственных лабораторий, университетов и из числа отраслевых партнеров. Реактор будет использоваться в качестве источника быстрых нейтронов для испытания и оценки различных видов ядерного топлива, материалов, датчиков и контрольно-измерительных приборов в поддержку развития технологий усовершенствованных реакторов. Подобные исследовательские мощности в настоящее время доступны только в России, сообщили в DOE.

Эксперименты на реакторе VTR позволят значительно сократить время на разработку ядерного топлива, материалов, КИП и датчиков для ядерных реакторов. По сообщению DOE, такие исследования могут помочь продлить срок эксплуатации активной зоны реактора, повысить производительность топлива, а также ускорить проведение исследования материалов для термоядерного синтеза.

«Возвращение к идее создания исследовательского реактора на быстрых нейтронах в США является инвестицией в наш переход к будущей безуглеродной экономике», – заявила помощник министра энергетики США Катрин Хафф. – «Теперь, когда мы завершили этот важный шаг по принятию решения, я с нетерпением жду совместной работы с Конгрессом, чтобы обеспечить финансирование, необходимое для воплощения идеи по созданию реактора VTR в реальность».

Отчет о принятии решения последовал после публикации FEIS в мае.

VTR будет представлять собой реактор бассейнового типа с натриевым охлаждением мощностью 300 МВт(т), использующий уран-плутоний-циркониевое металлическое топливо, базирующееся на проекте малого модульного реактора PRISM компании GE Hitachi Nuclear Energy.

**Источник:** НТЦ ЯРБ



*Фото: Национальная лаборатория Айдахо*

## В США завершилось сооружение стенда IET для изучения быстрых жидкосолевых реакторов

25 октября 2022 г.



*Фото: Southern Southern*

Компании Southern Company и TerraPower завершили строительство нового стенда в лаборатории TerraPower в Эверетте (США, штат Вашингтон).

Стенд под названием «Integrated Effects Test» (IET) будет использоваться в интересах разработки проекта жидкосолевого быстрого реактора на хлоридах MCFR.

В совместном заявлении для прессы обе компании охарактеризовали стенд как «крупнейшую в мире систему на солях хлоридов, разработанную для атомной отрасли».

Стенд IET – многопетлевая исследовательская установка с внешним источником тепла. Работы по её созданию начались в 2015 году.

**Источник:** AtomInfo.Ru



## Южнокорейский токамак KSTAR установил новый мировой рекорд

14 октября 2022 г.

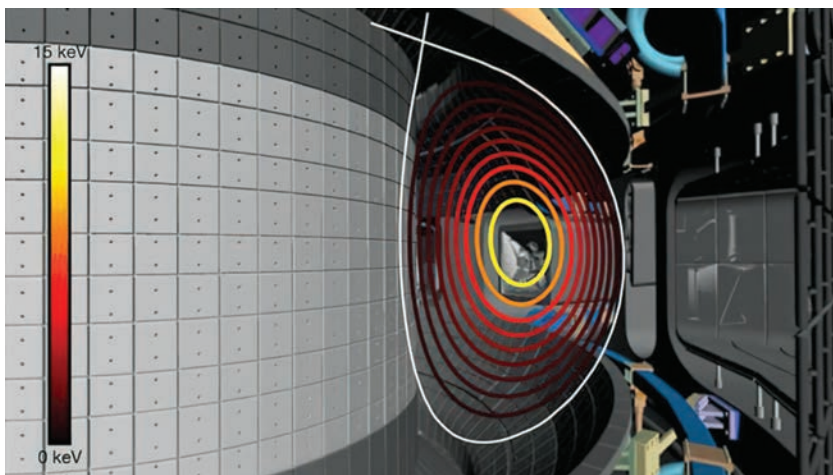
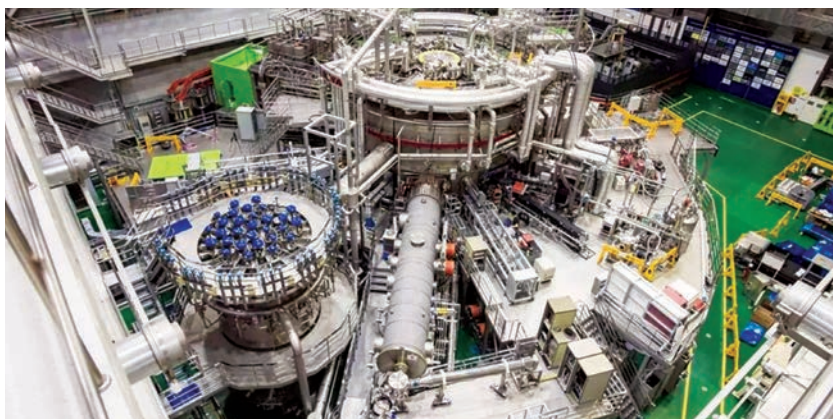
На реакторе KSTAR в Корейском институте термоядерной энергии (KFE) нагрели плазму до 100 млн °С и удерживали ее в стабильном состоянии 30 секунд. Исследователи без ложной скромности заявляют, что это поворотный момент на пути к коммерческому термояду.

Для удержания плазмы в токамаках применяют магнитный метод. Используют магнитные поля двух форм. В одних экспериментах – краевой транспортный барьер вокруг плазмы, который вызывает резкое снижение давления у стенки реактора. В других – внутренний транспортный барьер, который создает более высокое давление вблизи центра плазмы. Однако оба подхода не гарантируют стабильного удержания. Даже самые современные термоядерные установки с трудом удерживают ионизированную материю при температуре, необходимой для стабильной термоядерной реакции. А это обязательное условие получения энергии.

Команда эксперимента KSTAR объявила о прорыве в своей области. Технику для удержания модифицировали таким образом, чтобы плотность плазмы была намного ниже. Результатом стало повышение температуры в ядре плазмы и понижение на периферии. «Этот режим редко подвержен возмущениям, может надежно поддерживаться даже без сложного управления и поэтому представляет собой перспективный путь к коммерческим термоядерным реакторам. Благодаря обилию быстрых ионов, стабилизирующих турбулентность центральной плазмы, мы генерируем и удерживаем плазму при температуре 100 млн К (~100 млн °С)», – резюмируют исследователи в журнале Nature.

К 2025 году на KSTAR рассчитывают довести длительность удержания плазмы до 300 секунд при 100 млн °С. «Эти технологии – ключ к термоядерной энергетике», – сказал физик-ядерщик Си-Ву Юн, директор Исследовательского центра KSTAR. – «Наш успех стал поворотным моментом в гонке за технологиями для долговременной работы высокопроизводительной плазмы – критического компонента коммерческого термоядерного реактора будущего».

Рекорд длительности поддержания плазмы в настоящее время принадлежит китайскому экспериментальному сверхпроводящему токамаку EAST. В декабре 2021 года он поддерживал плазму более 17 минут, но при температуре 70 млн °С. В этом году европейский токамак JET побил рекорд выработки энергии: 59 МДж в течение пяти секунд.



Конфигурация плазмы в KSTAR при режиме для повышения энергии плазмы.

Шкала температуры в килоэлектронвольтах,  
10 кэВ (желтая область) ~116 млн К

**Источник:** Страна Росатом





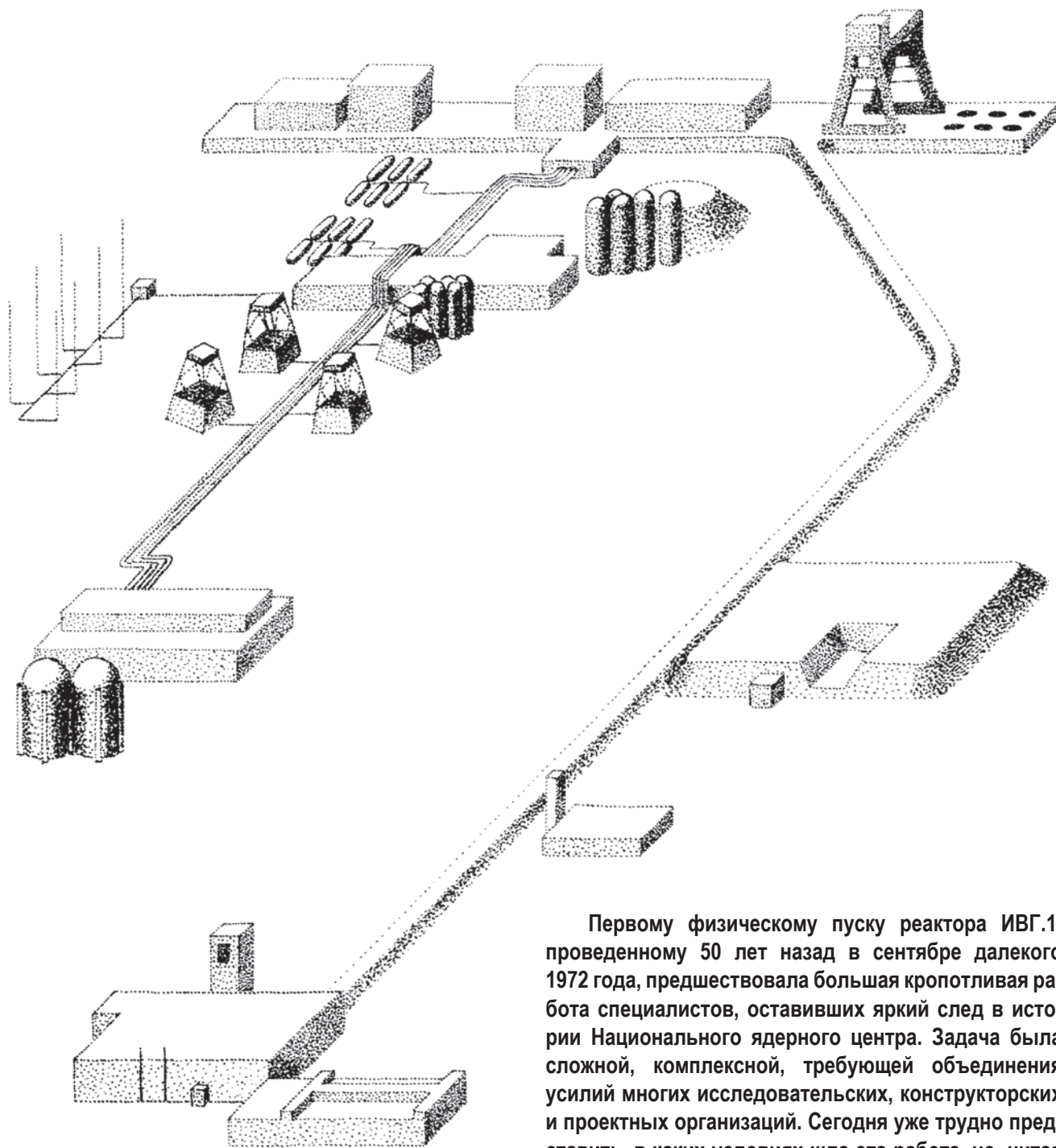




# ЗОЛОТЫЕ КАДРЫ



# Поколение основателей



Первому физическому пуску реактора ИВГ.1, проведенному 50 лет назад в сентябре далекого 1972 года, предшествовала большая кропотливая работа специалистов, оставивших яркий след в истории Национального ядерного центра. Задача была сложной, комплексной, требующей объединения усилий многих исследовательских, конструкторских и проектных организаций. Сегодня уже трудно представить, в каких условиях шла эта работа, но, читая воспоминания, понимаешь главное – она шла с полной самоотдачей, никто не жалел своих сил, энергии и времени.



К сожалению, в силу ли действующей на тот период секретности или по другим причинам, но информация об этих людях носит обрывочный характер. Не так давно мы натолкнулись на доклад Леонида Николаевича Тихомирова, бывшего начальника объекта 300 – стендового комплекса «Байкал-1», а затем главного инженера созданного в 1992 году РГП НЯЦ РК, на научно-практической конференции «20 лет энергетического пуска реактора ИВГ.1» в 1995 году, где им были озвучены службы, институты, подразделения и фамилии ответственных руководителей работ.

Это и есть наши «золотые кадры», которые навсегда вписаны в историю создания высокотемпературного газоохлаждаемого реактора ИВГ.1 и стендового комплекса «Байкал-1».

Из доклада Леонида Николаевича Тихомирова на научно-практической конференции «20 лет энергетического пуска реактора ИВГ.1»:

### **СТЕНДОВЫЙ КОМПЛЕКС «БАЙКАЛ-1». ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ПЕРВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПУСКА РЕАКТОРА ИВГ.1**

Стендовый комплекс «Байкал-1» проектировался и строился для проведения испытания ТВС различных модификаций ЯРД с открытым выхлопом.

Реактор ИВГ.1 разработан на основании постановлений ЦК КПСС и СМ № 673-276 от 13.08.64 года и № 842-304 от 25.10.65 года и технического задания.

Сущность реактора и стендового комплекса в целом, содержащего множество элементов новой техники, определила необходимость поэтапной разработки проекта и ввода в эксплуатацию стендового комплекса и реактора.

Наиболее важными этапами являлись:

- определение параметров реактора, выбор его конструкции;
- проектирование и изготовление реактора;
- определение параметров, выбор конструкции, проектирование и изготовление технологических каналов (ТК) первой активной зоны;
- проектирование, строительство и монтаж оборудования стендового комплекса на объекте 300;
- проведение физического пуска реактора;
- проведение пуско-наладочных работ на стенде;
- проведение энергетического пуска реактора.

#### **Строительство стендового комплекса «Байкал-1»**

Параллельно с разработкой проектов реактора, систем и стендового комплекса в целом, с 1966 года на территории площадки «10», расположенной на территории СИП, начались строительные работы (жилые бараки, котельная, котлованы под подземные газгольдеры сооружений 104 А, 104 Б, 104 Г и т.д.).

Строительство осуществляли военные строители в/ч 31516, являющейся генеральным подрядчиком.

Руководство строительством осуществляла Объединенная экспедиция (ОЭ) ПНИТИ с участием представителей разработчиков проектов.

Начальником ОЭ был Кадыров А.А., начальником ДСП – Юрченко Д.Ф., главным инженером СП – Кузнецов Ю.И., и.о. начальника объекта 300 – Лелюхин О.А., командиром полигона – генерал-майор Виноградов.

Строительство основных зданий и сооружений стендового комплекса было завершено к 1970 году.

#### **Проектирование, монтаж и наладка стендового комплекса**

Генеральным проектировщиком стендового комплекса «Байкал-1» являлся ГИКП (ныне ВНИПИЭТ), г. Ленинград; руководитель – Юпатов И.А., а с 1974 года – Рыблов В.Я.

Главным конструктором реактора ИВГ.1 являлся НИКИЭТ, г. Москва; нач. отдела 11 Уласевич Владислав Кондратьевич.

Научным руководителем проекта реактора ИВГ.1 являлся ИАЭ им. Курчатова, г. Москва; начальник сектора № 7 Талызин Виктор Михайлович.

Главным конструктором-технологом ТК являлся ПНИТИ, г. Подольск; основными руководителями работ являлись Подладчиков Юрий Николаевич, Федик Иван Иванович, Дьяков Евгений Константинович.

#### **Разработка проектов реактора и систем стендового комплекса осуществлена в период с 1966 по 1969 гг.**

Изготовление реактора, ТК, трубопроводов и оборудования стендовых систем осуществляли НИКИЭТ, ПНИТИ, предприятия п/я Г-4586, п/я А-3686, п/я Г-4781, п/я В-8534 и др.

Монтаж реактора осуществляло МУ-6 МСМ (МСУ-36), г. Москва; начальник управления Кобылянский. Курировал монтаж и сборку реактора представитель НИКИЭТ Остапчук В.П. – первый начальник реакторной службы в 1974 году.

#### **Системы стендового комплекса «Байкал-1»**

##### **Система управления и защиты (СУЗ)**

Проект СУЗ-300 разрабатывал НИКИЭТ (отделы Шубина Владимира Ивановича и Филиппова Аркадия Григорьевича).

Разработчики: Осадченко З.Н., Гришин В.В., Червяков В.Г., Кондратьев И.И.

Утверждал проектную документацию – зам. директора Емельянов Иван Яковлевич.

Монтаж системы проводило МСУ-78, г. Новосибирск (Пеночатых, Матыгулин, Шантур, Букин).

Наладку системы проводило МСУ-70, г. Новосибирск (Рязановский, Писарев, Гусельников). Участвовали в наладке, а затем в эксплуатации системы СУЗ сотрудники службы: Анашин – первый начальник службы (1972 г.), Архинович, Тихомиров Л.Н., Коротин, Якунин, Вишняков, Шеин, Сафонов А.Г., Котяшкин В.М., Демко Н.А.

##### **Система автоматического управления (САУ)**

Проект САУ разработан во ВНИПИЭТ; Луценко Георгий Аркадьевич.

Монтаж системы вело МСУ-78 с участием сотрудников службы САУ (272). Первым начальником службы был Поляков Владимир Николаевич. Наладка системы проводилась коллективом службы.



Панорама объекта 300

#### **Система КИП**

Проект системы разрабатывал ГКП (ВНИПИЭТ). Разработчики – ОКБ № 2, начальник – Миллионщиков В.Н. Монтаж системы КИП осуществляло МСУ-78. Наладкой системы КИП занимались МСУ-70 и группа Линского из ПНИТИ с участием сотрудников службы. Первым начальником службы КИП (275) был Скосырский Г.С., службы ГА – Герасимов А.С.

#### **Система тепловодоснабжения, вентиляции и канализации**

Проект разработан ВНИПИЭТ. Монтаж системы вело МСУ-36. Наладку системы вентиляции проводила группа из ПНИТИ, ДЭС – наладчики с завода им. Малышева, г. Харьков, совместно с сотрудниками службы. Наладчиками службы были Мальцев В.В., а затем Руденко В.П.

#### **Газовые и водяные системы**

Проект ГВС был разработан ГКП (ВНИПИЭТ). Монтаж осуществляло МСУ-36 (МУ-6), г. Москва. Наладку систем проводило МСУ-70; Петрушевский. В монтаже и наладке систем

принимали участие сотрудники службы – Колбаенков А.Н., Музоверов Г.А., Яковлев В.В. Первым начальником службы ГС был Падерин Ю.П. (1972 г.), службы ВС – Кубарев В.М.

#### **Системы газификации и хранения рабочего тела (водорода, азота)**

Проект системы газификации азота разработан ВНИПИЭТ. Проект системы газификации водорода разработан ВНИИКриогенМаш, г. Балашиха Московской области; зам. директора института – Филин Н.В. Строительство здания 103 вели военные строители в/ч 31516, г. Семипалатинска-21, монтаж оборудования – МУ № 6 (начальник участка – Пастухов В.М.). Наладку водородной установки проводило ВНИИКриогенМаш. Первый начальник службы – Шляхов Л.Н. (1973 г.). Подземные сооружения 104 А, 104 Б, 104 Г проектировал ВНИПИ протехнологии, г. Москва; Расторгуев Георгий Аркадьевич. Разработку монтажной технологии проводил НИКИМТ, г. Москва. Разработку технологии укладки высокопрочного бетона и контроля за его качеством осуществлял Оргстройпроект





(п/я А-1940), г. Москва. Строительство газгольдеров осуществляло Карагандинское шахтопроходческое управление (КСШУ). Монтаж газгольдеров, трубопроводов в стволе вела монтажная организация МСУ-36 (п/я А-7465), г. Кара-Балта, Киргизия. Первым начальником службы эксплуатации газгольдеров был Килимник С.М. (1973 г.), затем – Моисеенко А.С. (1974 г.).

#### **Система электроснабжения**

Проект системы разработан во ВНИПИЭТ. Монтаж системы проводило МСУ-78, наладкой системы занималось МСУ-70. Первым начальником службы был Кудряшов Ю.Н.

#### **Подготовка и проведение физического пуска (ФП)**

Подготовка к ФП осуществлялась в соответствии с Программой, разработанной ИАЭ, НИКИЭТ, ПНИТИ и утвержденной 16 ГУ МСМ. Одновременно был утвержден состав систем стэнда, которые должны были быть готовы к работе в объеме, необходимом для проведения ФП.

- Подготовка к физическому пуску реактора ИВГ.1 включала:
- разработку методик и подготовку аппаратуры;
  - контрольную сборку реактора на стапеле в Москве;
  - монтаж реактора, технологических систем на объекте, проведение ПНР систем;
  - сборку ТК и ФКЭ;
  - разборку НТД, подготовку пускового персонала;
  - КПНР с гидроимитаторами ТК;
  - сдачу объекта приемочной комиссии.

Летом 1971 года был привезен корпус реактора и установлен на рабочее место (1 Р.М.).

В конце 1971 года поступили внутренние части реактора (центральная сборка, отражатель с РБ и др.) и были законсервированы в помещении 03 здания 101.

Летом 1972 года была произведена сборка реактора. В сборке принимали участие Сметанников Владимир Петрович, Харитонов Станислав Михайлович. В это же время была проведена сборка технологических каналов типа ТК-300 (сварка нижней и верхней частей в помещении 03). Руководил этими работами Дьяков Евгений Константинович – главный конструктор ТК.

Монтажную технологию сборки реактора и технологических систем (ГВС) разработал НИКИМТ, г. Москва; представитель – Котов Алексей Иванович.

К сентябрю 1972 года реактор и необходимые для проведения ФП системы были подготовлены. Подготовлены: ТТС для загрузки каналов; штатная система залива воды в реактор (с помощью размерных бачков); система ДАЗ; система подачи азота. Пульт управления ФП находился в помещении 134 здания 101.

Физический пуск проведен с 14.09.72 по 27.11.72 гг.

18.09.72 г. – первое критическое состояние.

Пусковая бригада была сформирована из представителей ИАЭ, НИКИЭТ, ОЭ, в/ч 52605, а эксплуатационная бригада из представителей ОЭ. Была обеспечена двухсменная работа. Руководителем ФП был назначен начальник сектора № 7 ИАЭ им. Курчатова – Талызин Виктор Михайлович, от ОЭ – Могильный Игорь Алексеевич.

*Вслед за физическим пуском в марте 1975 года был проведен энергетический пуск реактора ИВГ.1, который положил начало крупномасштабной отработке ТВС и прототипов реакторов ЯРД на стендовом комплексе «Байкал-1». Его проведению предшествовала напряженная трехлетняя работа, выполненная под методическим руководством лаборатории 242. Были проведены серии испытаний аналогов технологических каналов реактора ИВГ.1 в реакторе ИГР, аттестационные гидродинамические испытания каналов первой опытной активной зоны реактора ИВГ.1, комплексные пуско-наладочные работы на системах стендового комплекса «Байкал-1», разработка программы энергетического пуска и обоснование его безопасности. Полученный при подготовке ЭП опыт позволил успешно провести все последующие испытания на стендовом комплексе «Байкал-1».*

*Часть выполненных работ нашла отражение в воспоминаниях советского инженера Евгения Звездкина (читайте об этом в следующем материале в рубрике «Связь времен»).*





The background is a dark blue gradient with a network of glowing white nodes and lines. The nodes are small spheres with a bright blue glow, and the lines are thin white lines connecting the nodes. The overall effect is a sense of connectivity and technology.

# СВЯЗЬ ВРЕМЕН

# Записки советского инженера



Настоящие записки написаны в форме дневника и построены на основе личных воспоминаний и впечатлений. Просто хотелось, чтобы инженерной деятельностью в самых передовых научно-технических отраслях, которой я занимаюсь более 40 лет и теперь продолжаю, можно было гордиться, хотя бы перед самим собой.

*Евгений Звездкин*



## О РАБОТЕ И ЖИЗНИ

### Часть 3

#### В МОСКВЕ

В конце августа я выписался из госпиталя. Лето кончалось, а с ним и отпуска в НИИ, КБ, заводах, с которыми мы работали. Наша дружная компания молодых специалистов распалась. Осипов уехал в Воронеж в КБ химавтоматики, Дмитропавленко в Москву в Государственный институт комплексного проектирования, в длительные командировки. К Саше Кузнецову приехала жена. Меня мой начальник сектора Демянко отзывать в Москву в НИИ тепловых процессов.

Перед отъездом я успел получить двухкомнатную квартиру на «Берегу» в только что построенном доме по улице Курчатова, 35. Квартиры в экспедиции получили все, кто имел семьи.

В середине сентября я вернулся в Москву, стал опять работать в научно-методическом секторе экспедиции, жить в «подвале» гостиницы НИИТП. В моих долгосрочных планах было пережить зиму в Москве, а весной, когда дочке исполнится год, поехать с семьей работать на полигон.

Осень и зима 1973–74 года тянулись долго. Володя Тверской, с которым мы жили в комнате гостиницы, женился и жил где-то в Москве. Апальков уехал на полигон на постоянную работу. Мне приходилось жить со случайными специалистами, командированными в НИИ тепловых процессов. На работе тоже было скучновато, всю имеющуюся техдокументацию я уже изучил, а крупных серьезных дел мне не поручали. Иногда приходилось ездить, как правило, со своим начальником Сигачевым, на смежные предприятия, такие как Институт им. Доллежаля, Подольский научно-исследовательский технологический институт, Курчатовский институт, ЦНИИ машиностроения, КБ «Салют», НИИ измерительной техники для согласования различных решений по реакторным испытаниям, технических заданий на разработку приборного оборудования, систем или устройств стендового комплекса ядерного ракетного двигателя.

Много времени я проводил в технической библиотеке НИИ тепловых процессов, искал и читал литературу по ЯРД, благо библиотека была богатейшей и разнообразной. Были встречи в Москве с однокурсниками и друзьями по МАИ Сашей Отто, Звоновым, Поланчуком. Они делились впечатлениями о работе на других фирмах нашего профиля, в ЦНИИ машиностроения, Курчатовском институте.

Меня, как свободного молодого специалиста, в институте много привлекали к общественной и комсомольской работе. Я участвовал в спортивных соревнованиях по плаванию, лыжам, футболу, в шефстве над неблагополучной молодежью, в рейдах народной дружины в микрорайоне, работал на овощной базе. Иногда мы собирались в составе нашего сектора на вечеринки. Приходили Сигачев, Новиков, Демянко с молодой женой Тосей, Руденко, Чистова, Козулин, Суворова, Тверской. Душой компании в это время был Алексей Юшков, молодой специалист, физик, окончивший МИФИ. Большой поклонник творчества Высоцкого, он постоянно знакомил всех нас на вечеринках с его новыми песнями, даже организовал поездку на один из «подпольных» концертов Высоцкого.

В НИИ тепловых процессов и, в частности, в лабораторию Иевлева В.М. были распределены однокурсники-москвичи моей группы из МАИ Федотов, Федулов, Смирнов, Петров, Плотников, с которыми я регулярно встречался на работе, обсуждал дела. В это время в лаборатории 3 разворачивались экспериментальные исследования по изучению возможности создания ядерного ракетного двигателя схемы «В», т.е. с газофазным реактором. Эта схема сулила значительные преимущества перед двигателем схемы «А». Эффективность или удельная тяга двигателя схемы «В» по расчетам выходила в 3 раза выше, значительно ниже были проблемы с радиационной опасностью. Но конструктивно схема «В» получалась очень сложной. В камере двигателя надо было удерживать урановый газ или лучше сказать урановую плазму с температурой около 10 000 °С, чего существующие технологии и материалы не могли обеспечить.

Предлагались многие схемные решения, например удержание урановой плазмы магнитным полем, вращением, гидродинамическое удержание, но все они требовали экспериментальной проверки, исследований происходящих процессов, поиска способов удержания, новых материалов, схем. В США по литературным источникам этой теме, называлась она схема «Лампа», придавалось большое значение. Под исследования по этой теме в НИИ тепловых процессов был даже построен огромный экспериментальный корпус с плазмотроном, в составе лаборатории 3 выделены отделы Коротеева и Пришлецова. Сам Иевлев В.М. был в плену иллюзий относительно быстрого разрешения проблемы создания ядерного ракетного двигателя схемы «В» и отдавал ей предпочтение, несмотря на то, что ЯРД схемы «А» был уже запущен в работу. Была создана технология, опытные образцы, строился стенд для отработки на семипалатинском полигоне.

Особенно продвинулись исследовательские работы по гидродинамическому способу удержания урановой плазмы в экспериментальной установке «Гекла». Температура «шнура» из урановой плазмы должна была достигать 7 000 °С, водород нагревался от нее излучением до 3 000 °С. Впоследствии схему этой установки пытались внедрить в промышленной ядерной энергетике, но дальше экспериментов с гексафторидом урана в Институте ядерной физики, г. Алма-Ата, дело не пошло.

Зимой 1973–74 года в НИИ тепловых процессов я познакомился с Сашей Шараментовым, молодым специалистом-физиком, распределенным в экспедицию 20 из МИФИ, и проходившим в это время стажировку в Физико-энергетическом институте, г. Обнинск. Он часто приезжал в Москву к своему руководителю, начальнику сектора динамики реакторов экспедиции 20 Акопову Р.Б.. Шараментов понравился мне своей энергичностью, целеустремленностью, упорством, глубокими знаниями, уверенностью в себе, часто даже переходящей в самоуверенность. Он также собирался весной поехать с женой и двухгодовалой дочкой работать на полигон. Он был не москвич, что сблизало нас, хотя у него имелась подмосковная прописка в Ногинске. По вечерам, в «подвале», мы с ним строили планы на будущее по работе на полигоне, вели научные споры, делились впечатлениями о ходе работ по ядерному ракетному двигателю в НИИТП и ФЭИ.

## СЕМИПАЛАТИНСК

Весной я договорился с руководством экспедиции о приеме на работу моей жены и переезде с семьей на работу на семипалатинскую базу экспедиции 20. В начале апреля жена с годовалой дочкой Наташей приехала в Москву, и мы поселились в «подвале» гостиницы НИИТП на время оформления жены на работу. Это заняло почти два месяца. За это время наша Наташа научилась ходить и говорить. К концу мая документы по устройству на работу и на въезд на полигон были готовы. Мы договорились о наших планах работы на полигоне, получили командировочные и в конце мая вылетели в Семипалатинск. Прощание с Москвой было недолгим и негрустным. Мы знали, что пока будем работать в экспедиции 20, будем часто бывать в Москве в командировках, отпусках.

Рейс в Семипалатинск, как и в прошлом году, пришелся на ночное время, и часов в 9 утра по местному времени мы ступили на семипалатинскую землю. С трапа самолета шагнули из московской прохлады в сухое казахстанское пекло. С первых шагов нас ждали неожиданности. В аэропорту нас встретила Наташа Кузнецова, жена моего товарища, учившаяся в мединституте в Семипалатинске, и предупредила, что наши документы на въезд на полигон еще не пришли в экспедицию и нам следует день-два подождать в ведомственной гостинице полигона в Семипалатинске. Поехали в гостиницу. Она располагалась почти в центре города на тихой спокойной улице Урицкого в двухэтажном особняке, огороженном высоким забором, и представляла собой типичный «караван-сарай».

По командировочным документам нас поселили «без слов», но условий для содержания ребенка не было, конечно, никаких. Достаточно сказать, что «удобства» у этой гостиницы располагались во дворе. Жара стояла такая, что молоко без холодильника скисало за два часа. Наташа Кузнецова помогла нам устроиться, посоветовала, где покупать детские продукты, так как хорошо знала город. Из гостиницы я по спецсвязи переговорил с заместителем начальника нашей экспедиции в городке Черновым Ю.С.. Он пообещал за сутки уладить с документами на въезд.

Семипалатинск в начале 70-х годов представлял собой областной центр, бурно развивающийся из провинциального городишка в индустриальный город. Новая современная часть его на левом берегу Иртыша разительно отличалась от старой правобережной. На левобережье среди индустриальных гигантов, таких как мясокомбинат, крупнейший в СССР, цементный завод, меховая фабрика, подымались пяти- и девятиэтажки жилых массивов с прямыми широкими проспектами. Среди бетона и кирпича почти не было зелени. Окраину левобережья занимал аэродром с аэропортом, на котором базировалась, в основном, военная авиация. Обширную территорию левобережья занимали военные городки, росшие как грибы после недавних пограничных конфликтов с Китаем на юге Семипалатинской области в 1969 году. Левобережье так и называлось на казахском языке Жана-Семей, в переводе Новый Семипалатинск.

На правом, более высоком и холмистом берегу Иртыша располагалась старая часть Семипалатинска с центром города. Архитектура здесь была более разнообразна. Встречались улицы глинобитных мазанок недалеко от центра, купеческие особняки конца XIX – начала XX веков, массивы «хрущоб» и бетонные девятиэтажки. Все это утопало в зеленых насаждениях из тополей, ив, карагачей. Центральная часть была типичной для центра советского областного города – залитая бетоном площадь с памятником Ленину, величественные и строгие здания обкома и областного Совета, центральный универмаг. Углом на площадь выходило красивое здание мединститута с колоннами. Недалеко от центра города на площади Абая возвышалась мечеть. С другой стороны, также недалеко от центра, на высоком берегу Иртыша стоял православный храм. Промышленность на правом берегу представлялась более мелкими предприятиями. Там находились ковровая фабрика, чулочная, фабрика меховых изделий. Там же был парк культуры, музеи Абая и Достоевского, железнодорожный вокзал, речная пристань. Центральные улицы были асфальтированы.

Население города было наполовину казахским, наполовину русским. Бросались в глаза вывески на казахском языке, но все же большинство надписей были на русском. В магазинах можно было встретить национальный колорит: в гастрономах – кумыс, особо приготовленную баранину; в универмагах – пестрые ткани, меховые изделия.





На следующий день, созвонившись с Черновым Ю.С. и получив разрешение на въезд, мы взяли билеты на быстроходный теплоход «Ракета». Плыть по Иртышу надо было часа четыре, и к вечеру мы высадились на памятном мне еще с прошлого лета высоком берегу Иртыша на пристани Конечной. С вечерней прохладой мы прибыли на постоянное место жительства, как оказалось на 20 лет.

На другой день начались хлопоты по устройству на новом месте. В нашей квартире был только минимальный набор казенной гостиничной мебели, а именно кровать, стол, шкаф, два стула. Пришлось занимать у товарищей денег, чтобы срочно купить самую необходимую для проживания с ребенком в это жаркое время вещь – холодильник. Жизнь налаживалась. Сложнее было с работой жены. Дочку невозможно было устроить в ясли, и жена сидела с ней дома. Меня опять определили на лето ведущим инженером на знакомый мне стенд ПС-4 в городке. Там намечалось проведение новой серии опытов по исследованию фильтрации водорода в раздробленных горных выработках. Между делом я изучал и документацию на стендовый комплекс «Байкал-1».

Численность экспедиции 20 за год выросла почти вдвое. Большинство инженерно-технических работников работало на площадке 10. В мае там для нашей экспедиции был сдан в эксплуатацию первый объект, механическая мастерская. Проводился набор рабочих, приезжали специалисты-техно-

логи из НИИ тепловых процессов и КБ химавтоматики. Часть инженеров экспедиции 20 по-прежнему проходила стажировку в составе служб объекта ИВГ Объединенной экспедиции. Там шла подготовка к вводу в эксплуатацию реактора ИВГ, на конец 1974 года намечалось проведение его энергетического пуска. Параллельно велся монтаж оборудования на 2-м рабочем месте под стендовый реактор ЯРД модели 11Б91. Курированием этих работ и занимались инженеры нашей экспедиции Шулятьев, Гайворонский, Уржа, Осипов Г., Росляков, Дмитропавленко, Апальков, Каширин, Соловьев, Демидов, Мешин, Осипов В., Иванов В., Кравчук Л., Суринов, Кузнецов, Лисов. Большинство жен сотрудников, имевших малых детей, работали на «Берегу» в управлении экспедиции, в организованных конструкторском бюро и группе планирования и снабжения.

### ПЛОЩАДКА

В сентябре 1974 года руководители Объединенной экспедиции и экспедиций 20 договорились скоординировать на ближайший период свои задачи по подготовке испытаний ядерного ракетного двигателя на стендовом комплексе «Байкал-1». Первое рабочее место, где размещался реактор ИВГ, и второе рабочее место под реактор ЯРД были смежными. Задачей Объединенной экспедиции было проведение энергетического пуска реактора ИВГ и ввод его в эксплуатацию. Экспедиция 20



занималась монтажом и наладкой оборудования на рабочем месте реактора ЯРД модели 11Б91.

Обе эти работы трудно совмещались на одном объекте по радиационным и организационным условиям. Например, монтажники не допускались для выполнения работ на 2-е рабочее место во время работ на реакторе ИВГ, а работы на нем в это время шли практически непрерывно. Работы были ответственными и потенциально опасными, а именно: физический пуск реактора, проверки аварийной защиты реактора, работы со взрывоопасным рабочим телом – водородом. Приоритетной задачей на объекте было объявлено проведение энергетического пуска реактора ИВГ, и для скорейшего ее достижения большая часть персонала экспедиции 20 прикомандировывалась в соответствующие службы и подразделения объекта ИВГ Объединенной экспедиции.

Я попал в лабораторию теплофизики под номером 242, возглавляемую Могилатовым Н.В., выходцем из Курчатовского института. 242-я лаборатория Объединенной экспедиции на объекте ИВГ численностью около 20 человек была кузницей кадров и ведущим научным, методическим и идеологическим подразделением по реакторным испытаниям. Ее начальник при энергопусках назначался ведущим пуск начальником пусковой смены на реакторе ИВГ, ведущие сотрудники лаборатории на время подготовки и проведения энергопуска работали заместителями начальников подготовительных смен к пуску.

В 242-й лаборатории готовились программы пусков, регламенты проведения всех пусковых и подготовительных работ, связанных с задействованием реактора. Расчетная группа проводила расчеты режимов испытаний реактора и работы стендовых систем. В группу обработки данных стекалась вся информация, снимаемая с измерительных приборов на пусках. Можно сказать, что лаборатория 242 была главным штабом руководителя пуска директора Объединенной экспедиции Могилатова И.А. В это время в лаборатории собралась плеяда блестящих инженеров, недавних выпускников ТПИ, МВТУ, МАИ, таких как Тухватулин, Щербатюк, Васильев, Егорова, Уренский, Концевой, Тарасов, Пивоваров, Дегтярев, Минин. Многие из них впоследствии сделали научную и административную карьеру на предприятиях атомной отрасли.

В сентябре 1974 года 242-я лаборатория пополнилась прикомандированием из экспедиции 20 трех инженеров – меня, Фисенко, Игнашева, и приходом трех молодых специалистов – Белодедова из ДГУ, Колодешникова из МАИ, Зуева из ХАИ. Народ подобрался молодой, задорный. Самые старшие в лаборатории Тухватулин и Щербатюк были из ТПИ 1969 года выпуска, но уже считались ведущими специалистами в Объединенной экспедиции, прошли школу работы на реакторе РВД (в настоящее время реактор «ИГР» РГП НЯЦ РК – прим. редакции). Под стать всем был и начальник лаборатории Могилатов Николай Викторович, 30-ти с небольшим лет, энергичный, зурдированный, работавший в Курчатовском институте под лич-

ным руководством академика Александрова А.А., выпускник МАИ и участник команды КВН МАИ 60-х годов. Но была в нем и наглость, лучше сказать, нахрапистость, самоуверенность. Бабник, говорили, был отчаянный. Любил «рисоваться» на людях, на собраниях, мог зло высмеять любого, даже своего, сотрудника. Очень любил шутковать или давать шуточные задания своим подчиненным, видимо это осталось от КВН. Так, например, дал задание Белодедову, хвалившемуся, что он по специальности газодинамик-теоретик, спроектировать сопло с «двумя сверхзвуковыми переходами» с целью «проверки на вшивость».

Моя жена тоже работала на площадке 10 и была направлена в службу контрольно-измерительных приборов (КИП), так как дочку мы еще в августе отвезли на воспитание бабушке с бабушкой в Днепрпетровск, отчаявшись устроить ее в ясли.



Могилатов Н.В.

В понедельник утром мы уезжали работать на площадку, в пятницу вечером возвращались в городок. По средам вечером желающих привозили в городок на ночь. Впрочем, можно было на попутных машинах ездить домой в городок хоть каждый день, лишь бы не опаздывать утром к автобусу в техзону.

На площадке мы жили в благоустроенной гостинице по двое в комнате. В гостинице был душ (потом соорудили даже сауну), кинозал, техническая и художественная библиотека, красный уголок с телевизором, настольными играми, бильярдом, спортивный зал. Контингент работающих на площадке был, в основном, молодой. Спорт был в почете. На зиму заливался каток для хоккея и коньков, летом от морозов до морозов на спортплощадках

играли в футбол и волейбол. В спортзале занимались тяжелой атлетикой, гимнастикой, настольным теннисом. В кинозале по вечерам два раза в неделю показывали бесплатно кинофильмы, правда, большей частью старые. В столовой кормили хорошо.

На объекте всю осень и зиму 1974–75 года шла подготовка к проведению энергетического пуска реактора ИВГ. В лабораториях готовилась программно-методическая документация, аппаратура для проведения измерений параметров реактора, стендовых систем, радиационных полей. В службах на стендовых системах шла наладка оборудования, проверки на функционирование и надежность. На отдельном газодинамическом стенде проводились продувки азотом технологических каналов, которые являлись тепловыделяющими сборками реактора, с целью измерения газодинамических характеристик и настройки каналов на заданный расход рабочего тела – водорода.

Набор технологических каналов, устанавливаемых в отверстия замедлителя реактора, составлял вместе с замедлителем его активную зону. Через технологические каналы продувался водород, снимающий тепло, выделяющееся в топливных элементах при работе реактора, и нагревающийся при этом до заданной температуры. При контрольных холод-



ных продувках технологических каналов для безопасности и простоты использовался азот вместо водорода, а по измерениям параметров продувок (давлений и температур) рассчитывались газодинамические характеристики технологического канала. По изменению этих характеристик во время пуска можно судить о состоянии топливных элементов – их разрушению, радиационному распуханию, спеканию, сплавлению и т.д. – в ходе испытаний.

Больше всего беспокойства вызывала система измерения параметров реактора и стендовых систем, содержащая около 700 датчиков давления, температуры, и приборы преобразования и регистрации сигналов датчиков. Измерительная аппаратура хоть и была современной для 60–70-х годов, но надежность, точность и степень ее миниатюризации не устраивали. Шкафы усилителей, преобразователей, регистраторов сигналов, кабельных трасс занимали не меньше половины всех помещений стендового комплекса. Количество отказов измерительных каналов составляло до 10% за пуск. Точность сильно зависела от таких факторов как температура в помещениях приборов, периодичность подстройки, сопротивление кабелей и т.д. В службе измерений работало много обслуживающего персонала. Часть работников занималась первичной обработкой фотоосциллограмм регистраторов измерительных сигналов, их проявлением, нанесением поясняющих надписей, составлением тарифовочных таблиц и графиков, снятием показаний с осциллограмм. При этом субъективный фактор вносил до 50% погрешности в результаты измерений и часто служил причиной недоразумений и споров.

Для совместной проверки стендовых систем и тренировок персонала проводились холодные, без вывода реактора на мощность, пуски на азоте или на водороде, когда все системы стенда работали в режиме циклограммы предстоящего пуска. В ходе холодных пусков имитировались отказы в стендовых системах или отклонения параметров реактора, проверялось срабатывание аварийной защиты или действия операторов. По результатам измерений расходов водорода и давлений на входе и выходе узлов реактора на холодных пусках проводились расчеты нейтронно-физических параметров и температур в реакторе, таких как степень перегрева топливных элементов, время срабатывания аварийной защиты, аварийного расхолаживания. Как правило, анализ результатов велся в 242-й лаборатории с участием членов пусковой комиссии. Часто разгорались жаркие дискуссии по режимам работы стендовых систем и дополнительным мероприятиям по ядерной безопасности, по тепловой защите реактора. Работа была творческая и интересная. Мы, молодые, многому учились у старших товарищей и сами были на подхвате, подчас заменяя ведущих специалистов в подготовительных и пусковых сменах.

В процессе совместной работы возникали компании по симпатиям и интересам между сотрудниками и семьями. Мы компаниями совместно отмечали традиционные советские праздники – День Октябрьской революции с обязательной демонстрацией на центральной городской площади, День конституции, Новый год, 23 Февраля, 8 Марта, 1 Мая. Как правило, празднование проходило в веселых застольях. Нашими хорошими знакомыми в этот период были Острянская Татьяна, Коркин В., Клесовы, Севрюгины, все молодые специалисты

и инженеры объекта ИВГ, недавние выпускники ТПИ. Они с большой теплотой рассказывали о Томске, о Сибири, выходами откуда были почти все.

Зима 1974–75 года была мягкой и снежной. По выходным многие горожане выходили кататься на лыжах в пойму Иртыша и на крутой его берег.

Ближе к весне темп работ на объекте нарастал, иногда даже проводились работы в выходные дни. 5 марта был проведен энергетический пуск реактора ИВГ. На площадке во время пуска были приняты беспрецедентные меры по радиационной безопасности и режиму работы. Весь незадействованный в пуске персонал объекта, а именно монтажники, строители, обслуживающий персонал гостиниц, вспомогательных служб, других организаций, был загодя вывезен на «Берег» и гулял три дня. На пуск приехало много представителей из министерств, смежных предприятий, в основном Минсредмашевских. Пуск прошел успешно. Не произошло никаких неожиданных явлений. Радиационная обстановка в помещениях и на окружающей территории площадки в ходе пуска и после была в пределах ожидаемой. Радиоактивное облако выхлопа водорода поднялось в атмосферу и перемещалось по ветру в сторону пустынных районов, постепенно рассеиваясь, метеословия для пуска специально выжидались.

Через день, после того как было получено «добро» от радиационной службы, персонал привезли на площадку, и кипела работа по обработке данных измерений и анализу результатов. Расшифровывались сотни метров осциллограмм с записью параметров реактора, составлялись экспресс-отчеты, обрабатывались кино- и фото-документы. Среди начальников и представителей царил радостное настроение, составлялись планы проведения в ближайшие полгода серий испытаний на рабочих режимах тепловыделяющих сборок реактора ядерного ракетного двигателя. Одним из представителей на пуске был Исаев Петр Алексеевич, начальник отдела Института им. Доллежалая, являющегося проектной организацией реактора ИВГ. Он был сыном знаменитого Главного конструктора ракетных двигателей Исаева А.И. Петр Алексеевич большую часть времени проводил в нашей 242-й лаборатории, сам занимался расшифровкой осциллограмм, много рассказывал о своем отце, о взаимоотношениях его с Главным конструктором Королевым С.П. и даже с Генеральным секретарем ЦК КПСС Брежневым Л.И.

Незаметно за работой на полигоне подкралась весна 1975 года. Надо сказать, что весна в этих краях длится примерно две недели в апреле. В начале месяца еще стоят зимние морозы, хотя снега нет уже в марте, а иные зимы бывают вообще бесснежными, дуют холодные ветра, а к концу апреля распускаются тополя, и на первомайскую демонстрацию народ выходит уже в летней одежде. Правда не исключается, что на следующий день может быть мороз или ветер со снегом.

Отгуляв майские праздники, мы с женой поехали в долгожданный отпуск на Украину за дочкой, которой уже было 2 года. Отпуск пролетел незаметно, в июне по приезду на «Берег» удалось устроить Наташу в детские ясли «Тополек». Жена моя стала работать в управлении экспедиции 20 инженером в группе техдокументации, где занималась оформлением техпаспортов на сооружения стендового комплекса. Я по-прежнему



работал в 242-й лаборатории Объединенной экспедиции вместе с моими товарищами по методической группе экспедиции 20 Фисенко и Игнашевым, стажирясь на организационной работе по подготовке и проведению реакторных пусков. Все

остальные работники экспедиции 20 после проведения энергопуска реактора ИВГ вернулись к курированию строительных и монтажных работ на 2-м рабочем месте.



Летом в экспедицию приехал заместитель начальника лаборатории 3 НИИ тепловых процессов Костылев и привез решение о выделении пускового минимума работ на 2-м рабочем месте стендового комплекса. Предполагалось ввести в строй минимально необходимое количество систем и сооружений для начала испытаний реактора ЯРД модели 11Б91. Топливные элементы, теплоизоляционные пакеты, фрагменты замедлителя и отражателя этого реактора ядерного ракетного двигателя отработывались в реакторе РВД. На ресурс и предельную нагрузку элементы активной зоны реактора ЯРД должны были отработываться в реакторе ИВГ. Пусковой же минимум больше преследовал демонстрационные цели, подтверждение работоспособности и управляемости изготовленного на заводе КБ химавтоматики реактора ЯРД, выбранных конструктивных решений.

Нас, работников научно-методического сектора привлекали к разработке программы испытаний пускового минимума, включавшего проведение трех пусков на уровне мощности реактора 30% от проектной при выходе на проектные параметры по температуре активной зоны. Головной организацией по проведению испытаний назначалась Объединенная экспедиция. Экспедиции 20 предписывалось закончить монтаж и наладку пускового минимума систем 2-го рабочего места и подключиться к испытаниям, передав материальную часть и персонал 2-го рабочего места в службы объекта ИВГ Объединенной экспедиции. Руководителем программы пускового минимума назначался Костылев А.М.

Экспедиция 20 усиливалась кадрами из НИИ тепловых процессов, КБ химавтоматики, Физико-энергетического института. Приехавшие со стажировки из ФЭИ мои знакомые друзья-физики Портяной, Шапша, и представители института Овечкин, Матков, Полионов, занялись подготовкой к физическому пуску реактора ЯРД модели 11Б91 на 2-м рабочем месте, готовили документацию, аппаратуру для нейтронно-физических измерений. Из КБ химавтоматики приехали конструкторы и технологи реактора Мамаев, Белогуров, Мамонтов, Юдин, Трофименко, Славнов для подготовки оснастки и оборудования для сборки реактора на рабочем месте, оснащения его датчиками, транспортно-технологических операций с ним. Из НИИ тепловых процессов приезжали, в основном, специалисты из отдела 1 лаборатории 3, ветераны испытатели, механики, измерители. Приехали с семьями, надеясь работать здесь долго, Лебедев Ю.А., Антипин Н.Н., братья Никитины, Чубаров А., Еремкин В., Вербицкая Н.Е., Исаченкова Е.М. Перебазировались на полигон и члены московской бригады экспедиции 20 Демянко, Федотов, Лаппо, Порываев, Лазарев, Сачков, Акопов, Ильин, Козулин, и др.

На реакторе ИВГ шла интенсивная подготовка и проведение исследовательских пусков, в которых на рабочих режимах испытывались тепловыделяющие сборки ЯРД модели 11Б91. Фисенко, Игнашев, я и влившийся в нашу группу осенью 1975 года Осипов Г., работая в 242-й лаборатории Объединенной экспедиции, принимали в этих работах непосредственное участие, работая в пусковых и подготовительных сменах, одновременно занимаясь составлением программы пускового минимума на 2-м рабочем месте. Работая на две организации, мы иногда испытывали определенное психологическое давле-

ние. В дальнейшем это привело к тому, что в 1976 году Фисенко, а в 1977 году Игнашев перевелись на работу в Объединенную экспедицию, надеясь на лучшую служебную карьеру там. Мне тоже больше импонировал психологический климат и работа в 242-й лаборатории Объединенной экспедиции.

Экспедиция 20 Минобщемаша и Объединенная экспедиция Минсредмаша, созданные для решения одной государственной задачи по испытанию ядерных ракетных двигателей, базировались на одной площадке полигона, но использовали различный методический подход к решению технических задач, обусловленный традициями своих ведомств, по-разному снабжались и финансировались. Видимо такая структура из двух экспедиций 2-х заинтересованных министерств, решающих одну общую задачу, была создана по аналогии с США, где так же разработка ЯРД велась параллельно двумя ведомствами, Комиссией по атомной энергии, аналог нашего Минсредмаша, и Национальным агентством по космическим полетам, аналог нашего Минобщемаша.

Судя по публикациям, ведущую роль в создании и испытаниях ядерных двигателей в США играла Комиссия по атомной энергии. Она разрабатывала реакторы, отработывала их элементы на своих атомных стендах в Неваде и готовые, отработанные реакторы, как узлы двигателей, передавала в Американское космическое агентство. Агентство проводило испытания уже по ракетной технологии. Видимо, такая последовательность отработки ядерного ракетного двигателя планировалась и у нас, просто в середине 70-х годов реакторные узлы двигателя в Минсредмаше еще только начали испытывать, и двигателям из Минобщемаша на площадке 10 полигона еще не было работы, а задел по стенду и двигателю уже был.

Мы, работники низшего и среднего звена обеих экспедиций, всегда находили общий язык и даже извлекали выгоды из ведомственного размежевания. Так между экспедициями происходил обмен кадрами, материалами, информацией. Например, в нашей экспедиции 20 не было недостатка в нержавеющей стали, а в Объединенной экспедиции она была в дефиците. Зато в Объединенной экспедиции было отлично налаженное хозяйство приборов, материалов по радиационной защите и дозиметрическому контролю, а в экспедиции 20 этому вопросу поначалу не придавали особого внимания...



Атом во имя прогресса!

# ЧЕЛОВЕК. ЭНЕРГИЯ. АТОМ

Научно-публицистический журнал

**Собственник:**

РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан»

**Адрес редакции:**

071100, Республика Казахстан, г. Курчатов, ул. Бейбіт атом, 2Б

Тел.: +7 722 51 3 33 33, факс: +7 722 51 3 38 58

E-mail: [energy\\_atom@mail.ru](mailto:energy_atom@mail.ru);

[nnc@nnc.kz](mailto:nnc@nnc.kz)

web-сайт: [www.nnc.kzz](http://www.nnc.kzz)

**Главный редактор:**

Эрлан Батырбеков

**Заместитель**

**Главного редактора:**

Владимир Витюк

**Медиа-консалтинг:**

Наталья Утенкова,

Игорь Перепелкин

**Фотограф:**

Анна Мешина

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры и информации РК.  
Свидетельство № 8764 от 12.11.2007 г.

Мнение авторов не обязательно совпадает с мнением редакции.  
Любое воспроизведение материалов или их частичное использование  
возможны с согласия редакции.

Выходит 1 раз в полугодие.

Тираж 1000 экз.





