



Атом во имя прогресса!

# ЧЕЛОВЕК. ЭНЕРГИЯ. АТОМ

Научно-публицистический журнал №1 (35) 2021



- 30 ЛЕТ ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ СИП
- МАСШТАБНЫЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
- ПРИВЕДЕНИЕ В БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ»



**30 лет назад, 29 августа 1991 года, ровно через 42 года после испытания первого атомного заряда, Первым Президентом Республики Казахстан – Елбасы Н.А. Назарбаевым был подписан Указ о закрытии Семипалатинского испытательного полигона. После закрытия был взят однозначный курс – использовать потенциал бывшего Семипалатинского испытательного полигона в мирных целях.**

Подробности на стр. 12–29

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Казахстан в сфере глобальной безопасности</i> .....	5
<b>ПОЛИГОН</b>	
<i>30 лет после закрытия Семипалатинского испытательного полигона</i> .....	12
<i>СИП в фотографиях</i> .....	14
<i>Масштабные радиоэкологические исследования</i> .....	22
<b>СОТРУДНИЧЕСТВО</b>	
<i>Приведение в безопасное состояние испытательной площадки «Опытное поле»</i> .....	32
<b>ХРОНИКА</b> .....	48
<b>СВЯЗЬ ВРЕМЕН</b>	
<i>Формула «Пять минус один»</i> .....	60
<b>ЗОЛОТЫЕ КАДРЫ</b>	
<i>Все началось в 80-е</i> .....	72
<b>ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ</b>	
<i>Вклад в процесс установления всеобщего запрета на ядерные испытания</i> .....	78



# Казахстан в сфере безопасности

# ТОП-30 ГЛОБАЛЬНЫХ ИНИЦИАТИВ КАЗАХСТАНА: ВКЛАД В МЕЖДУНАРОДНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

Казахстан достиг значительных успехов в своем развитии за годы своей независимости. Благодаря своей миротворческой деятельности и глобальным инициативам по укреплению региональной безопасности, страна обрела значимый политический вес и международный престиж. Strategy2050.kz предлагает подборку глобальных инициатив, которые внесли вклад в безопасность в мире за 30 лет Независимости страны.

**1.** В августе 2021 года исполнится 30 лет, как закрылся Семипалатинский ядерный полигон. Первый Президент РК – Елбасы принял решение о добровольном отказе от ядерного оружия. Казахстан обладал мощным ядерным наследием. Этим решением Елбасы закрыл четвертый по мощности в мире ядерный комплекс – полигоны, средства доставки, комплексы по разработке. С тех пор Казахстан последовательно продвигает идеи уничтожения и нераспространения ядерного оружия в мире.



**2.** Первый Президент принимал участие во многих международных саммитах по ядерному вопросу. В 2016 году Нурсултан Назарбаев написал Манифест «Мир. XXI Век» ко всем народам и лидерам мира, которое получило всемирное признание. Суть Манифеста заключается в том, что к ядерному разоружению всем странам нужно идти сообща и к 2045 году (столетие ООН) мир полностью отказался от ядерного оружия. Манифест стал официальным документом ООН. Это высокое признание мировым сообществом усилий и личного вклада Нурсултана Назарбаева в укрепление глобальной безопасности.



**3.** Казахстан стал одним из главных инициаторов и проводников (наряду с другими странами ЦА) создания зоны, свободной от ядерного оружия. В 2006 году соответствующий договор был подписан в Семипалатинске.

**4.** Роль страны в нераспространении также возросла с созданием Банка низкообогащенного урана (БНОУ) под эгидой МАГАТЭ, призванного облегчить доступ к мирной ядерной энергии и предотвратить разработку странами собственных программ по обогащению.



” Мир в XXI веке стоит того, чтобы за него бороться также осмысленно и упорно, как это делали люди в предыдущем столетии. Мы должны подумать о будущем наших детей и внуков. Надо объединить усилия правительств, политиков, ученых, бизнесменов, деятелей искусства и миллионов людей всего мира, чтобы не допустить повторения трагических ошибок прошлых веков и навсегда избавить мир от угрозы войны. Бездействие или имитация миротворческой деятельности чреваты всемирной катастрофой.

Н.А. Назарбаев,  
«Мир. XXI Век»

**5.** В девяностых годах, во время гражданского конфликта в Таджикистане, казахстанский батальон был на афганской границе, где нес службу вместе с миссиями других стран СНГ.

**6.** В 2014 году Казахстан принял закон «О миротворческой деятельности». С тех пор Казахстан принимал участие в ряде миротворческих миссий.

**7.** Более 15 лет назад в Казахстанской армии появилось первое и единственное на сегодняшний день в Средней Азии миротворческое подразделение Казбат – Казахстанский миротворческий батальон. С тех пор его воины выполняют в различных странах мира спецмиссии ООН, направленные на поддержание стабильности и безопасности в регионах.

**8.** В 2000-х годах Казбат участвовал в миротворческих операциях Международных сил коалиции в Ираке. Здесь казахстанцы занимались разминированием и обезвредили свыше четырех миллионов мин. Во всех случаях Казахстан

показал сразу несколько положительных аспектов: нашу добрую волю, ответственность и надежность как партнера. Кроме того, хороший опыт получили и наши военные.

**9.** В 2015-м году Казбат выступал в качестве военных наблюдателей в ряде стран Восточной Африки.

**10.** В 2017–18 годах Казахстан председательствовал в Совете безопасности ООН, и на этой площадке миротворческие инициативы были одними из ключевых повестки дня нашей страны. Эта победа стала ярким проявлением растущего международного авторитета молодой республики. Сделав выбор в пользу Казахстана, члены ООН выразили поддержку

глобальным инициативам Главы государства Назарбаева, в особенности в области антиядерного разоружения, противодействия международному терроризму, а также обеспечения мира и безопасности, нашедших свое отражение в Манифесте «Мир. XXI век».

**11.** Осенью 2018 года Казахстан принимал участие в миротворческой миссии с мандатом ООН. Наши военные выполняли задачи в составе временных сил ООН в Ливане в составе большого индийского батальона.

**12.** Первый Президент РК заявил о готовности предоставить Астанинскую площадку для проведения переговоров о прекращении боевых действий между противоборствующими сторонами в Сирии. С января по октябрь 2017 года в Астане состоялись семь международных встреч по сирийскому урегулированию. Таким образом, Казахстан стал играть значимую роль в содействии мирным переговорам, в том числе на Ближнем Востоке, проводя Астанинский процесс по урегулированию гражданского конфликта в Сирии. Всего было проведено более 12 встреч до 2019 года. (Вооруженный конфликт в Сирии продолжался с 2011 года).





**13.** В 2019 году прошла операция по вывозу казахстанцев из зоны конфликта в Сирии.

**14.** Инициатива по созданию Евразийского экономического союза была лейтмотивом московского выступления Первого Президента в 1994 году.

**15.** В мае 2014 года в Астане был подписан договор о создании ЕАЭС. С 1 января 2015 интеграционное объединение ЕАЭС успешно функционирует.

**16.** G-Global. В декабре 2011 года, указав на неэффективность формата G-20 и G-8, Первый Президент РК Назарбаев предложил создать новую коммуникативную площадку – G-Global. Эту инициативу он озвучил на торжественном собрании, посвященном 20-летию Независимости Казахстана. Площадка G-Global, по мнению Елбасы, должна была обеспечить справедливость принятия глобальных решений. Кроме того, Первый Президент высказал мнение, что мировая политика должна выработать новые глобальные принципы.

**17.** В рамках АЭФ в 2014 году была организована выставка Global Risk Expo. Это международное событие формата B2G (Business to Government), которое было призвано интегрировать сотрудничество исполнительной власти и международных и отечественных бизнес - структур для формирования решений и рекомендаций международного масштаба. Основным мероприятием Global Risk Expo стала конференция «One World For Life», возглавляемая Кертом Уэлдоном (конгрессмен США, 1987–2007 годы) и Томасом Селлуччи, советником Белого Дома по технологиям (2007–2001). В ходе конференции были рассмотрены глобальные инициативы в области управления и ликвидации последствий катастроф, а также взаимодействие государств в сфере раннего обнаружения, оценки и предотвращения природных катаклизмов и техногенных катастроф.

**18.** Съезд лидеров мировых и традиционных религий. Первый съезд лидеров мировых и традиционных религий состоялся в сентябре 2003 года в Астане по инициативе Президента Назарбаева. Съезд лидеров мировых и традиционных религий стал своего рода визитной карточкой Казахстана. Благодаря этой инициативе Елбасы, съезд внес и продолжает вносить большой вклад в дело укрепления толерантности и

взаимопонимания между представителями различных вероисповеданий, культур и цивилизаций.

**19.** В Штаб-квартире ЮНЕСКО состоялась первая международная конференция с участием экспертов, ученых и представителей ряда специализированных учреждений ООН, посвященная реализации Плана действий, объявленного в 2012 году Генеральной Ассамблеей ООН Международного десятилетия сближения культур (2013–2022 гг.) – МДСК. Руководство ЮНЕСКО отметило особую роль и поддержку Казахстана в продвижении этой глобальной инициативы, официальная инаугурация которой состоялась в августе 2013 года в Астане с участием Генерального директора ЮНЕСКО Ирины Боковой и Высокого представителя Генерального секретаря ООН по Альянсу Цивилизаций. Впервые проведенное вне стен штаб-квартиры Организации совещание Национальных комиссий по делам ЮНЕСКО (июль 2014 года, Астана) с участием представителей 110 стран мира способствовали ее широкой презентации.



**20.** Совещание по мерам доверия в Азии (СВМДА). Идея созыва СВМДА была озвучена Президентом РК на 47-й сессии Генассамблеи ООН в 1992 году. Первый саммит прошел через десять лет – в 2002 году в Алматы. Площадка СВМДА стала новым форматом сотрудничества в сфере безопасности на азиатском континенте, поскольку в условиях новых вызовов и рисков данная организация позволила обеспечить эффективный механизм превентивной дипломатии, коллективного поиска решений по укреплению региональной безопасности.

**21.** Астанинский саммит Организации по безопасности и сотрудничеству в Европе (ОБСЕ). Саммит ОБСЕ состоялся в Астане в декабре 2010 года. Во встрече приняли участие 30 глав государства и правительств. По итогам была принята Астанинская декларация, в которой были подтверждены нормы, принципы и обязательства, лежащие в основе этой организации. Казахстан стал первой страной СНГ и Центральной Азии, которая возглавила Организацию по безопасности и сотрудничеству в Европе. Председательствование нашей



страны в ОБСЕ стало признанием мировым сообществом его авторитета и значительных достижений.

**22.** В январе 2018 года Казахстан стал председателем Совета Безопасности ООН. Отметим, после телефонного разговора между Трампом и Назарбаевым в сентябре Белый дом объявил о том, что «Президент Трамп выразил признательность Казахстану за региональное и глобальное лидерство, включая его предстоящее председательство в Совете Безопасности ООН в январе, и поздравил Президента Назарбаева с проведением выставки «Астана ЭКСПО-2017», еще раз подчеркнув, что администрация придает отношениям с Казахстаном большое значение. Соединенным Штатам и альянсу НАТО было бы полезно укреплять дружбу с таким важным игроком в этой нестабильной части мира. Сразу после последовало подписание нового пятилетнего двустороннего плана сотрудничества между оборонными ведомствами США и Казахстана.

**23.** Неудивительно, что Казахстан стал ключевой частью инициативы «Один пояс, один путь». Страна занимает 9-е место в мире по величине и находится в самом сердце евразийского континента. И когда дело касается торговли и перевозки, практически невозможно избежать метафоры, которая широко используется, как репортерами, так и чиновниками, о том, что Казахстан – это «пряжка» данной инициативы.

**24.** Казахстан стал первой страной на постсоветском пространстве, где начала реализовываться идея «зеленой экономики». Более тринадцати лет назад 25 сентября 2007 года Нурсултан Назарбаев на 62-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН предложил разработать глобальную энергоэкологическую стратегию.

самблеи ООН предложил разработать глобальную энергоэкологическую стратегию.

**25.** В 2009 году Нурсултан Назарбаев подписал Закон «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата», «зеленой» экономике, открытого для участия всех сторон.

**26.** Продолжая выбранный курс, в 2011 году на сессии ООН Нурсултан Назарбаев выдвинул программу партнерства «Зеленый мост», призванную усилить «зеленый» экономический рост в регионе, которая в 2012 году была одобрена на Всемирном саммите ООН по устойчивому развитию «Рио+20» в качестве межрегионального механизма, открытого для всех сторон. Комплексный подход программы партнерства «Зеленый мост» (ППЗМ), к решению проблем глобальной экологии предполагает активное взаимодействие стран в проведении политики энергоэффективности и ресурсосбережения, альтернативной энергетики, интеграцию в сфере научных исследований и др.

**27.** В 2013 году Первый Президент утвердил Концепцию по переходу страны к «зеленой экономике», которая заложила основы для глубоких системных преобразований по переходу к экономике новой формации посредством повышения качества жизни населения при минимизации нагрузки на окружающую среду и деградации природных ресурсов. Отметим, по сути «зеленая экономика» – это способ решения глобальных экологических проблем на взаимовыгодной и самокупаемой основе, где производство должно оцениваться с точки зрения эколого-экономической эффективности, то есть с учетом его влияния на окружающую среду, а также коммерческой выгоды как для разработчиков, так и для самих промышленных компаний.

**28.** Прорывная идея Лидера нации по созданию Международного Центра «зеленых» технологий и инвестиционных проектов, озвученная в 2015 году на 70-ой сессии Генеральной Ассамблеи ООН в Нью-Йорке, стала реальным инструментом продвижения «зеленой экономики» не только в регионе Центральной Азии, но и в мире.

**29.** 20 июля 2016 года, было подписано Парижское соглашение и ратифицировано Парламентом Республики Казахстан. Парижское соглашение определило «дорожную карту»





мер, которые позволят сократить выбросы и укрепить устойчивость к изменению климата.

**30.** Первый Президент РК сыграл решающую роль в становлении и развитии сектора ВИЭ в Казахстане и признания страны как достойного игрока ВИЭ на международной арене. Так, 04 июля 2009 года Нурсултаном Назарбаевым был утвержден и подписан Закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В марте 2013 года Елбасы подписал Закон Республики Казахстан «О ратификации устава международного агентства по возобновляемой энергии (ИРЕНА)», что позволило Казахстану получить статус полноправного члена агентства и международное признание среди стран-участников, заинтересованных в достижении увеличения доли ВИЭ в мире.

Следует отметить, что за годы независимости Казахстан укрепил позиции на международной арене. Наше государство реализует многовекторную, прагматичную и проактивную внешнюю политику, вносит весомый вклад в формирование и реализацию глобальной и региональной повестки дня в области безопасности, сотрудничества и развития. Свидетель-



ством высокого международного авторитета Казахстана за последние годы стало председательство в ОБСЕ, ЕврАзЭС, ШОС, ОИС, ОДКБ и Тюркском совете.

<https://strategy2050.kz/ru/news/top-30-globalnykh-initsiativ-kazakhstana-vklad-v-mezhdunarodnuyu-bezopasnost/>



The background is a light green gradient with several thick, flowing, curved lines in shades of green and yellow. There are several translucent, 3D-rendered spheres of varying sizes scattered across the scene, some appearing to be part of a larger structure or orbiting. The overall aesthetic is clean, modern, and organic.

**ПОЛИГОН**

# 30 ЛЕТ ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА



**30 лет назад «замолчал» Семипалатинский испытательный ядерный полигон. 29 августа 1991 года, ровно через 42 года после испытания первого атомного заряда, был подписан Указ о закрытии полигона. Это событие стало одним из первых политических решений Нурсултана Абишевича Назарбаева – Первого Президента Республики Казахстан, Лидера Нации, повлиявшее на ход мировой истории, ставшее ярким примером демонстрации политической воли, основанной на устремлении всего казахстанского народа к миру без ядерного оружия.**

В наследие от прошлой эпохи Казахстану достался полигон со всей сложнейшей, огромной инфраструктурой. Что делать с этим непростым наследством? Руководство страны решило этот вопрос именно в русле своих миролюбивых инициатив. Был взят однозначный курс – использовать потенциал бывшего Семипалатинского испытательного полигона в мирных целях.

С этого момента началась широкомасштабная деятельность по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия, конверсия бывшего военно-промышленного комплекса СИП на мирные цели. Решение этих задач было возложено на созданный в 1992 году Национальный ядерный центр РК.

После прекращения ядерных испытаний на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне остались объекты, содержащие «чувствительную» информацию о технологии проведения ядерных испытаний. К таким объектам относились контейнеры «Колба», отдельные штольни горного массива Дегелен и площадки, содержащие диспергированные отходы ядерной деятельности, а также специальное технологическое оборудование для испытаний. Ведение на территории полигона хозяйственной деятельности, в том числе и несанкционированной, существенно повышало вероятность доступа к «чувствительной» информации и могло привести к нарушениям в области соблюдения положений Договора о нераспространении ядерного оружия.

В целях снижения рисков распространения на Семипалатинском испытательном полигоне были выполнены уникальные инженерные работы по ликвидации инфраструктуры проведения ядерных испытаний. В результате ликвидирована инфраструктура проведения подземных ядерных испытаний на территории бывшего СИП. 181 штольня горного массива Дегелен и 13 неиспользованных испытательных скважин площадки Балапан приведены в состояние, не позволяющее применять их для испытания ядерного оружия. Проекты выполнялись в рамках Исполнительного соглашения между РК и США относительно ликвидации инфраструктуры оружия массового поражения от 3 октября 1995 года.

Начиная с 2000 года, работы продолжились на трехсторонней основе (РК – РФ – США). В результате работ на объектах и площадках бывшего полигона были созданы надежные защитные барьеры, исключая несанкционированный доступ к отходам ядерной деятельности и информации, «чувствительной» по критериям нераспространения.

Весь комплекс работ, связанный с поддержанием режима нераспространения на территории бывшего СИП, имеет большое социально-экономическое значение и позволяет перейти к полномасштабной реабилитации территории и поэтапной передаче земель для нужд экономики.

Сегодня мы с удовлетворением отмечаем, что благодаря широкомасштабной деятельности по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия, конверсии бывшего военно-промышленного комплекса СИП на мирные цели, территория бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона полностью очищена от последствий ядерной деятельности инфраструктуры военно-промышленного комплекса СССР и приведена в безопасное состояние.

Наряду с решением вопросов нераспространения началась работа по радиозоологическому исследованию территории СИП, проводились исследования в поддержку развития атомной энергетики.

В области атомной энергетики достигнуты уникальные результаты. Исследовательские реакторы и экспериментальные стенды и установки удалось не только сохранить, но и сделать их современным исследовательским комплексом, который позволяет проводить передовые научные исследования в области прикладной ядерной физики, ядерных и радиационных технологий, физики преобразования ядерной энергии, реакторного материаловедения и радиационной физики.

С целью установления радиационной ситуации на территориях, подвергшихся воздействию ядерных испытаний, было принято решение о проведении самых масштабных в истории Казахстана работ по обследованию СИП, а именно, комплексному экологическому обследованию полигона. На огромной территории полигона, а также в близлежащих районах, подвергшихся воздействию ядерных испытаний, впервые был выполнен широкий спектр гамма-спектрометрических, дозиметрических, радиохимических и других исследований. В результате получена полная информация о текущей радиозоологической ситуации и комплекс данных, необходимых для прогнозирования ее развития с учетом всех возможных факторов, определяющих возможность переноса радионуклидов в воздушной и водной средах, а также их перераспределения между отдельными компонентами экосистемы, включая растительный и животный мир.

Сегодня результаты этой масштабной работы на СИП, полученная детальная информация, понимание текущих проблем и перспектив СИП позволяет нам ставить перед собой новые задачи, нацеленные на дальнейшее улучшение ядерной и радиационной безопасности полигона и прилегающих к нему территорий.

*Эрлан Батырбеков,  
Генеральный директор  
Национального ядерного центра РК,  
д. ф.-м. н., профессор*

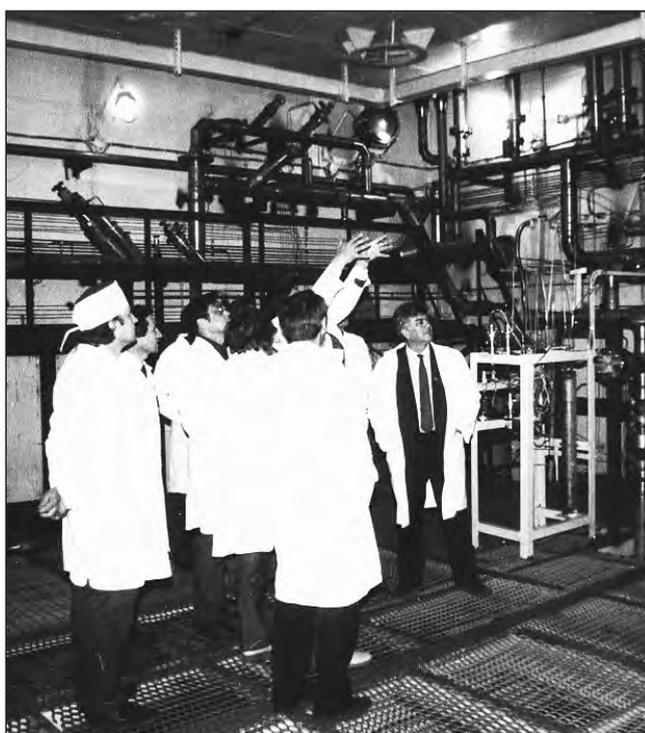


## Создание Национального ядерного центра Республики Казахстан



15 мая 1992 года в соответствии с Указом Президента РК за № 779 «О Национальном ядерном центре и Агентстве по атомной энергии Республики Казахстан» на базе комплекса бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона и соответствующих научных организаций и объектов, расположенных на территории Республики Казахстан, создано республиканское государственное предприятие «Национальный ядерный центр Республики Казахстан».





## Широкомасштабная деятельность по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия



Совместно с организациями США и России ликвидирована инфраструктура проведения подземных ядерных испытаний на территории бывшего СИП.

Закрты 181 штольня горного массива Дегелен, 13 неиспользованных испытательных скважин площадки Балапан приведены в состояние, не позволяющее применять их для испытания ядерного оружия.

Созданы надежные защитные барьеры, исключающие несанкционированный доступ к отходам ядерной деятельности и информации, «чувствительной» по критериям нераспространения.





## Конверсия бывшего военно-промышленного комплекса на мирные цели



Сохранена научно-исследовательская база и значительно расширены экспериментальные возможности уникальных экспериментальных реакторных комплексов.

Созданы новые экспериментальные стенды и установки.

Получены уникальные научные результаты в области обоснования безопасности объектов атомной техники, преобразования ядерной энергии, реакторного и радиационного материаловедения и многих других областях.



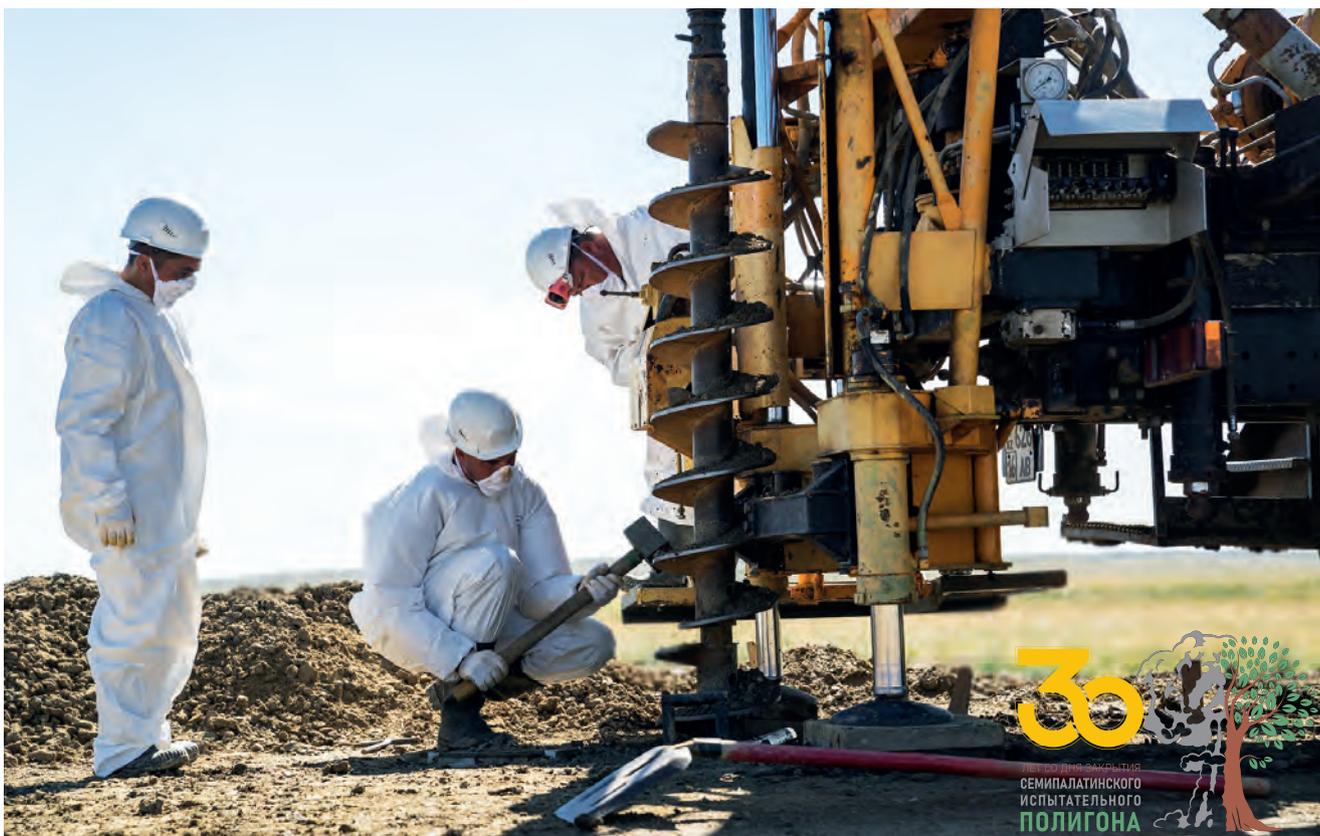


## Радиационная экология Семипалатинского испытательного полигона



Выполнен большой комплекс работ по исследованию радиационной обстановки бывшего СИП.  
Появилось четкое понимание масштаба, механизмов и характера радиоактивного загрязнения территории полигона.







## Масштабные радиоэкологические исследования

После закрытия СИП перед молодым государством встал ряд вопросов, на которые, в силу определенных обстоятельств, на тот момент не было ответов – что из себя представляет полигон, какую опасность он представляет для людей, каких масштабов достигает радиоактивное загрязнение полигона и многое другое.

Безусловно, к таким обстоятельствам относится то, что все испытания на полигоне проводились под грифом «совершенно секретно», соответственно, и результаты испытаний и последствия этих испытаний не предавались огласке. А после закрытия полигона, практически все материалы о деятельности на нем были вывезены.

Следовательно, изучение последствий ядерных испытаний на СИП надо было начинать с чистого листа.

## Хронология экологического обследования территории

Огромная территория СИП представляет интерес с точки зрения ее хозяйственного использования. Согласно Постановлению Правительства РК от 16 июня 1997 года № 976, передача в собственность и землепользование участков территории СИП возможна только после завершения всех мероприятий по ликвидации последствий испытания ядерного оружия и комплексного экологического обследования. Поэтому с 1998 по 1999 годы были начаты первые работы по дифференциации территории СИП с точки зрения ее хозяйственного использования. В результате были собраны и обобщены материалы о проведенных радиологических исследованиях на территории СИП, созданы первые электронные карты, показывающие места расположения основных источников радиоактивного загрязнения, места вероятного расположения сельскохозяйственных угодий.

Обеспечение радиационной безопасности при проведении санкционированной хозяйственной деятельности на территории СИП, разработка научно-технической и методической базы, регламентирующей безопасность проведения хозяйственных работ и исследований на территории СИП, а также организация мониторинга хозяйственной деятельности на постоянной основе были начаты специалистами Национального ядерного центра в 2004 году.

Однако, к 2007 году стало ясно, что обследование отдельных участков СИП, пусть и наиболее загрязненных, не дает полной картины радиационной обстановки на полигоне. Отсутствовала информация о ситуации на территориях, на которых формально не проводились ядерные испытания, но которые подверглись загрязнению радиоактивными выпадениями. Возникли вопросы можно ли использовать земли СИП в хозяйственных нуждах, какую часть из них?

Поэтому уже с 2008 года для определения радиационного состояния окружающей среды территории СИП были начаты масштабные работы по комплексному экологическому обследованию.

### К вопросу методологии проведения обследования

Основной целью комплексного экологического обследования СИП являлось определение степени радиационной опасности, которую он представляет для человека в настоящее время.

Очевидно, что большое количество ядерных испытаний оказало негативное влияние на окружающую среду. В большинстве случаев ранние исследования выполнялись на технических площадках СИП, непосредственно на которых проводились ядерные испытания. Территории, расположенные между испытательными площадками СИП, оставались, в основном, вне поля зрения исследователей. Закономерно задать несколько вопросов – вся ли территория СИП под-

верглась радиоактивному загрязнению, какие радионуклиды сформировали загрязнение, какие максимальные уровни радиоактивности имеются на полигоне, где эти участки, и, в конечном счете, насколько опасно нахождение в той или иной части полигона для человека?

Для того, чтобы ответить на эти вопросы необходимо обследовать полигон полностью, практически каждый уголок. Но как это осуществить на практике? Детальной информации о методах и объемах обследований военных ядерных полигонов в открытом доступе не было.

Специалистами Национального ядерного центра РК было принято решение при разработке методологии комплексного экологического обследования СИП основываться на оценке степени радиационной опасности полигона для человека. Для этого наиболее рациональным является получение данных о дозах облучения, которые гипотетически может получить человек, проживая на полигоне. Фактически данные о содержании радионуклидов, образовавшихся во время проведения ядерных испытаний в почве, воде, воздухе, могут лишь говорить о степени загрязнения окружающей среды. При этом, необходимо понимать, что все радионуклиды, находящиеся в тех или иных объектах окружающей среды, являются источниками ионизирующего излучения, которые могут формировать дозу облучения человека.

Исходя из этого, дозы облучения человека являются ключевым фактором при определении радиационной опасности полигона.

Технически осуществить комплексное экологическое обследование сразу всей территории СИП, учитывая его размеры, достаточно сложная задача. Поэтому территория полигона обследовалась частями. Для этого она была разделена на тринадцать частей, и каждая часть обследовалась по одной и той же схеме в течение двух лет – в первый год проводилось предварительное обследование, во второй год – уточняющее.

Наиболее значимыми радионуклидами, образовавшимися во время ядерных испытаний на полигоне, с точки зрения радиационного загрязнения объектов окружающей среды и формирования внутреннего и внешнего облучения, в настоящее время следует считать:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , а также  $^3\text{H}$  в воде. Поэтому основное внимание при проведении обследования СИП было направлено на прецизионное определение данных радионуклидов.

Если представить методологию комплексного экологического обследования СИП, образно выражаясь, в двух словах, то получится следующее:

- 1) определение содержания радионуклидов в объектах окружающей среды (в почве, воздухе, воде и т.д.);
- 2) расчет доз облучения (по результатам выполнения пункта 1), которые может получить человек, находясь/проживая в той или иной точке полигона;
- 3) зонирование территории на «радиационно-опасную» и «безопасную» с точки зрения радиационного состояния зоны.

## Результаты исследований

### Почвенный покров

Почвенный покров стал основной природной экосистемой, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате проведения ядерных испытаний на полигоне.

Обследование радиационного состояния почвенного покрова выполнялось с целью выявления участков с повышенным содержанием техногенных радионуклидов в почвенном покрове и установления масштабов и границ радиоактивного загрязнения местности.

Радиоактивное загрязнение почвенного покрова оценивалось посредством анализа проб отобранных на полигоне. Конечно, применялись и другие методы, позволяющие без отбора образцов определять уровни радиоактивного загрязнения почвенного покрова, например, пешеходная гамма-спектрометрическая съемка, радиометрическая съемка в режиме «поиск» и другие, но все они применялись дозированно, для обследования небольших по размеру участков.



Радиационное состояние почвенного покрова оценивалось по содержанию в нем радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

При оценке радиационного состояния почвенного покрова определялось содержание радионуклидов в его верхнем слое, а также вертикальное распределение радионуклидов по глубине почвенного профиля.

Исследования верхнего слоя почвенного покрова показали, что в случае с  $^{90}\text{Sr}$ , также, как и с  $^{137}\text{Cs}$ , на полигоне (вне испытательных площадок) даже на следах радиоактивных выпадений от ядерных испытаний отсутствуют участки, на которых содержание данных радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  в почве по классификации критериев оценки экологической обстановки превышает уровни, когда такие территории можно отнести к территориям «экологического бедствия», а совокупная площадь земель, которые можно отнести к территориям с «чрезвычайной экологической ситуацией» составляет порядка 18 км<sup>2</sup>.

Результаты измерений  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  показали, что на полигоне (вне испытательных площадок) отсутствуют участ-

ки, на которых содержание этих радионуклидов в почве по классификации критериев оценки экологической обстановки территорий превышает уровни, когда такие территории можно отнести к территориям «экологического бедствия», а совокупная площадь земель, которые можно отнести к территориям с «чрезвычайной экологической ситуацией», составляет около 2 км<sup>2</sup>.

Таким образом, говоря о радиационном состоянии почвенного покрова СИП, можно констатировать, что вне испытательных площадок существуют участки со сверхнормативным поверхностным радиоактивным загрязнением. Данные участки образовались в результате радиоактивных выпадений от наземных ядерных испытаний (так называемые следы радиоактивных выпадений).

Проведенные исследования распределения радионуклидов по глубине почвенного покрова на территориях СИП показали, что максимальные значения удельной активности на всей обследуемой территории отмечены в слое 0–5 см и составляют для  $^{241}\text{Am}$  – 76%,  $^{137}\text{Cs}$  – 86%,  $^{239+240}\text{Pu}$  – 84% и  $^{90}\text{Sr}$  – 68%. Содержание радионуклидов в пахотном слое почвы 0–20 см, в котором сосредоточена основная часть корней культурных растений, составляет для  $^{241}\text{Am}$  – 94%,  $^{137}\text{Cs}$  – 99%,  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{90}\text{Sr}$  – 97%.

### Водная среда

Гидрографическая сеть поверхностных вод на СИП представлена небольшим количеством рек, озер и мелких безымянных ручьев, имеющих временные водотоки. Самой крупной рекой полигона является р. Шаган с ее притоком Ащису. Самым крупным водным объектом искусственного происхождения является «Атомное озеро».



В качестве объектов исследования поверхностных вод выделены озера, ручьи и реки, расположенные как на удаленном расстоянии от испытательных площадок, так и вблизи их границ. В ходе многолетнего обследования поверхностных вод было исследовано 130 водных объектов.

По результатам исследований было определено, что лишь незначительная часть поверхностных вод на территории СИП может представлять радиационную опасность – воды ручьев Карабулак, Узынбулак, Байтлес, Актыбай, Токтакушык, озера Кишкенсор, а также участок реки Шаган после выхода с территории площадки «Балапан».

Во всех остальных обследованных поверхностных водах (озера, ручьи, участок реки Шаган до впадения в «Атомное озеро») содержание искусственных радионуклидов не превышает значений уровня вмешательства. С точки зрения радиационной составляющей данные объекты опасности не представляют.

Подземные воды на СИП представлены в виде грунтовых и трещинных вод.

Изучение радиоактивного загрязнения грунтовых вод проводилось на 139 объектах (разведочные скважины, колодцы). Обследование трещинных вод проводилось в 25 скважинах на крупных региональных разломах, таких как: Калба-Чингизский, Западно-Аркалыкский, Чинрауский, а также на различных субширотных разломах.

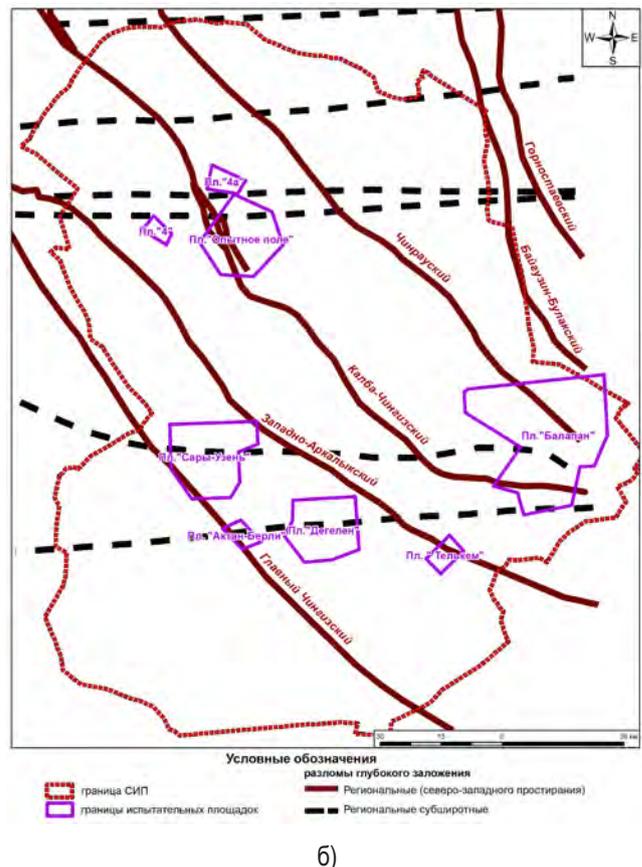
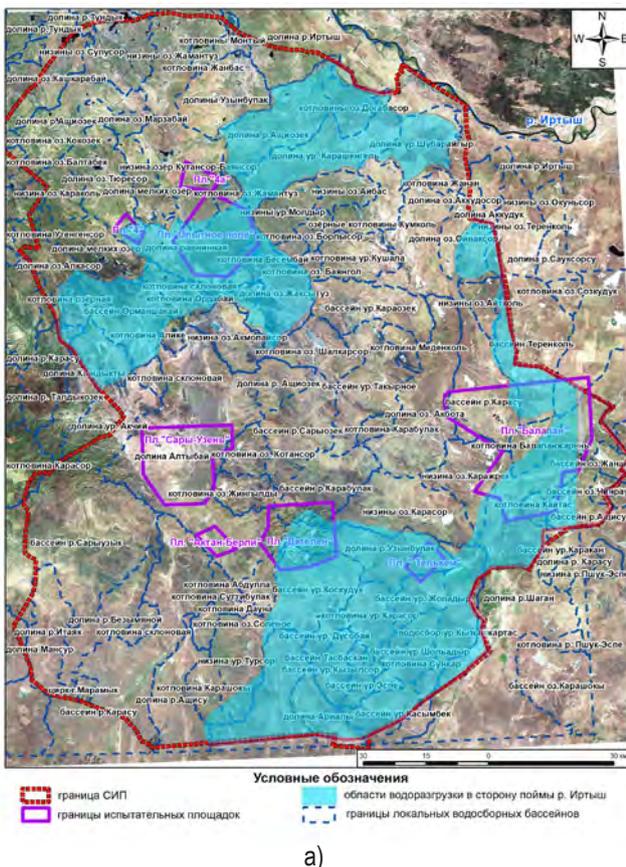
Проведенные исследования показали, что вынос радиоактивного загрязнения с площадки «Дегелен» осуществляется водами ручьев (Узынбулак, Карабулак, Байтлес, Токтакушык, Актыбай, Карабулак и Токтакушык), в которые, в свою очередь, попадают штольневые водотоки (\* подземные воды, омывающие полости штолен, в которых проводились ядерные испытания).

Распространение радионуклида  $^3\text{H}$  за пределы площадки «Балапан» осуществляется с водами реки Шаган. О миграции радионуклидов с территории площадки «Балапан» свидетельствует также загрязнение вод озера Кишкенсор радионуклидами  $^{90}\text{Sr}$  и  $^3\text{H}$ .

При обследовании территории СИП количественное содержание радионуклидов  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в подземных водах не зафиксировано.

## Атмосферный воздух

Оценка радиационного состояния атмосферного воздуха – трудная задача, ведь содержание тех или иных примесей в воздухе определяется климатическими условиями в определенный момент времени и может варьировать в широком диапазоне. Во многом по этой причине контролируемой величиной радиационного состояния атмосферного воздуха является



Подземные воды СИП:

а) водосборные участки и направление движения грунтовых вод, б) региональные разломы трещинных вод

среднегодовая объемная активность радионуклидов, которая, в конечном итоге, с использованием соответствующих коэффициентов, позволяет определить дозу облучения человека от ингаляционного (при дыхании) поступления радионуклидов в его организм.

Для определения среднегодовой объемной активности радионуклидов в атмосферном воздухе на полигоне был применен расчетный метод. Зная содержание радионуклидов в мелкодисперсной фракции почвы, а также среднегодовую концентрацию взвешенных частиц в атмосферном воздухе (запыленность) обследуемого земельного участка, можно рассчитать среднегодовую объемную активность радионуклидов в атмосферном воздухе.

При этом, кроме расчетного метода определения среднегодовой активности радионуклидов в атмосферном воздухе были проведены разовые измерения активности радионуклидов в воздухе, в различных частях полигона.

Разовые измерения проводились в летний период, в обычных метеорологических условиях для данного региона, т.е. в отсутствии сильных ветров, осадков и т.п., что позволяло выполнить оценку концентрации радионуклидов в воздухе, так сказать, «снизу», т.е. в благоприятных условиях. Повышенные концентрации радионуклидов в воздухе при данных условиях



свидетельствовали бы о серьезных проблемах загрязнения воздушной среды СИП.

Расчетные максимальные значения среднегодовой объемной активности радионуклидов в атмосферном воздухе территории СИП характерны для участков, расположенных в непосредственной близости к площадке «Опытное поле». Диапазон значений среднегодовой объемной активности радионуклидов в атмосферном воздухе территории СИП, рассчитанных теоретическим методом, варьирует в пределах пяти порядков ( $10^{-8}$ – $10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>), при этом максимальные значения меньше допустимых значений на порядок и более. На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что текущее состояние атмосферного воздуха территории СИП (за пределами испытательных площадок) не представляет радиационной опасности для населения.

Согласно полученным экспериментальным данным на территории СИП максимальные значения объемной активности искусственных радионуклидов <sup>241</sup>Am, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr и <sup>239+240</sup>Pu не превысили значений допустимой объемной активности по каждому из перечисленных радионуклидов для категории «население», указанной в Гигиенических нормативах «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности».

Диапазон значений среднегодовой объемной активности радионуклидов в атмосферном воздухе, полученный расчетным путем, перекрывает область значений разовых экспериментальных измерений объемной активности в воздухе полигона, что позволило обоснованно использовать данные расчетного метода для оценки дозы облучения от ингаляционного поступления радионуклидов в организм.

Если говорить в целом о радиационном состоянии воздушной среды на СИП, то можно констатировать факт, что значения объемной активности радионуклидов в атмосферном воздухе (вне испытательных площадок), полученные как расчетным методом, так и методом прямых измерений, более чем в сотни раз ниже допустимых значений.

## Растительный покров

Растительный покров территории СИП представляет собой низкопродуктивные сухие и опустыненные степи. Флора степей насчитывает до 300–350 видов сосудистых растений. Более 90% территории СИП представлено степной растительностью на каштановых и светло-каштановых почвах.

Своего рода «оазисом» в бескрайней степи полигона представляется горный массив Дегелен. В отличие от скудной степной растительности здесь произрастает до 450–500 видов растений, причем до 40% биомассы всего горного массива сосредоточено в поймах ручьев, где во всем многообразии представлена луговая растительность. В долинах ручьев и на склонах тенистых ущелий гранитных низкогорий формируются фрагменты лесного типа растительности.

Ядерные испытания привели к уничтожению растительного покрова в «зонах откола», техногенных осыпях и припортовых территориях.



Луговая растительность в пойме ручья горного массива Дегелен



Фрагменты лесного типа растительности с *Pinus sylvestris* на Дегелене

Всего для исследования загрязнения растительного покрова было заложено более 160 исследовательских участков.

В области следов радиоактивных выпадений зафиксированы повышенные значения удельной активности в растительности для всех исследуемых радионуклидов. При этом превышение предельно-допустимых уровней радиоактивного загрязнения кормовых растений для радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  установлено только на границе с площадкой «Сары-Узень» в районе следа радиоактивных выпадений от ядерного испытания, произведенного 24 сентября 1951 года. Для радионуклидов  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в области данного следа отмечено превышение расчетных предельно-допустимых уровней (расчетный предельно-допустимый уровень был определен по аналогии с допустимым уровнем для  $^{90}\text{Sr}$  с учетом радиотоксичности трансурановых радионуклидов, так как их концентрация в растениях не нормируется).

Так же для радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  в растениях отмечено превышение предельно-допустимого уровня на границе с площадкой «Дегелен» в русле ручья Карабулак.

В растительном покрове на остальной территории СИП содержание всех радионуклидов характеризуется минимальными значениями и не превышает допустимых уровней.

В целом, радиационное состояние растительного мира на большей части территории СИП, в том числе в районе бывших испытательных площадок (за их границами) с точки зрения содержания радионуклидов  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  не представляет опасности при ее использовании в хозяйственной деятельности.

## Животный мир

Фауна позвоночных и беспозвоночных животных территории СИП достаточно разнообразна.

Проводимые в ходе полевых работ наблюдения, а также анализ литературных материалов позволили установить, что фауна позвоночных животных обследуемой территории состоит из 199 видов, в том числе птиц – 147, млекопитающих – 45, пресмыкающихся – 7. В Красные книги Международного союза охраны природы и Казахстана внесены 16 видов.

Необходимо отметить, что наличие целого ряда видов животных на обследуемой территории СИП нужно рассматри-

вать как вероятное, исходящее из имеющихся в литературе данных по ареалам распространения и точек их обнаружения в более ранние сроки.

Гордостью СИП можно считать наличие вида животного, входящего в Красные книги Казахстана и Международного союза охраны природы, – архара (*Ovis ammon*). Также в Красную книгу Казахстана занесена перевязка (*Vormela peregusna*). Условия, приближенные к заповедным, позволили этим видам сохраниться на полигоне.



Оценка радиационного состояния животного мира проводилась двумя способами: прямым измерением концентраций радионуклидов в организме диких животных, которых удалось отловить, а также расчетным методом определения содержания радионуклидов в организме животных, основанном на измерениях рациона животных и его фекалий, т.е. без отлова животного.

Полученные результаты определения содержания радионуклидов в мясе диких животных, отловленных на участках СИП за пределами испытательных площадок, показали, что удельная активность дозообразующих радионуклидов не превышает минимальных пределов обнаружения при используемой аппаратурно-методической базе.

Так как удельная активность радионуклидов  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в мясе диких животных не нормируется, мясо диких животных не используется при расчете дозовой нагрузки, а также данные радионуклиды обладают очень низкими миграционными свойствами по пищевым цепям, то расчетная оценка была проведена только для радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Полученные значения ожидаемой удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в мясе диких животных не превысили допустимых уровней.

Таким образом, прямыми измерениями и расчетным методом установлено, что на территории СИП, вне испытательных площадок, превышения допустимых значений удельной активности радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в мясе диких животных не ожидается.

## Оценка радиационного состояния сельскохозяйственной продукции

На территории СИП растениеводческая продукция не производится. Однако данные о возможном содержании радионуклидов в растениеводческой продукции нужны для оценки

дозовой нагрузки на население вследствие внутреннего облучения от радионуклидов, поступающих внутрь организма человека с продуктами питания.

Поэтому было принято решение оценить радиационное состояние растениеводческой продукции, которая может быть произведена на территории СИП, расчетным методом и на основании данных о содержании радионуклидов в почвенном покрове и коэффициентов переноса радионуклидов из почвы в сельскохозяйственные растения. По результатам обследования радиационного состояния растениеводческой продукции расчетным методом установлено, что в случае выращивания сельскохозяйственных культур (пшеница, картофель, фрукты и овощи) на территории полигона, в среднем, превышений удельной активности радионуклидов в продукции растениеводства не ожидается (для радионуклидов  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  использовались расчетные предельно-допустимые уровни, так как их содержание не нормируется). Однако, на участках протяженных следов радиоактивных выпадений и в районе испытательной площадки «4» ожидается превышение допустимого уровня содержания радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  в пшенице, овощах и фруктах.



Оценка животноводческой продукции проводилась также двумя методами – экспериментальным и расчетным. В результате выполненных лабораторных анализов количественных значений удельной активности радионуклидов для всех проб молока, мяса и костной ткани не получено. Все значения оказались ниже предела обнаружения при использованном аппаратно-методическом обеспечении,

и, следовательно, не превышают допустимые уровни содержания радионуклидов в продукции животноводства (для радионуклидов  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  использовались расчетные предельно-допустимые уровни, так как их содержание не нормируется). Расчетное определение возможного содержания радионуклидов в животноводческой продукции, в случае ее получения на территориях СИП, за пределами испытательных площадок, показало, что превышение допустимых уровней не ожидается (для радионуклидов  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  использовались расчетные предельно-допустимые уровни, так как их содержание не нормируется).

## Оценка дозовых нагрузок на население

Регулирование деятельности на территории СИП и обоснование реабилитационных мероприятий требуют оценки радиационных рисков развития какой-либо деятельности, которая фактически имеет место или планируется на данной территории. Для этого необходимо провести расчет среднегодовых эффективных доз облучения населения, которые может получить человек в случае проживания и ведения хозяйственной деятельности на полигоне. Исходя из этого, дозы облучения человека являются ключевым фактором при определении радиационной опасности СИП.

Пути облучения, которые будут вносить основной вклад в формирование ожидаемой годовой эффективной дозы облучения население, в случае проживания на территории СИП:

- внешнее облучение от гамма-излучения искусственных радионуклидов, содержащихся в поверхностном слое почвы;
- внутреннее облучение от ингаляционного поступления радионуклидов;
- внутреннее облучение от поступления радионуклидов с водой и продуктами питания, произведенными на обследуемой территории.

Оценка доз проводилась по консервативному подходу, который подразумевает использование максимальных величин и максимальное время влияния при оценке доз. Дозы рассчитывались для условного взрослого человека, проживающего на территории СИП и употребляющего продукты растительного и животного происхождения, производимые на этой территории. Полученные значения ожидаемой годовой эффективной дозы на человека на всей территории полигона находились в диапазоне от 0,02–8,4 мЗв. Максимальные значения доз получены вблизи испытательных площадок и на территории следов радиоактивных выпадений. Основной вклад на данных территориях в суммарную дозовую нагрузку вносит облучение от поступления  $^{90}\text{Sr}$  с растениеводческой продукцией (92%).

Значения ожидаемой годовой эффективной дозы за пределами испытательных площадок и следов радиоактивных выпадений не превысили уровня вмешательства, равного 0,3 мЗв, и основного предела дозы для населения, равного 1 мЗв, регламентируемых Гигиеническими нормативами «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности».



Поверхностные водоемы территории СИП непригодны для питья и водопоя животных. Однако, в рамках консервативного подхода были рассчитаны дозы внутреннего облучения от поступления радионуклидов с водой, из поверхностных водоемов, расположенных в районе испытательных площадок (максимально загрязненные водоемы на территории СИП). Полученные дозы находятся в диапазоне от 0,2–3,5 мЗв, что превышает уровень вмешательства, согласно установленным в РК нормам.

Исходя из вышеизложенного, территорию СИП условно можно разделить на 2 зоны – территория с повышенными значениями дозовых нагрузок (более 0,3 мЗв) и территория со значениями доз менее 0,3 мЗв. К зоне с повышенными значениями дозовых нагрузок относятся территории вблизи испытательных площадок и следов радиоактивных выпадений. Вся остальная территория, где значения ожидаемой годовой эффективной дозы составляют менее 0,3 мЗв, потенциально может быть передана и использована для развития какой-либо деятельности или проживания.

Завершая обзор, необходимо отметить, результаты комплексного экологического обследования территории бывшего СИП, проведенные в 2008–2021 годах позволили получить информацию о текущей радиационной обстановке и сделать прогноз ее развития.

Ввиду отсутствия методики комплексного экологического обследования мест проведения ядерных испытаний и какого-либо международного опыта таких работ, масштабов и степени радиоактивного загрязнения на начальном этапе был выработан научно-обоснованный подход к проведению площадных исследований. При этом, с накоплением опыта и улучшением приборно-аналитической базы осу-

ществлялось постоянное совершенствование применяемых методов. Главным результатом площадного обследования СИП стало определение границ участков радиоактивного загрязнения, образованных в результате проведения испытаний ядерного оружия. Сегодня на основе полученных данных территорию СИП можно разделить на две категории: территория, представляющая радиационную опасность для населения, и территория, которая потенциально не представляет радиационную опасность для населения и может быть рекомендована для выведения из категории земель запаса.

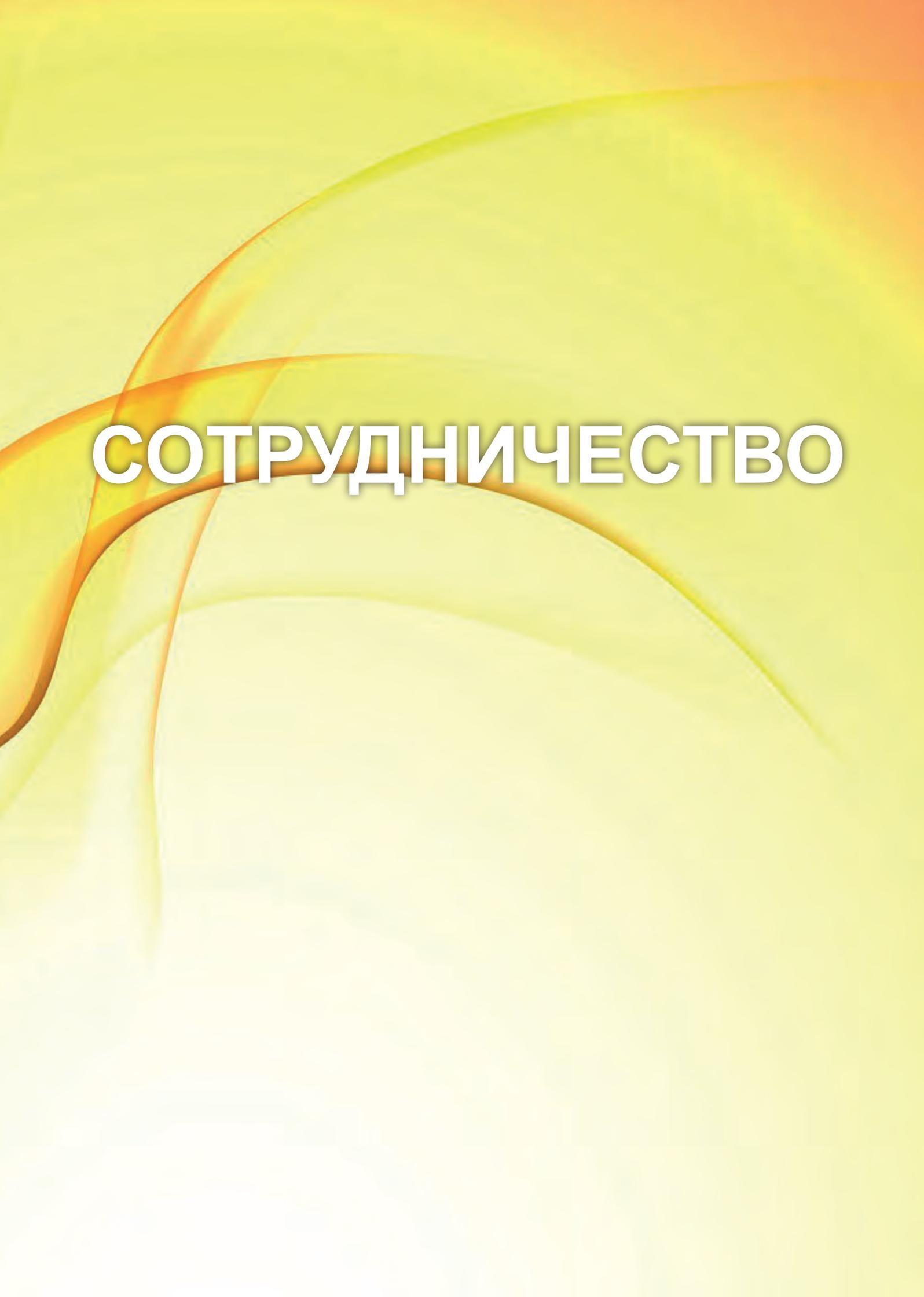
Следующими шагами в деле обеспечения безопасности СИП являются мероприятия по созданию и функционированию системы радиационного мониторинга, а также разработке и реализации комплекса мероприятий по рекультивации отдельных участков, представляющих радиационную опасность для человека и окружающей среды.

Кроме того, территория СИП является уникальной с точки зрения проведения всевозможных исследований. Разнообразие ландшафтов полигона и различный характер радионуклидного загрязнения позволяет получать уникальные данные, характеризующие особенности перераспределения радионуклидов между компонентами природной среды различных экосистем.

Живые организмы и растения, длительное время обитающие и произрастающие на участках с высоким содержанием радионуклидов в компонентах экосистем, также интересны с точки зрения изучения биологического воздействия ионизирующего излучения.

Асан Айдарханов





**СОТРУДНИЧЕСТВО**

# ПРИВЕДЕНИЕ В БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ»





Одним из самых масштабных проектов Национального ядерного центра Республики Казахстан (НЯЦ РК) стало приведение в безопасное состояние площадки «Опытное поле». Это площадка, на которой было проведено 116 воздушных и наземных ядерных взрывов, в том числе первое испытание ядерного устройства 29 августа 1949 г.

Предварительно с 2012 года в течение 5 лет на «Опытном поле» специалистами НЯЦ РК были проведены исследования: выполнено более 3 миллионов спектрометрических измерений, отобрано и проанализировано более 5000 образцов, пробурено более 1000 исследовательских скважин, выявлено более 50 объектов, содержащих отходы ядерной деятельности (ОЯД).

В 2020 году реабилитационные работы на площадке «Опытное поле» были окончательно завершены. Это стало первым в мировой истории примером, когда в безопасное, с точки зрения нераспространения, состояние приведена площадка, на которой проходили наземные ядерные испытания.

### Реализации международных договоров

Широкомасштабная деятельность по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП) началась в 1993 году в рамках реализации международных договоров по обеспечению ядерной безопасности, ратифицированных Республикой Казахстан:

– Соглашение между Соединёнными Штатами Америки и Республикой Казахстан об уничтожении шахтных пусковых установок межконтинентальных баллистических ракет, ликвидации последствий аварийных ситуаций и предотвращения распространения ядерного оружия от 13 декабря 1993 года, с учетом поправок и продлений (Рамочное соглашение между США и Казахстаном);

– Соглашение между Министерством обороны Соединенных Штатов Америки и Министерством энергетики Республики Казахстан относительно ликвидации инфраструктуры оружия массового уничтожения от 3 октября 1995 года с соответствующими поправками (Исполнительное соглашение – США-Казахстан).

Департамент Обороны США назначил Оборонное ядерное Агентство (в настоящее время – Оборонное Агентство по сокращению Угрозы (АПУУ)) исполнительным агентом по реализации данного соглашения с американской стороны. Министерство науки и новых технологий Республики Казахстан (в настоящее время – Министерство энергетики Республики Казахстан), имея соответствующие полномочия, назначило НЯЦ РК исполнительным агентом этой программы со стороны Республики Казахстан.

С момента назначения, в рамках данного соглашения, НЯЦ РК решает вопросы, связанные с обеспечением безопасности объектов и участков на территории СИП. Проведение данных работ позволило снизить или полностью исключить риски распространения отходов ядерной деятельности с территории СИП.

Данные работы реализовывались поэтапно и включали:

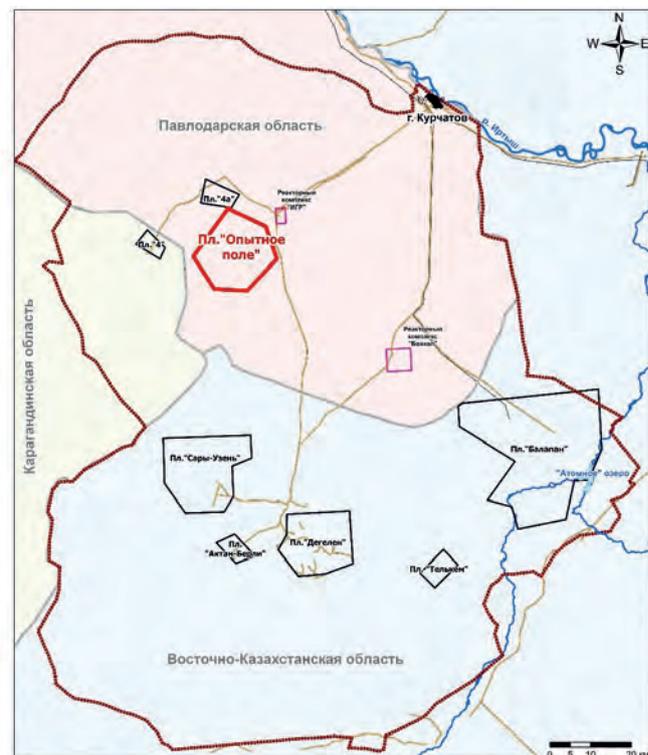
1. Ликвидацию неиспользованных скважин и шахтных пусковых установок на площадке «Балапан» (1995–1997 гг.).
2. Закрытие всех штолен на площадке «Дегелен» (1995–1999 гг.).
3. Усиление защиты объектов на площадке «Актан-Берли» и РБШ (1999–2004 гг.).
4. Усиление защиты ряда объектов на площадке «Дегелен» (2005–2012 гг.).

### Площадка «Опытное поле»

В 2012 году НЯЦ РК начал новый большой этап работ, связанных со снижением риска распространения ОЯД на территории испытательной площадки «Опытное поле».

«Опытное поле» было первой испытательной площадкой СИП. Площадка использовалась для проведения атмосферных (воздушных и наземных) ядерных испытаний. В основном ядерные испытания проводились в рамках совершенствования ядерного оружия, исследований аварийных режимов работы ядерного оружия, а также исследований поражающих факторов ядерного оружия.

«Опытное поле» представляет собой равнину диаметром ~20 км, окруженную на востоке, юге и западе небольшими холмами. Площадь в современных границах составляет ~270 км<sup>2</sup>, а периметр ~62 км.



Карта-схема Семипалатинского испытательного полигона

Согласно литературным данным, в период с 1949 г. по 1963 г. на «Опытном поле» было проведено 116 ядерных испытаний, из которых 86 являлись воздушными испытаниями, 30 – наземными испытаниями, проведенными на малой или нулевой высоте, при этом в 5 случаях ядерное устройство не сработало. Данные испытания стали основным источником поверхностного радиоактивного загрязнения почвы на СИП. Первое ядерное испытание советской атомной бомбы было проведено также на данной площадке 29 августа 1949 г. Мощность первого ядерного заряда, сконструированного СССР, составила 20 килотонн в тротиловом эквиваленте.



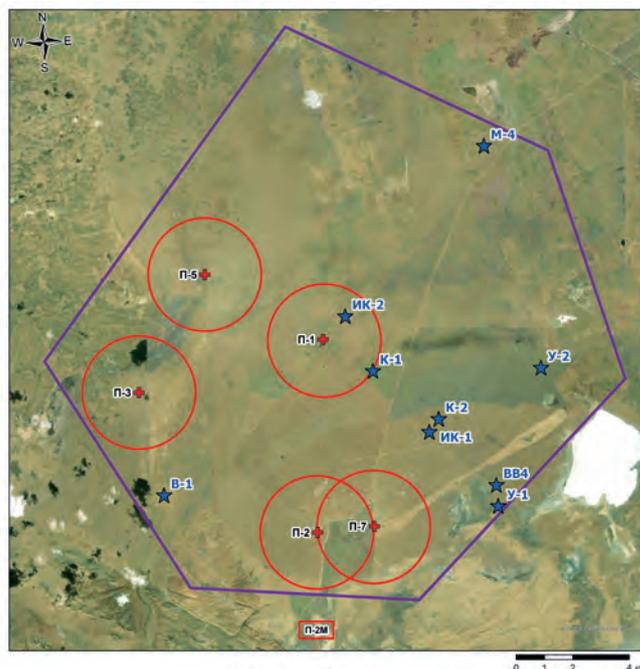
Испытание РДС-1 и современное состояние эпицентра площадки П-1 с видом на юго-восточную линию приборных сооружений

Наряду с ядерными испытаниями в период с 1958 г. по 1965 г. на территории испытательной площадки «Опытное поле» проводились серии модельных неядерно-взрывных (гидроядерных) экспериментов. Гидроядерные эксперименты не являлись испытаниями ядерного оружия или промышленных ядерных зарядов и проводились в целях научных исследований некоторых вопросов физики работы ядерных взрывных устройств. Результаты гидроядерных экспериментов имели важное значение для анализа вопросов обеспечения надежности и безопасности хранения и эксплуатации ядерного оружия.

При проведении гидроядерных экспериментов значимое ядерное энерговыделение практически отсутствовало,

что способствовало образованию малого количества осколков деления материалов ядерного заряда. Вследствие этого, радиационное воздействие на окружающую среду происходило за счет диспергирования ядерных материалов, входящих в состав ядерного заряда. При проведении модельных экспериментов диспергированию подвергался плутоний. Количество делящегося материала или его аналога, участвующего в гидроядерных экспериментах испытаний различно и для изотопов плутония может составлять от 0,06 до 1,8 кг.

На «Опытном поле» гидроядерные эксперименты проводились как на поверхности грунта, так и в котлованах глубиной до 3 м, за исключением первых двух испытаний, являющихся воздушными. Данные эксперименты проводились на территории технических площадок П-3, П-7 и П-2М. В период 1958–1965 гг. проведено 42 наземных гидроядерных эксперимента, которые отличались друг от друга количеством выброшенной в атмосферу активности и высотой подъема верхней кромки облака взрыва.



Условные обозначения

- ★ участки
- ✚ центральные точки технических площадок
- границы технических площадок
- ▭ граница площадки "Опытное поле"

Расположение технических площадок и участков проведения различных экспериментов

Анализ имеющихся архивных и литературных материалов, а также результаты ряда локальных радиационных исследований показывали, что на территории площадки могут находиться объекты (участки), содержащие ОЯД в количествах, представляющих риски по критерию нераспространения оружия массового уничтожения (ОМУ).

На основании имеющихся данных была достигнута договоренность с АПУУ о проведении крупномасштабного детального обследования всей площадки, что послужило началом нового этапа работ, реализация которого была завершена в 2020 году.

## Обследование испытательной площадки

В общей сложности обследование площадки «Опытное поле» и прилегающей к ней территории длилось около 6 лет и состояло из двух основных этапов.

На первом этапе проводилось обследование испытательной площадки и прилегающей территории (~390 км<sup>2</sup>), целью которого было идентифицировать все объекты, которые представляют опасность с точки зрения радиационной безопасности и получить первичную информацию об уровнях радиоактивного загрязнения.

На втором этапе, на основании результатов идентификации объектов, проводилась характеристика радиоактивного загрязнения и выявление объектов, содержащих ОЯД.

Для решения задач первого этапа работ необходимо было выбрать методы обследования. Наиболее близкие к поставленной задаче подходили гамма-спектрометрические методы, позволяющие выявить участки, содержащие ОЯД, однако, известные на тот момент методы, по той или иной причине, в полной мере не удовлетворяли поставленным задачам.

В связи с этим появилась необходимость в разработке собственного метода гамма-спектрометрического обследования территорий, объединяющего все необходимые характеристики. В кратчайшие сроки специалистами НЯЦ РК был разработан уникальный метод пешеходной гамма-спектрометрической съемки (далее – ПГСС).

За основу разработанной методологии взяты два метода: первый – пешеходная (наземная) гамма-съемка (с остановкой в фиксированных точках), второй – автогамма-спектрометрическая съемка (непрерывный набор и запись спектрометрической информации). Таким образом, было принято решение, что обследование будет производить человек, передвигаясь пешком, но при этом он не будет останавливаться в фиксированных точках, чтобы произвести измерения. Набор и запись спектрометрической информации происходит постоянно во время движения с координатной привязкой, осуществляющейся с помощью GPS приемника, с сохранением всей информации на портативный компьютер.



Метод ПГСС позволяет производить обследование территории более оперативно, чем использование in-situ спектрометрии и отбора проб, и детектировать меньшую концентрацию содержания гамма-излучающих радионуклидов в почве, чем аэро- и автогамма-спектрометрическая съемка.



Проведение ПГСС съемки

Для проведения ПГСС территория площадки «Опытное поле» и прилегающей к ней территории были поделены на множество секторов, площадь каждого сектора составила 0,25 км<sup>2</sup>.

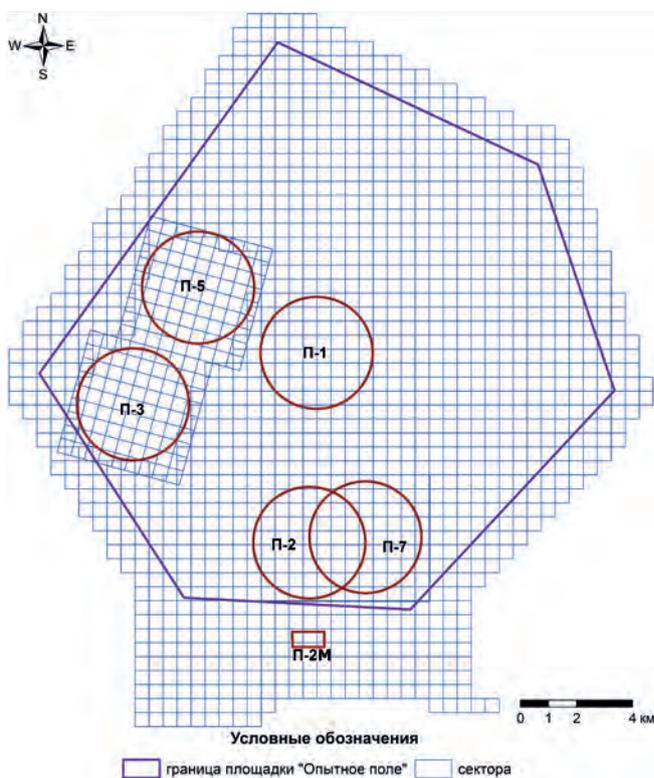


Схема радиологического обследования площадки «Опытное поле» по секторам

На каждый сектор накладывались профили, расстояние между которыми составляло 20 м. Оператор, производящий ПГСС, передвигался по маршруту вдоль профилей со скоростью порядка 2 км/ч. При данной скорости движения производилась запись гамма-спектров; время набора одного спектра составляло 10–20 с. (в зависимости от используемого спектрометрического оборудования). При данных параметрах обследования и учёта того, что во время записи спектрометрической информации набор не производился, количество гамма-спектров на каждый сектор обследования составляло порядка 2000.

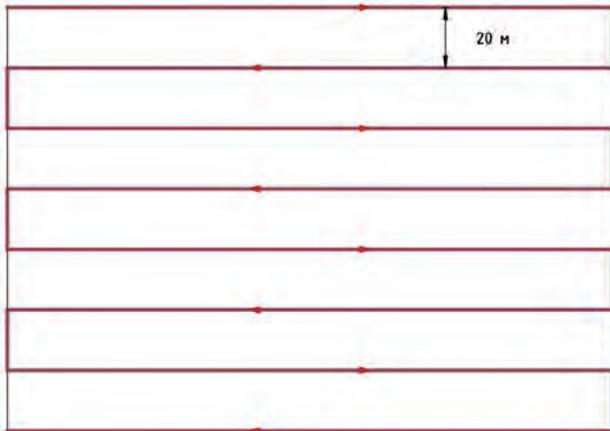
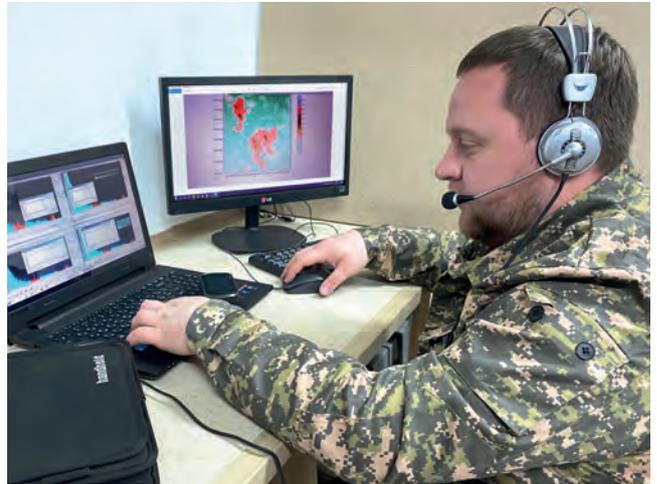
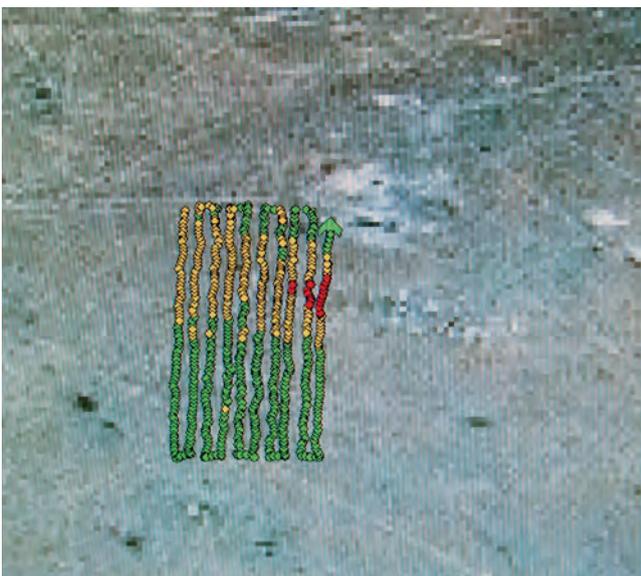


Схема проведения ПГСС

Для увеличения скорости обследования было увеличено количество спектрометрических систем. Также была разработана система дистанционного контроля за работой спектрометрического комплекса. Таким образом, в обязанности оператора входит только контроль за маршрутом, скоростью передвижения, а также выполнение указаний спектрометриста, который находится в мобильной лаборатории и следит за работой нескольких спектрометрических комплексов.



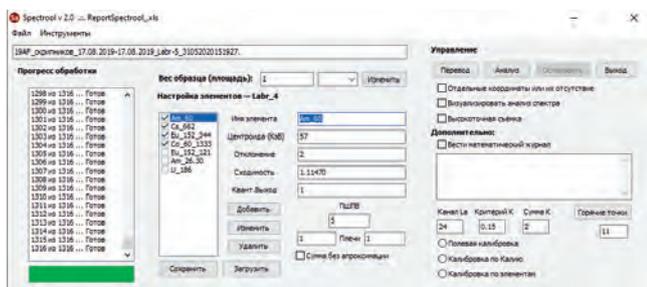
Дистанционный контроль за работой нескольких спектрометрических комплексов

Мобильные лаборатории размещались на шасси автомобиля повышенной проходимости и имели соответствующую инфраструктуру: место спектрометриста, несколько спектрометрических комплексов оснащенных ПК, систему беспроводной связи с операторами, систему автономного питания, кондиционирования воздуха и другое оборудование.



Мобильные лаборатории

После проведения измерений выполнялась обработка полученных гамма-спектров, которая происходила с помощью разработанного программного обеспечения для пакетной обработки гамма-спектров и позволяло обрабатывать данные, собранные с одного сектора, в среднем за 10 минут.



Программное обеспечение для пакетной обработки спектров

По результатам были построены карты загрязнения обследуемой территории (участка) радионуклидами  $^{241}\text{Am}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Затем данные карты накладывались на космические и аэрофотоснимки высокого разрешения обследуемой территории для идентификации техногенных объектов, выявления связей этих объектов с радиоактивным загрязнением местности.

С целью характеристики выявленных участков радиоактивного загрязнения проводились работы по уточнению четких границ идентифицируемых объектов, для этого был применен метод дискретной гамма-спектрометрической съемки (далее ДГСС).

Данный метод подразумевал проведение гамма-спектрометрических измерений в определенных фиксированных точках при сгущении сети обследования от  $5 \times 5$  м до  $0,5 \times 0,5$  м, с целью обеспечения детальности и высокоточной локализации радиоактивного загрязнения. Измерения по такой плотной сети обследования стали возможны за счет использования высокоточной системы GPS, позволяющей выходить на точку измерения с сантиметровой точностью.



Гамма-спектрометрические измерения по сети  $0,5 \times 0,5$  м

В основном, все измерения проводилось на высоте  $0,5$  м от поверхности почвы, но при уплотнении сети до  $0,5 \times 0,5$  м измерения проводились при высоте в  $0,2$  м.

Наряду с исследованиями распределения техногенных радионуклидов на поверхности проводились работы по изучению их распределения в приповерхностном слое грунта на глубину до 10 метров. Для проведения исследований производилось бурение исследовательских скважин, в которых проводились ряд измерений различными методами.



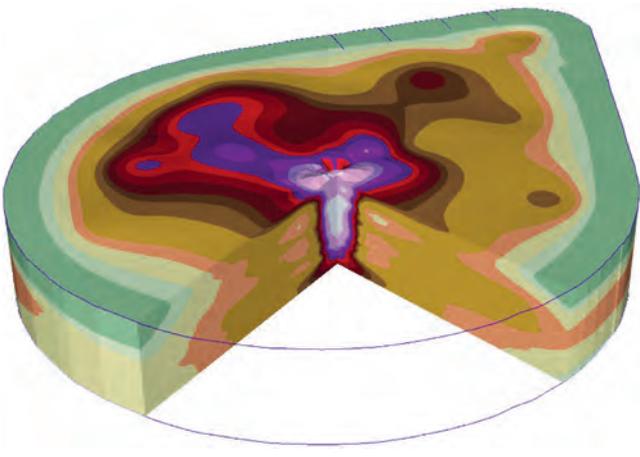
Предварительные измерения и отбор образцов бурового шлама





Проведение вертикального и углового гамма-каротажа

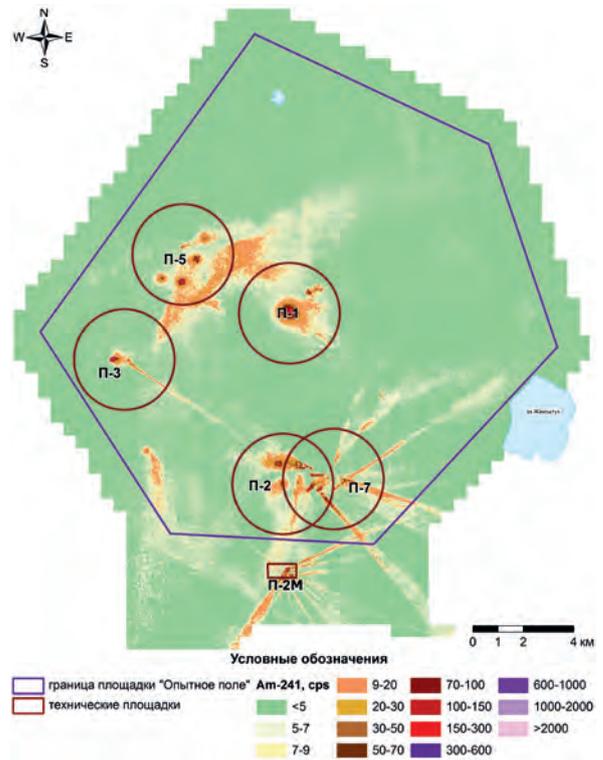
По результатам проведенных исследований приповерхностного слоя почвы строились трехмерные модели распределения техногенных радионуклидов.



Распределение ОЯД в приземном слое

В результате проведения обследования территории «Опытного поля», в общей сложности было пройдено более 20 тысяч пог. км, получены и проанализированы более 3 миллионов гамма-спектров.

Площадное радиационное обследование позволило охарактеризовать распределение техногенных радионуклидов на территории площадки «Опытное поле» и прилегающей к ней территории.



Распределение  $^{241}\text{Am}$  на площадке «Опытное поле»

### Усиление безопасности объектов

Следующим большим этапом стали работы по усилению безопасности объектов, выявленных на площадке «Опытное поле» в ходе проведенных детальных исследований.

На ряде объектов были проведены работы по изъятию грунта, содержащего ОЯД, его переработке и размещению на долговременное хранение в контролируемых условиях на КИР «Байкал-1».

Изъятие ОЯД проводилось ручным способом.





Использование ручного способа позволило уменьшить глубину изъятия грунта, что, в свою очередь, привело к снижению объемов изымаемых ОЯД. При этом, оставшаяся после снятия верхнего слоя активность грунта контролировалась спектрометристом, находившимся на участке ведения работ. В случае выявления повышенного содержания ОЯД изъятие грунта проводилось на большую глубину, а в некоторых случаях – за пределы изначально определенных контуров участка.

Для предотвращения возможности дальнейшего изъятия ОЯД из грунта на участке переработки извлеченного грунта, он был смешан с бетонным раствором, утяжеленным магнетитом.



Бетонирование ОЯД и размещение в ТУКи

Специальными автомобилями все контейнеры с радиоактивным грунтобетоном были перевезены с площадки «Опытное поле» и приняты на КИР «Байкал-1» для долговременного хранения.

После завершения работ все ОЯД задекларированы и поставлены под гарантии МАГАТЭ.



Погрузка контейнеров на площадке



Размещение контейнеров в хранилище

После проведения работ по изъятию ОЯД была выполнена вспашка на глубину 40–50 см. Далее были выполнены дополнительные исследования на каждом участке, которые показали, что грунт с содержанием ОЯД полностью изъят.



Вспашка участков

Другим способом усиления безопасности объектов, выявленных на площадке «Опытное поле» в ходе проведенных детальных исследований, стало возведение защитных сооружений (физических барьеров).

Оценивая уровни содержания, общий запас, опасность для персонала при дальнейших работах, а также условия размещения ОЯД на ряде объектов было принято решение не изымать ОЯД, а создать защитное сооружение.

Согласно проекту, над участком, содержащим ОЯД, предусматривалось создание железобетонного защитного сооружения мощностью 1–1,5 м железобетона, одного или двух рядов железобетонных свай, заглубленных на 4–6 м. Дополнительно предусматривалось создание грунтовой насыпи высотой более 1 м для всего защитного сооружения.

Для сооружения железобетонных свай были проведены буровые работы. Бурение скважин проводилось в точках, вынесенными на местность согласно проекту. При бурении каждой скважины, шнек и изъятый грунт подвергались гамма-спектрометрическому измерению полевым спектрометром.

После окончания бурения каждой скважины до проектной глубины проводился монтаж обсадной трубы. В соответствии с проектом, каждая пробуренная скважина была обсажена

пластиковой трубой с наружным диаметром 315 мм (внутренний диаметр 294,4 мм).

Всего при создании защитных сооружений было пробурено более 2900 скважин для возведения железобетонных свай.

После бурения и обсадки скважин проводилось армирование скважин подготовленными металлическими каркасами



Буровые работы

и бетонирование раствором марки В20 с последующим уплотнением глубинными электромеханическими вибраторами.

Далее, на подготовленные основания был уложен слой из геомембраны толщиной 2 мм для гидроизоляции нижнего слоя защитного колпака.





Бетонирование скважин

После устройства основания и гидроизоляции произведены работы по устройству пространственного арматурного каркаса для железобетонного колпака и опалубок.



Укладка геомембраны

Далее проводилась установка опалубки для заливки бетоном защитного колпака.

После завершения бетонных работ была проведена работа по гидроизоляции – сваривание верхнего и нижнего слоя защитного колпака.



Армирование защитного колпака и заливка бетонной смеси

Работы по гидроизоляции завершались после достижения бетоном проектных прочностей.

После герметизации железобетонных сооружений они обваловывались чистым грунтом слоем не менее 1 метра.

Анализ проведенных работ показал, что абсолютно безопасными по критериям угроз распространения и терроризма многие объекты бывшего СИП не станут никогда, по крайней





Обваловка защитного колпака

мере, в исторически обозримом будущем. Значит, создание физических барьеров для данных объектов недостаточно. Необходимо исключить не только возможность негативных последствий от несанкционированной деятельности, но и требуется, чтобы разрешенная деятельность выполнялась в строго определённых рамках. Для этого, во-первых, необходимо обеспечить защиту этого района от любых несанкционированных попыток проникнуть на его территорию, во-вторых, исключить (ограничить) хозяйственную деятельность в районе расположения объектов с ОЯД.

Для обеспечения защиты объектов было принято решение о проведении комплекса работ по созданию систем многоуровневой безопасности охраняемых объектов.

В рамках соглашения между НЯЦ РК и АПУУ была создана эшелонированная система безопасности испытательной площадки «Опытное поле», которая вошла в созданную ранее систему защиты площадок «Дегелен» и «Актан-Берли».

Система безопасности включает 3 уровня:

**1 уровень** (предупреждающий) – это специальные знаки с предупреждающими надписями на государственном и русском языках. По периметру испытательной площадки «Опытное поле» установлены 705 информационных столбов с предупреждающими знаками на государственном и русском языках «Запретная зона! Проезд (Проход) запрещен!».

**2 уровень** предназначен для сдерживания нарушителей и техники. Представляет собой физические барьеры, препятствующие проникновению нарушителя на охраняемые объекты:

- ворота со специальными знаками;
- ограждения из колючей проволоки;
- рвы с отвалами.

Все элементы расположены вокруг охраняемых объектов и имеют замкнутый контур к охраняемым объектам.



Создание рва и насыпи вокруг наружного периметра

**3 уровень** представляет собой комплекс технических средств обнаружения несанкционированного доступа и включает в себя:

- систему обнаружения;
- систему видеоконтроля и видео оценки ситуации;
- систему радиосвязи и передачи данных;
- систему автономного электропитания;
- систему сбора и обработки информации;
- систему контроля целостности объектов.

Все системы работают автономно и в режиме 24/7.

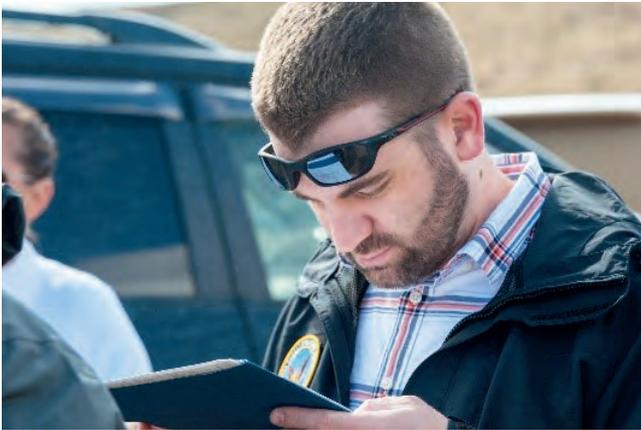
Управление и сбор данных осуществляется на основном пункте сбора и обработки информации, на базе сил оперативного реагирования Национальной гвардии Казахстана, которая отвечает за охрану площадки «Опытное поле».



В процессе выполнения работ представители и эксперты АПУУ неоднократно посещали объекты и контролировали ход работ.



Пункт удаленного мониторинга на одном из объектов



Специалисты АПУУ и НЯЦ РК на рабочей площадке

Наряду с представителями и экспертами АПУУ, площадку «Опытное поле» во время работ посещали партнеры других стран и международных организаций.



Делегация МАГАТЭ на объекте



Делегации во главе с З. Хеккером и В.М. Куценко

Подводя итог, необходимо отметить, НЯЦ РК в рамках реализации международных договоров по обеспечению ядерной безопасности, ратифицированных Республикой Казахстан, последовательно проводит ряд работ, направленных на ликвидацию инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия на территории бывшего СИП.

На испытательной площадке «Опытное поле» работы начались с детального обследования площадки, а также прилегающих к ней территорий, и завершились масштабными работами по приведению площадки в безопасное состояние.

Для проведения исследовательских работ были разработаны новые, уникальные методы выявления и оценки ОЯД. Были разработаны специальные программно-аппаратные комплексы, позволяющие как проводить масштабные спектрометрические исследования, так и автоматизировать процесс их последующей обработки. Использование имеющейся развитой научной базы НЯЦ РК позволило впервые в мире разработать методологию выявления и оценки ОЯД как на поверхности почвы, так и в приповерхностном слое. Все разработанные подходы и методы получили высокую оценку экспертов Лос-Аламосской лаборатории, которые тесно сотрудничали с экспертами НЯЦ РК на всем протяжении реализации работ.

Именно использование инновационных методов определения и оценки ОЯД позволили в кратчайшие сроки провести столь масштабные исследовательские работы и идентифицировать все места проведения ядерных испытаний и участки проведения различных экспериментов, как на территории технических площадках, так и за их пределами. Исследования позволили получить точные данные о всех местах локализации ОЯД на территории испытательной площадки «Опытное поле».

Результаты исследований стали отправной точкой для разработки технических решений по обеспечению нераспространения выявленных ОЯД и легли в основу мероприятий для безопасного проведения всех этапов работ по снижению угрозы распространения ОМУ на «Опытном поле».

Для каждого выявленного объекта с ОЯД были определены свои уникальные методы и технологии приведения его в безопасное состояние. Для повышения эффективности на большинстве объектов применялся комплекс различных методов.

Работы по обеспечению безопасности ряда выявленных объектов начались еще до окончания исследовательских работ и были полностью завершены в 2020 году. На ряде объектов была проведена их рекультивация путем снятия верхнего слоя почвы, содержащего высокие концен-

трации ОЯД с последующей переработкой по специально разработанной методике. Переработанные ОЯД были соответствующим образом упакованы и транспортированы на комплекс исследовательских реакторов «Байкал-1», где размещены на долговременное хранение в специально подготовленных хранилищах твердых радиоактивных отходов. Все ОЯД, размещенные на долговременное хранение, задекларированы и поставлены под гарантии МАГАТЭ.

На объектах, где из соображений безопасности персонала рекультивационные работы были невозможны, обеспечение безопасности было достигнуто посредством строительства специальных защитных сооружений. Сооружение представляет собой железобетонную конструкцию, надежно укрывающую объект, содержащий ОЯД, со всех сторон. Устройство конструкции позволяет полностью исключить несанкционированный доступ к объекту без применения промышленной техники, а с её применением – обеспечить защиту объекта в течение длительного времени, достаточного для пресечения данной деятельности.

Для обеспечения дополнительной защиты, специалистами НЯЦ РК был проведен комплекс работ по созданию многоуровневых систем безопасности всех объектов, содержащих ОЯД, на площадке «Опытное поле». Системы создавались по принципу многоуровневой, «глубоко эшелонированной защиты», с учетом предыдущего опыта создания и эксплуатации систем безопасности на других объектах СИП, в частности объекта «Дегелен».

Все этапы работ, проведенные НЯЦ РК на территории площадки «Опытное поле», согласовывались и проводились совместно с представителями и экспертами АПУУ. Экспертами АПУУ согласовывались все реализуемые работы: от выбора методологий исследования до проектных технических решений по сооружению защитных сооружений. Выполненные работы получили высокую оценку не только экспертов АПУУ, но и экспертов МАГАТЭ, а также специалистов Госкорпорации «Росатом» (РФ), которые имели возможность посетить объекты работ на «Опытном поле».

Таким образом, в настоящее время все объекты, содержащие ОЯД и расположенные на территории площадки «Опытное поле», приведены в безопасное состояние, надежно охраняются и не представляют угрозы.

Казахстан в очередной раз показал положительный пример действенного международного сотрудничества по снижению глобальной угрозы и укрепления режима нераспространения.

Александр Осинцев

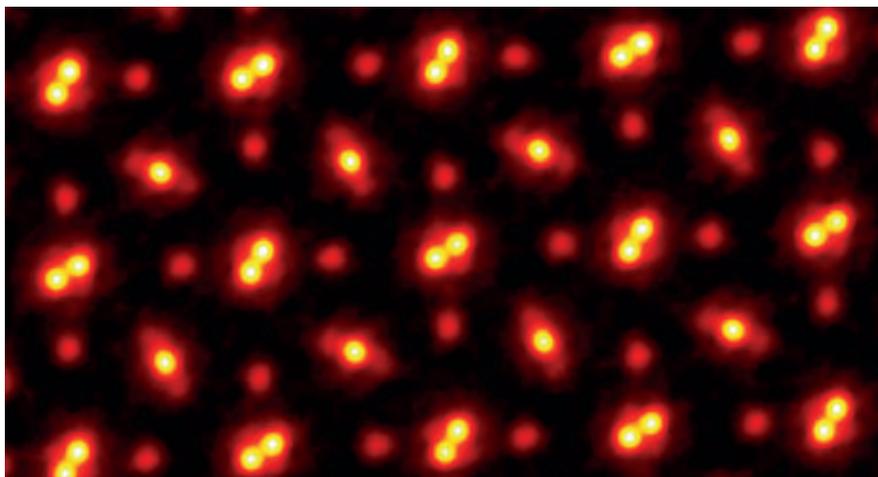
## Исследователи получили фотографию атомов в рекордном разрешении

Фотография атомов получилась настолько четкая, что единственное размытие, которое остается, – это тепловое колебание самих атомов.

Это изображение показывает атомную структуру кристалла ортоскандата празеодима ( $\text{PrScO}_3$ ), увеличенную в 100 миллионов раз. © Корнельский университет.

В 2018 году исследователи из Корнельского университета создали мощный детектор, который в сочетании с управляемым алгоритмом процессом, называемым птихография, установил мировой рекорд, утроив разрешение современного электронного микроскопа.

Однако детектор работал только с ультратонкими образцами толщиной в несколько атомов.



Теперь команда исследователей, снова возглавляемая Дэвидом Мюллером, в два раза превзошла свой собственный рекорд с помощью детектора матрицы пикселей электронного микроскопа (EMPAD), который включает в себя еще более сложные алгоритмы трехмерной реконструкции.

Фотография атомов получилась настолько четкая, что единственное размытие, которое остается, – это тепловое колебание самих атомов.

«Это не просто новый рекорд, – сказал Дэвид Мюллер. – «Достигнут режим, который фактически будет максимальным пределом разрешения. Теперь мы можем очень легко определить, где находятся атомы. Детектор открывает множество новых возможностей измерения того, что мы хотели. Это также решает давнюю проблему – устранение многократного рассеяния луча в образце, которое Ганс Бете изложил в 1928 году».

Птихография работает путем сканирования перекрывающихся схем рассеяния от образца материала и поиска изменений в области перекрытия.

Детектор слегка расфокусирован, размывая луч, чтобы получить как можно более широкий диапазон данных. Затем эти данные восстанавливаются с помощью сложных алгоритмов, в результате чего получается сверхточное изображение с точностью до пикометра (одна триллионная метра).

Исследователи могли бы снова побить свой рекорд, используя материал, который состоит из более тяжелых атомов, которые меньше колеблются, или охладив образец. Но даже при нулевой температуре атомы все равно имеют квантовые флуктуации, поэтому улучшение не будет очень большим.

Эта новейшая форма электронной птихографии позволит ученым определять местонахождение отдельных атомов во всех трех измерениях и создавать самые четкие фотографии атомов. Исследователи также смогут находить примесные атомы в необычных конфигурациях и отображать их и их колебания по одному.

Это может быть особенно полезно при отображении полупроводников, катализаторов и квантовых материалов, включая те, которые используются в квантовых вычислениях, а также для анализа атомов на границах, где материалы соединяются вместе.

Метод визуализации может также применяться к биологическим клеткам или тканям или даже к синапсным соединениям в мозге.

Хотя этот метод требует много времени и вычислений, его можно было бы сделать более эффективным с помощью более мощных компьютеров в сочетании с машинным обучением и более быстрыми детекторами.

Статья об исследовании была опубликована в журнале Science.

<https://ab-news.ru/2021/05/24/fotografiya-atomov/>

## Ядерный реактор «Искусственное солнце» установил новый рекорд по удержанию плазмы

Токамак «Искусственное солнце» имеет серию магнитных катушек, предназначенных для удержания перегретых потоков водородной плазмы на месте достаточно долго для протекания реакций синтеза. Китайский экспериментальный усовершенствованный сверхпроводящий токамак (EAST, Искусственное солнце) – одно из ряда многообещающих исследовательских устройств ядерного синтеза, действующих по всему миру, и за последние несколько лет он сделал несколько впечатляющих шагов вперед.

Китайские государственные СМИ теперь сообщают, что ученые, работающие над проектом «Искусственное солнце», достигли нового мирового рекорда, удерживая плазму температурой в 120 миллионов градусов Цельсия в течение 101 секунды в их последнем раунде экспериментов, приближаясь к давно преследуемой цели чистой и безграничной энергии.

Идея исследований ядерного синтеза состоит в том, чтобы воссоздать процесс, который Солнце использует для производства огромного количества энергии, когда интенсивное тепло и давление объединяются, чтобы произвести плазму, в которой атомные ядра сливаются с невероятными скоростями.



Ученые работают с рядом экспериментальных устройств, чтобы вызвать и изучить эти реакции здесь, на Земле, но эксперты считают именно токамаки, такие как «Искусственное солнце» в Китайском институте физических наук Хэфэй, наиболее многообещающим подходом.

Этот металлический тор имеет серию магнитных катушек, предназначенных для удержания перегретых потоков водородной плазмы на месте достаточно долго для протекания реакций. В 2016 году ученым из EAST удалось нагреть водородную плазму примерно до 50 миллионов °С и выдержать ее в течение 102 секунд. Затем коман-

да повысила ставку до 100 миллионов °С, что более чем в шесть раз горячее, чем ядро Солнца, в 2018 году, удерживая плазму около 10 секунд.

Последний этап экспериментов знаменует собой еще один шаг вперед для исследователей. По сообщению китайского государственного информационного агентства Синьхуа, исследователи установили новый рекорд в 120 миллионов °С для нагретой плазмы и выдержки в течение 101 секунды.

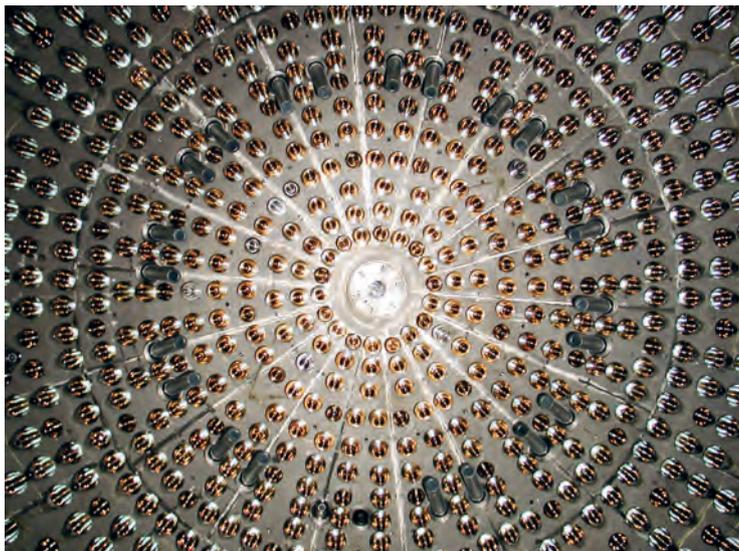
В отдельных экспериментах «Искусственное Солнце», как его еще называют, нагревает плазму до 160 миллионов °С на 20 секунд. В конечном итоге публично заявленная цель EAST – поддерживать температуру плазмы около 100 миллионов °С в течение более 1000 секунд или около 17 минут.

Подобные эксперименты предназначены не для выработки электричества, которое можно использовать, а для развития физики термоядерного синтеза для устройств следующего поколения, таких как ИТЭР, который станет крупнейшим в мире термоядерным реактором после завершения строительства в 2025 году.

Реактор KSTAR, который установил мировой рекорд, поддерживая температуру плазмы на уровне более 100 миллионов °С в течение 20 секунд в прошлом году, послужит основой для разработки ИТЭР, который, как ожидается, начнет работать в полную силу в 2035 году.

<https://ab-news.ru/2021/05/24/fotografiya-atomov/>

## Ученые Курчатовского института в составе коллаборации Borexino получили премию Европейского физического общества



31 мая ученым Отделения физики нейтрино НИЦ «Курчатовский институт», участвующим в международном проекте Borexino, присуждена престижная премия Европейского физического общества имени Джузеппе и Ванны Коккони за выдающийся вклад в астрофизику элементарных частиц и космологию.

Работа коллаборации получила признание за новаторское наблюдение солнечных нейтрино из протон-протонной и CNO-цепочек. Эти результаты открыли возможность всестороннего исследования Солнца как генератора энергии ядерного синтеза. Церемония награждения состоится на конференции Европейского физического общества по физике высоких энергий 26 июля 2021 года. Проект Borexino образован в середине 1990-х годов для создания крупномасштабного нейтринного детектора в подземной лаборатории Гран-Сассо (Италия) для измерения полного

энергетического спектра солнечных нейтрино. Для достижения требуемых характеристик в эксперименте было уменьшено радиоактивное загрязнение детектора примерно на десять порядков и получен беспрецедентно низкий уровень фона. Сбор данных эксперимента начался в 2007 году. Наиболее прорывные результаты работы коллаборации – доказательства протекания двух термоядерных процессов на Солнце: протон-протонной цепочки, обеспечивающей 99% солнечной энергии, и CNO-цикла, который составляет оставшийся 1%. Результаты работ были опубликованы в журнале Nature в 2014, 2018 и 2020 годах. Эти открытия имеют огромное значение для изучения физики нейтрино и решения давней проблемы металличности Солнца. В международной коллаборации Borexino проводят исследования более 100 ученых из разных стран, в том числе российские специалисты из НИЦ «Курчатовский институт», НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ, ОИЯИ, НИИЯФ имени Д.В. Скобельцына, МГУ имени М.В. Ломоносова.

<https://www.atomic-energy.ru/news/2021/06/01/114390>

## Ученые разработали метод очистки оборудования АЭС от загрязнения

Ученые Института общей и неорганической химии им. В.И. Вернадского НАН Украины разработали метод электрохимического извлечения радиоактивного загрязнения с поверхностей технологического оборудования атомных электростанций.

Метод прошел успешную апробацию на Чернобыльской атомной электростанции и Исследовательском ядерном реакторе Института ядерных исследований НАН Украины. По итогам испытаний создано устройство для электрохимической дезактивации металлических поверхностей оборудования в нестационарных условиях и разработана конструкторско-технологическая документация для его серийного изготовления.

Украина имеет собственную атомную энергетику, которую будет развивать и в будущем. Поэтому актуальными задачами являются обеспечение высокого уровня безопасности обслуживающего персонала, уменьшение загрязнения окружающей среды.

Оборудование атомных электростанций и экспериментальных реакторов следует периодически осматривать для выявления повреждений и профилактического ремонта. В процессе эксплуатации это оборудование загрязняется радионуклидами, становясь источником повышенной опасности для обслуживающего персонала и окружающей среды, поэтому требует дезактивации.

Учитывая события, случившиеся на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) 1986 года, проблема дезактивации технологического оборудования в Украине стоит еще острее, чем в любой другой стране мира. Необходимость дезактивации особо ценного оборудования и техники требует создания эффективных технологий и оборудования, отвечающих международным стандартам.

Радионуклиды накапливаются в основном в дефектах (микротрещинах и микровпадинах) поверхностного слоя оборудования, сформированного оксидными соединениями. Удалить их можно механическими, химическими и электрохимическими методами. Толщина этого слоя оценивается в около 50 мкм.

Анализ показал, что среди известных ныне методов извлечения радиоактивного загрязнения лишь электрохимический метод обеспечивает высокую интенсивность растворения поверхностного слоя и качественную дезактивацию при невысоких удельных затратах реактивов и электроэнергии, обеспечивая при этом сохранение начальной формы, размеров, качества обработки и механических свойств поверхностей оборудования.

Суть электрохимической дезактивации заключается в разрушении поверхностного слоя загрязненного оборудования под действием электрического тока и переводе элементов, которые его образуют, в соединения, накапливающиеся в растворах, с помощью которых выполняют эту операцию.

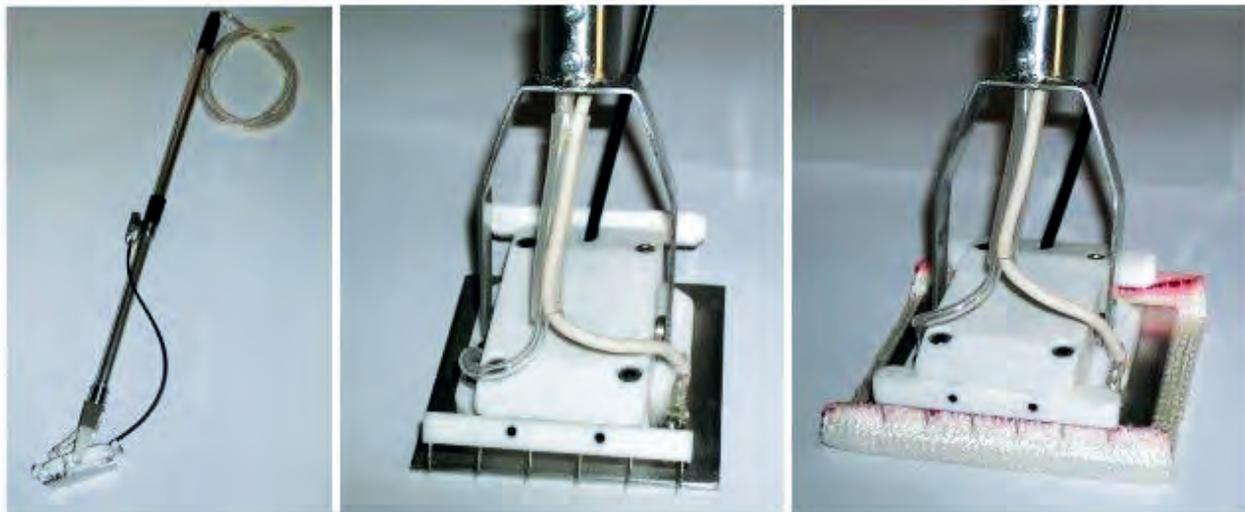
Следует отметить, что известные методы электрохимического удаления радионуклидов в стационарных условиях практически не пригодны для дезактивации оборудования больших габаритных размеров. Такое оборудование требует создания ванн соответствующих размеров, что обуславливает большие удельные расходы реагентов и электроэнергии, не обеспечивает удаление радионуклидов из внутренних поверхностей.

Специалисты Института общей и неорганической химии им. В.И. Вернадского НАН Украины разработали устройство, которое позволяет избежать этих недостатков.

Суть разработки заключается в том, что поверхность, которую необходимо дезактивировать, соединяют с положительным полюсом источника постоянного тока (или делают одним из электродов, если используют переменный ток). Поступательными движениями перемещают катод, который контактирует с анодом через слой пористого диэлектрического материала, насыщенного раствором, с помощью которого изымают радионуклиды.

Разработанный учеными выносной электрод (катод) оснащен телескопической штангой, на которой смонтированы устройства, обеспечивающие питание электрическим током, непрерывную подачу раствора в пористый диэлектрик, перемещения поверхностью анода с любым наклоном, быструю замену пористого материала при насыщении его радионуклидами, не допускает контакта обслуживающего персонала с источником радиоактивного загрязнения.

Радионуклиды, переходящие в раствор при электролизе, накапливаются в пористом материале. Как пористый материал рекомендованы кремнеземные или базальтовые многослойные ткани. Они имеют высокую способность удерживать рабочие растворы и сорбировать радионуклиды, которые переходят в раствор при электрохимической обработке. Удельные расходы раствора при использовании этих материалов оцениваются примерно в 3-4 мл/дм<sup>2</sup> поверхности. В отличие от стационарного режима, разработанный метод позволяет дезактивировать оборудование без демонтажа с места эксплуатации и без ограничений по размерам.



В отличие от электрохимической дезактивации в стационарных ваннах, которая сопровождается накоплением значительных объемов отработанных растворов, загрязненных радионуклидами, в свою очередь, требует дополнительных операций обезвреживания и захоронения, использование выносного электрода позволяет локализовать радионуклидные загрязнения в небольших объемах пористых диэлектрических материалов, пригодных для длительного хранения или регенерации.

Созданное оборудование ученые Института общей и неорганической химии им. В.И. Вернадского НАН Украины протестовали совместно с коллегами из Исследовательского ядерного реактора Института ядерных исследований НАН Украины.

Полученные результаты показали, что электрохимическая дезактивация позволяет уменьшить уровень загрязнения поверхностей различных фрагментов технологического оборудования с нормами, допускающими безопасную эксплуатацию обслуживающим персоналом.

[http://www.elap.kz/ru/news/703-uchenyje\\_razrabotali\\_metod\\_ochistki\\_oborudovanija\\_aes\\_ot\\_zagraznenija/](http://www.elap.kz/ru/news/703-uchenyje_razrabotali_metod_ochistki_oborudovanija_aes_ot_zagraznenija/)

## Свежее топливо остановленного норвежского реактора вывезут в Великобританию



Институт энергетических технологий IFE (Норвегия) и компания «Springfields Fuels Limited» (принадлежит «Westinghouse») подписали контракт на вывоз в Британию для переработки 3 тонн необлучённого топлива исследовательского реактора, сообщает «World Nuclear News».

Контракт был подписан 21 мая 2021 года, его стоимость составляет примерно 2,9 миллиона долларов.

До вывоза первой партии топлива потребуется получить соответствующее разрешение от норвежского регулирующего органа. Также по линии МИД необходимо получить согласие на реэкспорт от страны-поставщика топлива.

«Это затратные по времени процедуры, и мы не ожидаем, что будем способны отправить первую партию вплоть до 2022 года», – аккуратно прокомментировали в IFE.

Всего предполагается вывезти топливо шестью партиями, весь процесс займёт примерно два года.

После доставки топлива на завод компании «Springfields» близ Престона (Ланкашир) эта компания станет владельцем топлива. Она планирует переработать поставленные тепловыделяющие сборки и использовать содержащийся в них уран при изготовлении топлива для коммерческих АЭС.

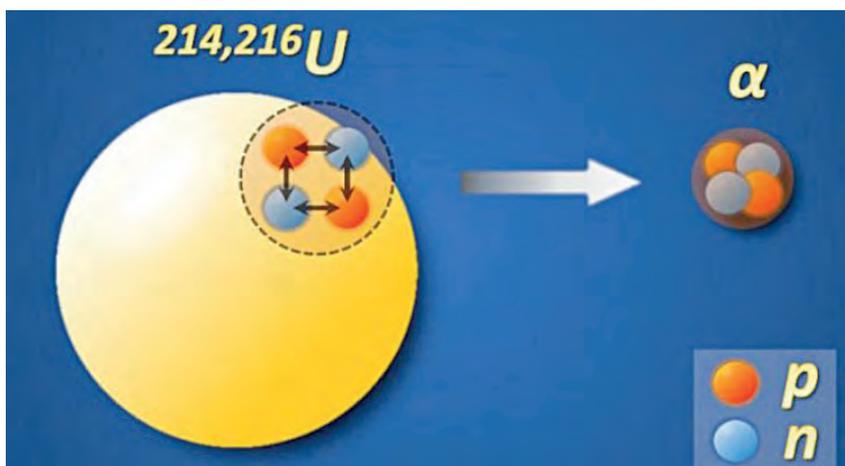
Норвежские исследовательские реакторы HBWR (Халден) и JEEP-II были закрыты в 2018-2019 годах. В том случае, если их оставшееся неиспользованным топливо не удастся вывезти в Британию, то по норвежскому законодательству оно трактовалось бы как отходы.

Говоря о контракте со «Springfields», Питер Беннетт, руководитель проекта в IFE, отметил, что существуют определённые проблемы с хранением и утилизацией необлучённого урана в течение длительного периода времени.

«Мы говорим о временном горизонте более 100 тысяч лет. Если материал будет храниться так долго, начнут образовываться другие нуклиды с длительным периодом полураспада. Это усложняет задачу разработки безопасных и надёжных решений для хранения. Поскольку материал не облучён и не использовался в реакторах, то он фактически является ресурсом, который имеет ценность для атомной энергетики. Этот материал – сырьё, которое может быть использовано для производства нового ядерного топлива», – пояснил Беннетт.

*AtomInfo.ru*

## Физики открыли новый изотоп урана: уран-214



Новый изотоп урана,  $^{214}\text{U}$ , наблюдался в серии экспериментов на спектрометре тяжелых атомов (SHANS) в Центре исследования тяжелых ионов в Ланьчжоу, в Китае.

Физики Центра исследования тяжелых ионов в Китае наблюдали самый легкий изотоп урана на сегодняшний день, уран-214 ( $^{214}\text{U}$ ), и точно измерили свойства  $\alpha$ -распада двух ранее известных изотопов,  $^{216}\text{U}$  и  $^{218}\text{U}$ .

Уран – это химический элемент с символом U и атомным номером 92.

Обнаруженный в 1789 году немецким

химиком Мартином Генрихом Клапротом, это серебристо-белый слаборадиоактивный металл находится в ряду актинидов периодической таблицы.

Встречающийся в природе уран состоит из  $^{238}\text{U}$  на 99,3%,  $^{235}\text{U}$  на 0,7% и очень небольшого количества  $^{234}\text{U}$ .

Все эти изотопы радиоактивны, испускают  $\alpha$ -частицы и имеют период полураспада от 159 200 до 4,47 миллиарда лет.

Новый изотоп урана,  $^{214}\text{U}$ , наблюдался в серии экспериментов на спектрометре тяжелых атомов (SHANS) в Центре исследования тяжелых ионов в Ланьчжоу, в Китае. Чтобы получить ядра  $^{214}\text{U}$ , физики выпустили луч аргона-36 ( $^{36}\text{Ar}$ ) по мишени из вольфрама-182 ( $^{182}\text{W}$ ).

«Для урана-214 использовалась реакция термоядерного испарения  $^{182}\text{W}$  ( $^{36}\text{Ar}$ ,  $^4\text{n}$ )  $^{214}\text{U}$  с энергией пучка 184 МэВ и типичной интенсивностью пучка 500 рпА», – пояснили ученые.

«Мишени  $^{182}\text{W}$  были приготовлены путем напыления материала на углеродную фольгу, а затем покрыты углеродным слоем».

Исследователи идентифицировали уран-214 путем поиска коррелированных по положению и времени цепочек  $\alpha$ -распада с помощью известных свойств  $\alpha$ -распада его потомков.

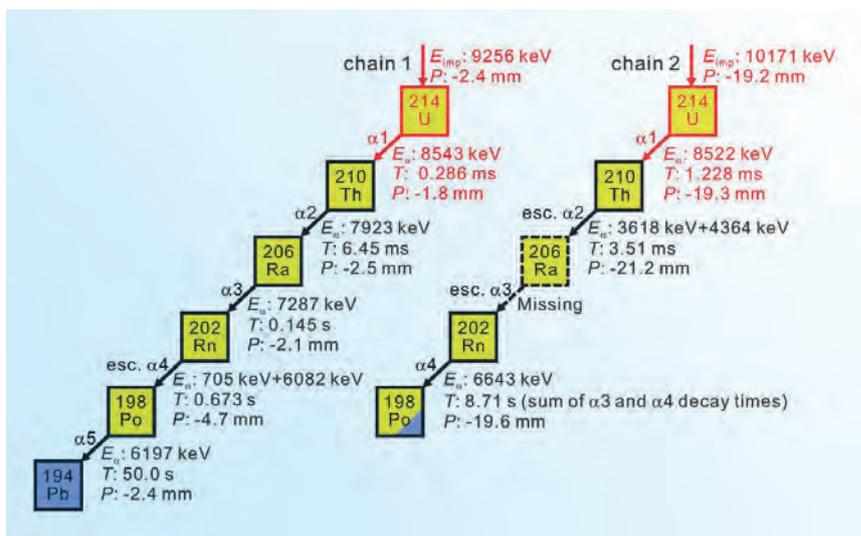
«Измеренные свойства распада дочерних продуктов хорошо согласуются с известными данными для  $^{210}\text{Th}$ ,  $^{206}\text{Ra}$ ,  $^{202}\text{Rn}$  и  $^{198}\text{Po}$ ».

«На основе этих измерений средняя энергия  $\alpha$ -частицы и период полураспада урана-214 были определены как 8 533 кэВ и 0,52 мс соответственно».

Исследователи также обстреляли вольфрамовые мишени пучками аргона и кальция, чтобы получить точные характеристики распада двух других легких изотопов урана,  $^{216}\text{U}$  и  $^{218}\text{U}$ .

«Более точные свойства  $\alpha$ -распада четно-четных ядер  $^{216}\text{U}$  и  $^{218}\text{U}$  были измерены в реакциях  $^{40}\text{Ar}$ ,  $^{40}\text{Ca}$  с мишенями  $^{180}\text{W}$ ,  $^{182}\text{W}$  и  $^{184}\text{W}$ », – заявили они.

Результаты работы были опубликованы в журнале Physical Review Letters.



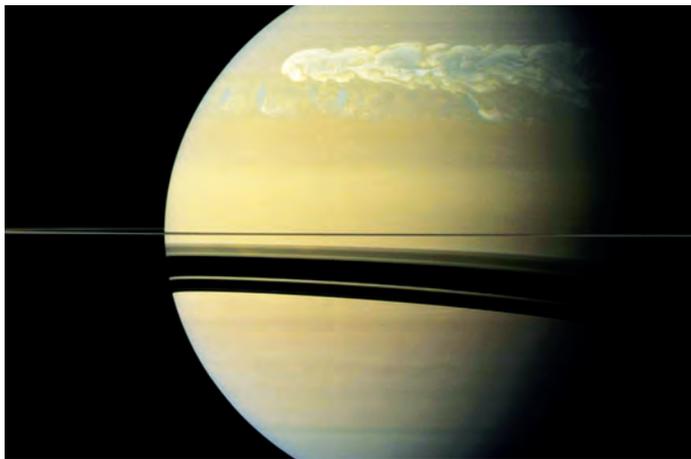
Наблюдаемые цепочки  $\alpha$ -распада урана-214.

<https://ab-news.ru/2021/05/16/izotop-uran-214/>

## Российские учёные предложили использовать ядерные двигатели для быстрых полётов к планетам-гигантам



Исследователи из России рассматривают возможность запуска космических аппаратов на ядерной тяге для изучения планет Солнечной системы. Об этом рассказал научный руководитель Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) Лев Зелёный.



Речь идёт об отправке автоматической станции к Юпитеру, Сатурну, Урану или Нептуну. Применение ядерных двигателей позволит добраться до выбранной цели исследований в относительно небольшие сроки.

«Мы сейчас даже начали мечтать о полёте к планетам-гигантам. Пока никогда — ни в Советском Союзе, ни в России — не летали, там тоже очень интересно. Обычным двигателем — это очень долгая дорога, с солнечными манёврами, а вот на такой современной технике можно долететь гораздо быстрее», — приводит «РИА Новости» слова господина Зелёного.

В России, напомним, уже начата реализация проекта под названием «Нуклон», предусматривающего создание транспортно-энергетического модуля с бортовым ядерным реактором мегаваттного класса. Такой космический буксир сможет транспортировать различные грузы и аппараты, автономно вырабатывая энергию в течение длительного времени.

Работы в рамках аванпроекта «Нуклон» выполняет петербургское конструкторское бюро «Арсенал» имени М. В. Фрунзе. Правда, первый запуск буксира состоится не ранее 2030 года, а, вероятнее всего, позднее.

<https://3dnews.ru/1036757/rossiyskie-uchyonie-predlogili-ispolzovat-yadernie-dvigateli-dlya-bistrih-polyotov-k-planetamgigantam>

## Ученые создали лазерный импульс самой высокой интенсивности

Лазерный импульс интенсивностью более  $10^{23}$  Вт на квадратный сантиметр является результатом высокотехнологичной оптической системы.

Ученые из Южной Кореи достигли важной вехи в физике, к которой исследователи в этой области стремились на протяжении десятилетий, создав рекордный лазер сверхвысокой интенсивности.

Интенсивность импульса более  $10^{23}$  Вт на квадратный сантиметр является результатом высокотехнологичной оптической системы, которая точно фокусирует луч на крохотной цели и открывает совершенно новые возможности в областях исследований, от астрофизики до лечения рака.

Это достижение – работа исследователей из Южнокорейского центра релятивистской лазерной науки (CoReLS), которые более десяти лет работали над улучшением работы лазера Геркулеса в Мичиганском университете, который ранее был рекордсменом по наивысшим показателям.

Это оборудование способно генерировать лучи с интенсивностью  $10^{22}$  Вт/см<sup>2</sup>, и в течение почти двух десятилетий ученые работали над тем, чтобы превзойти его и достичь неуловимой цели – лазерного луча  $10^{23}$  Вт/см<sup>2</sup>. Исследователи CoReLS достигли этого с помощью фемтосекундного лазера сверхвысокой мощности в 4 петаватта и очень сложной оптической системы для усиления и фокусировки луча.

Система включает в себя использование ряда деформируемых зеркал для коррекции искажений и создания лазера с строго контролируемым волновым фронтом, а затем использование большого внеосевого параболического зеркала для фокусировки лазерного луча 28 см на цель размером всего 1,1 микрометра в ширину, что составляет менее пятидесяти процентов диаметра человеческого волоса.

Затем ученые использовали камеру и датчик волнового фронта, чтобы отобразить и измерить отраженный лазерный луч, который, по их словам, по интенсивности сопоставим с фокусировкой всего солнечного света, достигающего Земли, в пятно размером всего 10 микрон.

«Этот высокоинтенсивный лазер позволит нам исследовать астрофизические явления, такие как электрон-фотонное и фотон-фотонное рассеяние в лаборатории», – говорит Чанг Хи Нам, директор CoReLS и профессор Института науки и технологий Кванджу.

«Мы можем использовать этот лазерный импульс для экспериментальной проверки и получения доступа к теоретическим идеям, некоторые из которых были впервые предложены почти столетие назад».

Некоторые из этих идей касаются квантовой электродинамики сильного поля, которая, как считается, вносит вклад в чрезвычайно энергичные космические лучи, в то время как другие касаются проблем, которые немного ближе к дому. Лучевая терапия рака сегодня включает в себя протоны высокой энергии, производимые ускорителями, которые требуют огромных радиационных экранов, но использование лазеров для производства этих протонов может сделать такие системы менее дорогостоящими и, следовательно, гораздо более доступными.

«Этот высокоинтенсивный лазерный импульс позволит нам заняться новой и сложной наукой, особенно квантовой электродинамикой сильного поля, которой в основном занимались теоретики», – говорят ученые. «Помимо помощи нам в лучшем понимании астрофизических явлений, он также может предоставить информацию, необходимую для разработки новых источников радиационного лечения, в котором для лечения рака используются протоны высокой энергии».

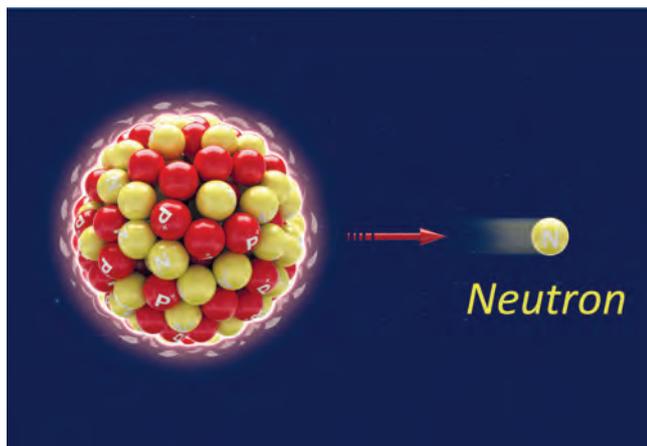
Исследование было опубликовано в журнале Optica.



Исследователи работают над петаваттным лазером в Центре релятивистской лазерной науки (CoReLS) в Республике Корея. © Chang Hee Nam/CoReLS

<https://ab-news.ru/2021/05/07/uchenye-sozdali-lazernyj-impuls-samoj-vysokoj-intensivnosti/>

## Физики определили толщину нейтронной оболочки



Протоны и нейтроны, которые образуют ядро в сердце каждого атома во Вселенной, помогают определить идентичность и свойства каждого атома.

Физики-ядерщики провели новое, высокоточное измерение толщины нейтронной «кожи», которая охватывает свинцовое ядро, в экспериментах, проведенных в Национальном ускорительном центре Томаса Джефферсона и только что опубликованных в *Physical Review Letters*. Результат, который показал толщину нейтронной оболочки в 0,28 миллионных долей нанометра, имеет важное значение для структуры и размера нейтронных звезд.

Протоны и нейтроны, которые образуют ядро в сердце каждого атома во Вселенной, помогают определить идентичность и свойства каждого атома. Физики-ядерщики изучают различные ядра, чтобы узнать больше о том, как протоны и нейтроны действуют внутри ядра. Совместная работа по эксперименту с ра-

диусом свинца, получившая название PREx (по химическому обозначению свинца, Pb), изучает тонкие детали распределения протонов и нейтронов в ядрах свинца.

«Вопрос в том, где находятся нейтроны в свинце. Свинец – тяжелое ядро, в нем есть дополнительные нейтроны, но что касается ядерной силы, то равное сочетание протонов и нейтронов работает лучше», – говорит Кент Пашке, профессор Университета Вирджинии и соавтор эксперимента.

Легкие ядра, в которых всего несколько протонов, обычно имеют одинаковое количество протонов и нейтронов внутри. По мере того как ядра становятся тяжелее, им требуется больше нейтронов, чем протонов, чтобы оставаться стабильными.

Все стабильные ядра, имеющие более 20 протонов, имеют больше нейтронов, чем протонов. Например, свинец содержит 82 протона и 126 нейтронов. Измерение того, как эти дополнительные нейтроны распределяются внутри ядра, является ключевым вкладом в понимание того, как тяжелые ядра собираются вместе.

«Протоны в ядре свинца находятся в сфере, и мы обнаружили, что нейтроны находятся в большей сфере вокруг них, и мы называем это нейтронной оболочкой», – говорят ученые.

Результат эксперимента PREx, опубликованный в *Physical Review Letters* в 2012 году, обеспечил первое экспериментальное наблюдение этой нейтронной оболочки с использованием методов рассеяния электронов. Вслед за этим результатом сотрудничество приступило к более точному измерению его толщины в PREx-II. Измерение было проведено летом 2019 года с использованием Установки ускорителя непрерывного электронного пучка. Этот эксперимент, как и первый, измерял средний размер ядра свинца в пересчете на его нейтроны.

Нейтроны трудно измерить, потому что многие чувствительные зонды, которые физики используют для измерения субатомных частиц, полагаются на измерение электрического заряда частиц посредством электромагнитного взаимодействия, одно из четырех взаимодействий в природе. PREx использует другую фундаментальную силу – слабую ядерную силу, для изучения распределения нейтронов.

«Протоны имеют электрический заряд и могут быть нанесены на карту с помощью электромагнитной силы. Нейтроны не имеют электрического заряда, но по сравнению с протонами они имеют большой слабый заряд, и поэтому, если вы используете слабое взаимодействие, вы можете выяснить, где находятся нейтроны», – объяснил Кент Пашке.

В ходе эксперимента точно контролируемый пучок электронов был направлен на тонкий лист криогенно охлажденного свинца. Эти электроны вращались в направлении своего движения.

Электроны в пучке взаимодействовали с протонами или нейтронами свинцовой мишени либо через электромагнитное, либо через слабое взаимодействие. В то время как электромагнитное взаимодействие зеркально симметрично, слабое взаимодействие – нет. Это означает, что электроны, взаимодействующие с помощью электромагнетизма, делали это независимо от направления спина электронов, в то время как электроны, взаимодействующие с помощью слабого взаимодействия, предпочтительно делали это чаще, когда спин был в одном направлении по сравнению с другим.

«Используя эту асимметрию в рассеянии, мы можем определить силу взаимодействия, и это говорит нам о размере объема, занимаемого нейтронами. Он говорит нам, где нейтроны сравниваются с протонами.», – сказал Кришна Кумар, соавтор эксперимента и профессор Массачусетского университета.

Для успешного проведения измерений требовалась высокая степень точности. На протяжении всего эксперимента спин электронного пучка переключался из одного направления в противоположное 240 раз в секунду, а затем электроны пролетали почти полтора километра через ускоритель CEBAF, прежде чем были точно помещены на мишень.

«В среднем за весь прогон мы знали, где находятся правый и левый лучи относительно друг друга в пределах ширины 10 атомов», – говорят физики.

Электроны, которые рассеялись от ядер свинца, оставив их нетронутыми, были собраны и проанализированы. Затем сотрудничество PREx-II объединило его с предыдущим результатом 2012 года и точными измерениями радиуса протона ядра свинца, который часто называют радиусом его заряда.

«Радиус заряда составляет около 5,5 фемтометров. И распределение нейтронов немного больше этого – около 5,8 фемтометров, так что нейтронная оболочка составляет 0,28 фемтометра, или около того 28 миллионных нанометра».

Исследователи заявили, что эта цифра больше, чем предполагали некоторые теории, что имеет значение для физических процессов в нейтронных звездах и их размера.

«Это самое прямое наблюдение нейтронной оболочки. Мы находим то, что мы называем жестким уравнением состояния – более высокое, чем ожидалось, давление, так что трудно втиснуть эти нейтроны в ядро. Итак, мы обнаружили, что плотность внутри ядра немного ниже, чем ожидалось».

«Нам нужно знать содержание нейтронной звезды и уравнение состояния, и тогда мы сможем предсказать свойства этих нейтронных звезд», – говорят исследователи. – «Итак, то, что мы получаем после этого измерения ядра свинца, позволяет лучше экстраполировать на свойства нейтронных звезд.»

Неожиданно жесткое уравнение состояния, подразумеваемое результатом PREx-II, имеет глубокие связи с недавними наблюдениями сталкивающихся нейтронных звезд, сделанными в эксперименте с Гравитационно-волновой обсерваторией лазерного интерферометра, получившей Нобелевскую премию, или LIGO.

LIGO – это крупномасштабная физическая обсерватория, предназначенная для обнаружения гравитационных волн.

«Когда нейтронные звезды начинают вращаться по спирали друг вокруг друга, они испускают гравитационные волны, которые обнаруживаются LIGO. И когда они приближаются в последнюю долю секунды, гравитационное притяжение одной нейтронной звезды превращает другую нейтронную звезду в каплю – она на самом деле становится продолговатой, как мяч в американском футболе.

– Если нейтронная оболочка больше, то это означает определенную форму для мяча, а если нейтронная оболочка меньше, это означает другую форму. А форма футбольного мяча измеряется LIGO», – сказал Кришна Кумар. «Эксперимент LIGO и эксперимент PREx делали очень разные вещи, но они связаны этим фундаментальным уравнением – уравнением состояния ядерной материи.»

<https://ab-news.ru/2021/04/28/fiziki-opredelili-tolshhinu-nejtronnoj-obolochki/>

## В США разрабатывают проект ядерного реактора в стандартном грузовом контейнере

В США не представляют декарбонизацию без ядерной энергетики. Но ядерная энергетика будущего должна стать иной – портативной, безопасной и мобильной. Для этого научные институты США с привлечением бюджетных средств проектируют не только модульные микрореакторы мощностью до 300 МВт, но также заняты разработкой безопасных и транспортабельных микрореакторов мощностью до 20 МВт.

Подобные микрореакторы могут применяться в самых разных областях: для зарядки электромобилей вдоль удаленных трасс, для подачи питания в малонаселенной местности, в освоении Арктики и даже в космосе. Габариты реакторов должны позволить перевозить их в стандартных 40-футовых (12-метровых) контейнерах на грузовиках.

Примечательно, что для передачи тепла из рабочей зоны ядерного микрореактора в зону преобразования в электрическую энергию будут использоваться тепловые трубки, подобно тому, как это сделано в охлаждающих системах персональных компьютеров. Охлаждение и отвод тепла из рабочей зоны станут полностью пассивными, что будет гарантировать надёжность системы и работу без обслуживания в течение десятилетий.

Другое важное условие для проектирования ядерных микрореакторов – это использование низкообогащённого топлива. Такое вещество, даже если оно попадёт не в те руки, нельзя будет использовать для создания ядерного оружия. Технология работы с низкообогащённым ядерным топливом предполагает процесс «замедления» нейтронов. В обычных реакторах для этого используется графит, но в случае микрореакторов – это неподходящее по габаритам и весу решение.

В качестве альтернативы графиту для замедления нейтронов в активной зоне реактора предложены соединения металлов с водородом – гидриды, а проблему с разложением гидридов при высоких температурах предложено решать с помощью многослойных защитных оболочек для таких «замедлителей».

Активную работу на направлении ядерных микрореакторов ведёт Аргоннская национальная лаборатория. Причём участники проектов отвечают не только за разработку реакторов, но также сотрудничают с регулирующими органами США для разработки нормативной базы по размещению и эксплуатации таких силовых установок. Чуть подробнее со ссылками по этой теме сказано на сайте Аргоннской национальной лаборатории.

<https://3dnews.ru/1038088/v-ssha-razrabativayut-proekt-yadernogo-reaktora-v-standartnom-gruzovom-konteynere>





The background is a dark teal color with several glowing, semi-transparent green spheres of varying sizes. Some spheres have bright white highlights, giving them a 3D effect. There are also faint, glowing light trails and smaller white dots scattered across the scene, creating a sense of depth and movement.

# СВЯЗЬ ВРЕМЕН



# Формула «Пять минус один»

*«XX век. Это время, когда Вселенную вообразили частицей,  
а частицы оказались целой Вселенной.  
Это время, когда человек впервые потревожил вечный  
покой атома и он «огрызнулся»,  
показав себя сильнее научного воображения»*

**Нурсултан Назарбаев, «Эпицентр мира»**

*Последним этапом деятельности Семипалатинского испытательного полигона (СИП) стал период с 1989 по 1991 гг. Заключительная серия взрывов, состоящая из 7 подземных ядерных испытаний, была осуществлена в 1989 г., а 29 августа 1991 г. Указом № 409, подписанного Президентом Казахской ССР Н. Назарбаевым, полигон был закрыт. Этим же Указом рекомендовалось Семипалатинский ядерный полигон преобразовать в научно-исследовательский центр. После распада СССР в конце 1991 г. СИП стал собственностью нового независимого государства - Республики Казахстан.*

### **О событиях конца XX века из материалов книги «Семипалатинский испытательный полигон. Создание, деятельность, конверсия»**

26 февраля 1989 г. народный депутат Верховного Совета СССР, поэт Олжас Сулейменов выступил по казахстанскому телевидению с открытым заявлением к народу. Основное внимание в его выступлении было сконцентрировано на двух только что проведенных на СИП, а именно

12 и 17 февраля 1989 г., подземных ядерных испытаниях, которые «...повлекли за собой выброс радиоактивных газов в атмосферу и соответственно повышение уровня радиации в городе Чаган». Обращаясь к народу, О. Сулейменов говорил: «...Поднялась паника. Я, как депутат Верховного Совета, написал запрос. Была создана комиссия, о результате работы которой так никто и ничего и не узнал. Тогда я выступил по казахстанскому телевидению и впервые в прямом эфире сказал об этом выбросе. Я понимал состояние председателя Гостелерадио Казахстана, который хватался за сердце. Я понимал и тех людей, которые не знали правды, но должны были ее знать. Я призвал людей прийти 28 февраля на митинг в Союз писателей...»

28 февраля 1989 г. в городе Алма-Ата состоялся митинг общественности, на котором было принято решение о создании антиядерного движения под председательством О. Сулейменова.

В течение марта 1989 г. в Казахской ССР проводился сбор подписей в поддержку движения и благотворительных пожертвований в его фонд. Было собрано более миллиона подписей, поступали тысячи писем и телеграмм, в которых



говорилось о солидарности граждан.

Цель антиядерного движения была сформулирована так: прекращение ядерных испытаний на СИП и его последующее закрытие – как первого из пяти действующих полигонов ядерных держав. Формула закрытия полигона: «Пять минус один».

03 марта 1989 г. состоялось заседание бюро Семипалатинского обкома партии с участием членов правительственной комиссии, работавшей на полигоне под руководством В. А. Букатова. Ниже приводятся фрагменты из стенограммы выступления председателя комиссии и членов бюро обкома партии, изложенные в книге К. Б. Бозтаева.

*Букатов В. А.: «...Наша комиссия прибыла по поручению Генерального секретаря ЦК КПСС и по телеграмме обкома партии с целью изучения на месте возникших проблем. Основная задача и цель на этом этапе - улучшение отработки испытаний ядерного оружия и всего комплекса проблем, связанных с этим. Специалисты по отраслям все посмотрели. По вопросам безопасности и радиационной обстановки, и по итогам работы комиссии будут даны предложения и рекомендации обкому партии, руководству ЦК КПСС и правительству.*

*На каждое испытание и на каждый год принимается постановление ЦК КПСС и Советского правительства на проведение испытаний. Только на основании постановления начальник полигона А. Д. Ильенко, начальник 12 ГУ Минобороны СССР В. И. Герасимов, заместитель министра Средаша СССР В. Н. Михайлов имеют право санкционировать проведение испытания. Есть такой документ на каждое испытание.*

*Если судить строго по этим документам, то у Ильенко ни одного нарушения не было. Не было его и 12 февраля.*

*Сейчас главное направление – минимизировать частоту и мощность испытаний. Будут рассмотрены вопросы безопасности и улучшения экологической обстановки и необходимые организационно-технические меры по предотвращению неблагоприятных случаев. Введем в инструкции и нормативные документы ряд изменений и корректировок. Тогда по-иному будет работать и Ильенко.*

*Надо рассмотреть вопрос об установлении нормы допуска радиации для Семипалатинского региона как категории «Б» (ограниченная часть населения)».*

*Бозтаев К. Б.: «...Но Семипалатинская область не была отнесена к категории «Б», область не имеет льгот и компенсаций, установленных для групп «Б». Не было так и все сорок лет. Сейчас, когда случилась беда, спохватились... Получается так, что произошел выброс, радиационный фон превысил нормативы в тысячи раз (?!), а виновных нет. Так не бывает. Виновники есть, они должны нести ответственность».*



*Чайжунусов М. Ж.: «...Я возглавляю идеологический отдел обкома партии. Обсуждаемый вопрос нельзя рассматривать только под углом преданности, понимания, что необходимо обороне. Со стороны обкома делается все для того, чтобы населению разъяснить. Я один из тех здесь сидящих, который видел ядерные взрывы, будучи еще студентом, в ноябре 1955 г. и осенью 1956 г. Обстановка,*

*создавшаяся после 12 февраля, выходит за рамки рассуждения. Я прошу членов комиссии понять одно. Земля Абая, на которой существует полигон, является для нас, казахов, тем, чем для русских является Ясная Поляна. Она волнует нас. Эта земля стала недоступной для народа...».*

Здесь необходимо небольшое отступление от изложения фрагментов стенограммы, чтобы пояснить, в чем заключается радиационная опасность и степень влияния на здоровье населения «струи» радиоактивных инертных газов, которые могут выходить на поверхность в течение относительно короткого времени после подземного ядерного взрыва. Прохождение «струи» вызывает повышение гамма-фона, но не сопровождается внутренним облучением организма человека. Во всех случаях при прохождении радиоактивной «струи» над населенными пунктами за пределами территории полигона дозы облучения их жителей никогда не превышали допустимой величины, равной 0,5 бэр (5 мЗв) в год. Эта величина в соответствии с НРБ-76/87 являлась пределом дозы облучения населения категории «Б». По данным Диспансера № 4 максимальная годовая доза облучения жителей г. Семипалатинска в 1982 г. составляла 0,18 бэр (1,8 мЗв), что значительно меньше допустимой дозы облучения.

Далее продолжено изложение фрагментов стенограммы заседания бюро Семипалатинского обкома партии, проходившего 03.03.1989 г.

*Бозтаев К. Б.: «...Мы информировали Центр правдиво. Мы просили правительство Союза решить вопрос о компенсациях и предоставить материалы четвертого диспансера для оценки масштабов ущерба от ядерных взрывов. Эту проблему мы ставили объективно. Изложенная в шифрограмме в ЦК КПСС наша позиция принципиальная. Это позиция нашего народа. Мы не отступим от нее».*

В целом по этому событию реакция К. Б. Бозтаева была следующей: «...Комиссия не взяла на себя ответственность за 12 февраля. Комиссия уехала, не высказав ничего определенного. Позже нам сообщили о ее выводах:

- принять дополнительные меры безопасности;
- увеличить глубину заложения заряда;
- подземные испытания продолжать.

*Выброшенные 12 февраля газы – инертные, благородные, они на здоровье людей не влияют.*

*Началось противостояние, продолжавшееся более двух с половиной лет. Противостояние между преступным*

*наследием прошлого и отраслевым упрямством настоящего с одной стороны, и глубоко объективным и законным требованием народа - немедленно прекратить взрывы – с другой стороны.*

*Начальник полигона генерал-лейтенант Ильенко А. Д. вынужден был выступить по местному телевидению, радио, в областных газетах, на встречах с трудовыми коллективами... Однако из уст генерала так никто и не услышал правды... Убежденно и горячо отстаивал он версию о «благородных и инертных газах», их абсолютной безвредности. Прекращение ядерных испытаний, говорил А. Д. Ильенко, это разрушение страны. Это была официальная позиция всемогущего военно-промышленного комплекса (ВПК)».*

**11 марта 1989 г.** в зарубежной прессе появились сообщения о создании в Казахстане первого советского антиядерного движения, которое пользуется поддержкой народа.

**В течение апреля 1989 г.** велась работа по подготовке постановления ЦК КПСС по Семипалатинскому полигону. Проект постановления был завизирован первым секретарем ЦК Компартии Каз.ССР Г. В. Колбиным, а председатель Совета Министров республики Н. А. Назарбаев отказался визировать и потребовал от секретаря ЦК КПСС О. Д. Бакланова включения в этот проект специального пункта об обследовании «пострадавшего» населения, а затем по полученным результатам проведения в Семипалатинске межрегиональной научно-правовой конференции. Такой пункт был включен в проект постановления.

По мнению К. Б. Бозтаева, подготовка проекта постановления проходила без учета мнения Семипалатинского обкома партии, поскольку его представители не участвовали в работе над проектом.

От полигона в подготовке исходных данных для проекта постановления ЦК КПСС принимал участие А. М. Матущенко, который отмечал, что со стороны полигона было сделано несколько попыток подготовить согласованные с руководством Семипалатинской области совместные предложения в документ. Однако со стороны руководства области постоянно диктовалось одно условие: «Компенсациям – да, испытаниям – нет.»

**14 апреля 1989 г.** заместитель Председателя Министров СССР Н. С. Белоусов поручает ряду министерств и ведомств страны совместно с Советом Министров Каз.ССР в двухмесячный срок организовать комплексное обследование населения и экологической обстановки в Семипалатинской области и обсудить результаты этого обследования на конференции в г. Семипалатинске с привлечением для участия в ее работе специалистов и представителей общественности.

Во исполнении этого поручения первый заместитель министра здравоохранения СССР Г. В. Сергеев издал 03.05.1989 г. приказ № 14-К «О направлении комплексной комиссии в г. Семипалатинск», работу которой поручено было возглавить директору НИИ медицинской радиологии АМН СССР, профессору Цыбу А. Ф.

**26 апреля 1989 г.** состоялось совещание Военно-промышленной комиссии, на котором обсуждался план проведения испытаний на полигоне.

Было принято решение о сокращении в 1989 г. количества подземных испытаний с 18 до 9, а также о снижении мощности испытания до 75 кт. Протокол этого заседания № 78/11 был утвержден 27.04.1989 г. И. С. Белоусовым.

**В апреле–мае 1989 г.** город Алма-Ату посетил посол США Мэтлок с целью знакомства с руководителями движения «Невада-Семипалатинск». Послу США были вручены первые документы движения.

Затем состоялся неофициальный визит в Казахстан представителя американской антиядерной организации «Тотал Революшен» Ешуа Мозера.

В это же время создается Координационный совет движения «Невада-Семипалатинск» и принимаются его Программа и Устав.

**3 мая 1989 г.** на Семипалатинском полигоне приступила к работе комплексная комиссия под руководством А. Ф. Цыба. Она состояла из ведущих специалистов страны - специалистов союзного и республиканского уровней. К участию в работе комиссии были привлечены сотрудники органов практического здравоохранения Каз.ССР и Семипалатинской области, а также представители Международного антиядерного движения (МАД) «Невада-Семипалатинск».

В распоряжение комиссии были предоставлены все имеющиеся на полигоне архивные материалы с данными о радиационной обстановке, отчеты с результатами обследований населения, сведения о радиозоологической обстановке в регионе. На основании результатов анализа этих материалов, а также результатов измерений, проводившихся в ходе работы комиссии, была проведена оценка доз облучения населения за период проведения на Семипалатинском полигоне атмосферных и подземных ядерных испытаний.

Результаты работы комиссии были оформлены в виде подробного отчета, который затем был представлен для открытого обсуждения на научно-практической конференции в г. Семипалатинске, состоявшейся в июле 1989 г.

В проведении измерений на местности в ходе работы комиссии участвовало большое количество специалистов и представителей общественности Казахстана: главный радиолог Минздрава Каз.ССР Р. А. Айтмагамбетов, заместитель директора ИЯФ АН Каз.ССР Г. А. Батырбеков, специалисты ИЯФ Г. И. Жуков, В. С. Добровольский, Е. С. Бекмухамбетов, И. В. Казачевский, В. В. Воронин, специалист Института онкологии и краевой патологии Минздрава Каз.ССР С. Л. Турапин, специалисты СЭС г. Семипалатинска и Семипалатинской области Б. С. Чегедеков и М. Х. Каган, специалист Семипалатинского отделения СКЗМ В. Т. Кобрин, представитель от жителей поселка Чаган В. Н. Крылов, сотрудник СЭС Павлодарской области Ю. С. Калинин, представитель от общества «Невада-Семипалатинск» заместитель директора Института Казгипроводхоз М.Х. Елеумзов, ответственный представитель Минздрава СССР В. И. Дериглазов, корреспондент газеты «Комсомольская правда» К. С. Белянинов.

**26 мая 1989 г.** в Москве Военно-промышленная комиссия приняла решение № 194 «О проведении исследований сейсмического действия подземных ядерных взрывов в Семипалатинском регионе».

**09 июня 1989 г.** вышло постановление ЦК КПСС № П160/63 с утверждением предложений Правительственной комиссии, работавшей на Семипалатинском полигоне под руководством В. А. Букатова в связи с проблемами, возникшими в регионе после проведения 12 и 17 февраля 1989 г. очередных подземных ядерных испытаний.

**08 июля 1989 г.** После пятимесячного перерыва осуществлено очередное подземное ядерное испытание, на котором присутствовали представители движения «Невада-Семипалатинск» и средств массовой информации. На поли-

гоне продолжают работы по выполнению Государственной программы проведения подземных ядерных взрывов.

**13 июля 1989 г.** Министр обороны СССР генерал армии Д. Т. Язов и Президент Академии наук СССР Г. М. Марчук направляют в секретариат Съезда народных депутатов СССР ответ на запрос депутатов И. М. Аксенова, И. А. Меркулова и Д. С. Мироновой о проведении ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. В подготовке этого ответа от Минобороны СССР принимал участие А. М. Матущенко.

В это же время народный депутат СССР О. Сулейменов, он же президент антиядерного движения «Невада-Семипа-

*ЦК КПСС. Товарищу Горбачеву М. С.*

*Уважаемый Михаил Сергеевич!*

*Считаю своим долгом информировать ЦК КПСС о положении дел в Семипалатинской области Каз. ССР в связи с продолжающимися на ее территории ядерными испытаниями.*

*Как известно, ядерный полигон в районе Семипалатинска действует свыше 40 лет. Все эти годы область оказывала необходимую помощь и внесла свой вклад в совершенствование ядерного оружия и укрепление обороноспособности страны.*

*Вопрос раньше о полигоне не поднимался по ряду известных причин.*

*Сейчас обстановка иная. Мы стали более открытыми перед народом, называя вещи своими именами.*

*В соответствии с постановлением Политбюро ЦК КПСС 17-18 июля текущего года состоялась научно-практическая конференция, обсудившая вопрос "Здоровье населения и экологическая обстановка в Семипалатинской области Каз. ССР".*

*Конференция выявила многие ситуации, которые ранее не были известны народу и местным органам.*

*За 14 лет активных наземных и воздушных ядерных испытаний в 1949-1963 гг. и 1965 г. проведены сотни взрывов, население прилегающих районов подверглось воздействию ионизирующей радиации, чем нанесен значительный ущерб здоровью.*

*От облученных родилось уже второе поколение детей, которое подвержено, вследствие утраты иммунных свойств, заболеваемости.*

*В области в целом, особенно в прилегающих к полигону районах, продолжается рост заболеваемости, детской, материнской и общей смертности. Возрастают смертность, число врожденных уродств, умственно отсталых лиц.*

*Подземные ядерные взрывы, которые официальные ведомства считают безвредными, вызывают обострение хронических заболеваний, стресс. Уже в первые дни после взрыва люди жалуются на головные боли, сердцебиение, плохой сон, утомляемость, усиление чувства тревоги, резко увеличивается обращаемость населения в медицинские учреждения.*

*Особенно беспокоит нас возрастающий у населения от подземных ядерных взрывов психоз. С этим не считаться, очевидно, нельзя. Здоровая психика - это основа рождения и развития здоровых детей.*

*Полигон расположен на земле, давшей казахскому народу великие умы и ставшей национальной святыней.*

*В зависимости от мощности заряда ядерные испытания вызывают подземные толчки силой до 3-4-5 баллов в Семипалатинске, построенном без учета сейсмичности. Каждый подземный взрыв - это порывы инженерных сетей и трещины в жилых домах, исчезновение воды в сотнях трубчатых колодцев, снабжающих поселки и скот.*

*Обо всем этом соответствующие министерства и ведомства знают. Но они, активно развивая деятельность ядерного полигона, нисколько не заботились об оказании помощи населению. За 40 лет не построено ни одного объекта социального назначения для населения. Не было какой-либо компенсации за нанесенный ущерб здоровью людей и экономике области.*

*Все это порождает чувство национальной обиды.*

*В текущем году обкомом партии получено более трех тысяч писем, телеграмм и обращений, в которых люди требуют закрытия полигона.*

*За немедленное закрытие его также единодушно высказались участники региональной научно-практической конференции Семипалатинской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской, Карагандинской областей, города Алма-Аты Казахской ССР и Алтайского край Российской Федерации.*

*Все это вызывает взрыв социального протеста населения.*

*Однако ведомства не прислушиваются к голосу людей. У них по-прежнему подход к полигону как к объекту военному. Между тем он давно стал острой национальной проблемой.*

*Объяснение должностных лиц - “чистый полигон”, “инертные газы”, “обеспечена радиационная безопасность” - все это защита ведомственных интересов. Полигон никогда не был чистым и вряд ли станет.*

*За 27 лет подземных взрывов земные недра получили значительную деформацию. Вопрос о необходимости переноса испытательной площадки по причине увеличения трещиноватости горного массива, сложности выбора новых площадок проектным институтом был поставлен еще в 1986 г.*

*К сожалению, соответствующие отделы ЦК КПСС поддерживают позиции ведомств и готовят материалы руководству партии без участия и учета предложений области. Нам стало известно, что без нашего участия подготовлен проект постановления, направленный, по существу, на продолжение ядерных взрывов на Семипалатинском полигоне.*

*Обком партии считает требование населения, узнавшего горькую правду о столь тревожном соседстве, обоснованным. Должны быть приняты необходимые меры по оздоровлению сложившейся обстановки в Семипалатинской области, чтобы у людей появилась вера в свое будущее и в социальную справедливость.*

*Люди просят компенсации ущерба, нанесенного за 40 лет активной работы полигона. Это было бы глубоко объективно и человечно, помогло бы снижению социальной напряженности.*

*На этот счет предложения области имеются, они должны быть учтены постановлением.*

*Уважаемый Михаил Сергеевич, излагая Вам ситуацию в Семипалатинской области, полагаемся на Вашу мудрость и понимание.*

латинск», выступил на 1 съезде депутатов СССР с сообщением о целях и требованиях этого движения. Одновременно его заместитель М. Ауэзов направился в США для установления контактов с американскими активистами антиядерных групп и организаций. В ходе поездки была выработана программа совместных действий.

Вскоре состоялось первое посещение О. Сулейменовым Семипалатинского полигона. Ослабление режима секретности способствовало появлению в средствах массовой информации, в частности в журнале «Огонек», различных материалов о полигоне и последствиях ядерных испытаний на нем.

**17-19 июля 1989 г.** в Семипалатинске состоялась Научно-практическая конференция «Здоровье населения и экологическая обстановка в Семипалатинской области». На конференции присутствовали как официальные лица, руководившие деятельностью полигона, так и представители широкой общественности. Конференция вынесла однозначное решение – Семипалатинский полигон должен быть закрыт немедленно. Администрация полигона и его представители подверглись несколько жестокой блокаде и критике, что директор полигона получил инсульт. В то же время, лидеры МАД Невада-Семипалатинск получили широкую поддержку на серии



митингов, организованных в Семипалатинске, на полигоне, во многих деревнях и поселках близ него.

**01 сентября 1989 г.** участники антиядерного движения организовали в школах республики массовые «уроки мира». Сентябрь 1989 г. характеризовался большой активностью проводимых в республике митинговых мероприятий, направленных на закрытие Семипалатинского полигона.

**09 сентября 1989 г.** руководители движения «Невада-Семипалатинск» в Алма-Ате провели Первую республиканскую

конференцию антиядерного движения, на которой была разработана структура этого движения. Отделения антиядерного движения созданы в Якутии и на Чукотке. В Алма-Ату прибыла делегация якутских ученых во главе с народным депутатом СССР М. Яковлевым для выработки совместных документов и координации действий.

**23 сентября 1989 г.** первый секретарь Семипалатинского обкома партии К.Б. Бозтаев направил записку лично М.С. Горбачеву (содержание выше).

**28 сентября 1989 г.** на записку К. Б. Бозтаева была наложена резолюция М. С. Горбачева: «т. Зайкову, т. Язову, т. Бакланову. Прошу еще раз вернуться к проблеме. Горбачев».

**04 октября 1989 г.** вышло постановление Совета Министров СССР № 1159 «О мерах по ускорению экономического и социального развития Семипалатинской области Казахской ССР», на основании которого области выделялись крупные ассигнования для развития объектов социально-культурного и бытового назначения...

В этот же день ТАСС сообщило об очередном ядерном испытании на Семипалатинском полигоне, целью которого было изучение поражающего действия радиационных факторов ядерного взрыва и ионизирующих излучений на различные образцы военной техники и вооружения.

09-10 октября 1989 г. представители антиядерного движения «Невада-Семипалатинск» участвовали в IX Международном конгрессе «Врачи мира за предотвращение ядерной войны», на котором выступили с осуждением ядерных испытаний, проводимых на Семипалатинском полигоне...

В эти же дни Минздрав СССР издал приказ № 566, которым предусматривалось проведение мероприятий по углубленному комплексному обследованию населения Семипалатинской области, укреплению материально-технической базы ее учреждений здравоохранения и усилению надзора за радиационной, санитарно-гигиенической и эпидемиологической обстановкой на территории области. Для этих целей выделялись значительные финансовые средства.

**19 октября 1989 г.** в скважине 1365 осуществлено последнее ядерное испытание, в котором одновременно было подорвано три «специзделия».

В ответ на это 21–23 октября в городах Алма-Ата, Семипалатинск, Павлодар, Караганда, в поселке Кара-Аул, а также в ... Москве были проведены митинги протеста. Активисты движения «Невада-Семипалатинск» приняли обращение к правительству Каз.ССР с требованием внести в Верховный Совет СССР на рассмотрение вопрос о закрытии Семипалатинского ядерного полигона.

**27 октября 1989 г.** вышло постановление Верховного Совета СССР «О неотложных мерах экологического оздоровления страны», в соответствии с которым Минобороны СССР и Минатомэнергопром СССР подготовили проект постановления Совета Министров СССР «О мероприятиях, связанных с проведением подземных ядерных испытаний». Этим проектом предусматривалось в 1991–1992 гг. сокращение количества ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне в четыре раза и снижение мощности взрывов в семь раз, а с января 1993 г. – прекращение испытаний на этом полигоне. Кроме

того, отмечалось, что, начиная с 1993 г., все ядерные испытания в СССР проводить только на Северном полигоне (о. Новая Земля). Однако только через год, а именно 30.10.1990 г., этот проект постановления был одобрен Советом обороны при Президиуме Верховного Совета СССР.

**30 октября 1989 г.** в решении, принятом Государственной комиссией Совета Министров СССР по военно-промышленным вопросам, указывалось, что с учетом сложившейся вокруг Семипалатинского полигона обстановки целесообразно с октября 1989 г. прекратить проведение на нем ядерных испытаний.

**14 ноября 1989 г.** сессия Верховного Совета Каз.ССР принимает постановление с обращением к народным депутатам Верховного Совета СССР о немедленном прекращении ядерных взрывов на Семипалатинском полигоне. Шло постоянное нарастание напряженности общественно-политической обстановки вокруг Семипалатинского полигона.

**16 ноября 1989 г.** состоялась беседа руководителя Военно-промышленной комиссии И. С. Белоусова с создателями ядерного оружия академиком Ю. Б. Харитоновым и членом-корреспондентом АН СССР Ю. А. Трутневым. Ведущие ученые высказали мнение, что одностороннее прекращение ядерных испытаний приведет к утрате паритета в этой важной области и превращению СССР во второстепенную державу.

**27 ноября – 06 декабря 1989 г.** в США находилась парламентская делегация Каз.ССР во главе с О. Сулейменовым. В Нью-Йорке, Вашингтоне и Бостоне состоялись встречи с конгрессменами США, представителями миротворческих организаций, руководством ООН, журналистами. Велись переговоры с доктором Б. Лауном – президентом организации «Врачи мира за предотвращение ядерной войны» и Д. Стоуном – президентом ассоциации американских ученых о проведении 24-26.05.1990 г. в Алма-Ате Международного конгресса в поддержку антиядерных движений.

Вторая Республиканская конференция движения «Невада-Семипалатинск» с одобрением встретила сообщение о проведении Международного конгресса.

**19 декабря 1989 г.** в Семипалатинске состоялось совместное заседание Координационного совета движения «Невада-Семипалатинск», областного Комитета защиты мира и Облсовпрофа. Это заседание было превращено в общественный суд над деятельностью Семипалатинского испытательного полигона.

Заканчивался 1989 г. – год противоречивых событий и накала политических страстей, на пороге был 1990 г. – год не менее сложный и трудный.

## СОБЫТИЯ 1990 ГОДА

**03 января 1990 г.**, а затем **19 января** ученые и специалисты ВНИИ экспериментальной физики (г. Арзамас-16) выступили с обращением к руководству страной, в котором обосновывалась необходимость продолжения Советским Союзом испытаний ядерного оружия и предлагалось провести гласное обсуждение проблемы их одностороннего прекращения. Это обращение было подписано 48 самыми видными учеными и

специалистами этого ядерного центра. Представители ВНИИЭФ, принимавшие участие в заседаниях профильных комитетов Верховного Совета СССР, на которых рассматривались вопросы о немедленном закрытии Семипалатинского полигона, выступали против, квалифицированно обосновывая свои позиции.

Январь 1990 г. характеризуется усилением активности антиядерного движения «Невада-Семипалатинск». На экранах республики и всей страны начинают демонстрировать фильмы-«страшилки» о Семипалатинском полигоне: «Аманат», «Невада-Семипалатинск», «Невада-Казахстан». Создается фильм «Балхашская сага». Состоялась встреча представителей антиядерного движения с первым секретарем ЦК Компартии Каз.ССР Н. А. Назарбаевым, которого просили помочь в решении вопроса о прекращении ядерных испытаний на СИП. Был подготовлен первый номер печатного органа движения – вестник «Избиратель». Проведен телемост «Алма-Ата – Волгоград – Москва – Рига», посвященный проблеме Семипалатинского полигона.

**14 февраля 1990 г.** вышло постановление Совета Министров СССР № 189 «Об обеспечении выполнения постановления Верховного Совета СССР «О неотложных мерах экологического оздоровления страны» (см. материалы от 27.10.1989 г.). В пункте 13 этого постановления предлагалось рассмотреть вопрос о прекращении ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне..., а также решить весь комплекс вопросов, связанных с проведением подземных испытаний на Северном полигоне и с оценкой их возможного влияния на окружающую среду районов Крайнего Севера.

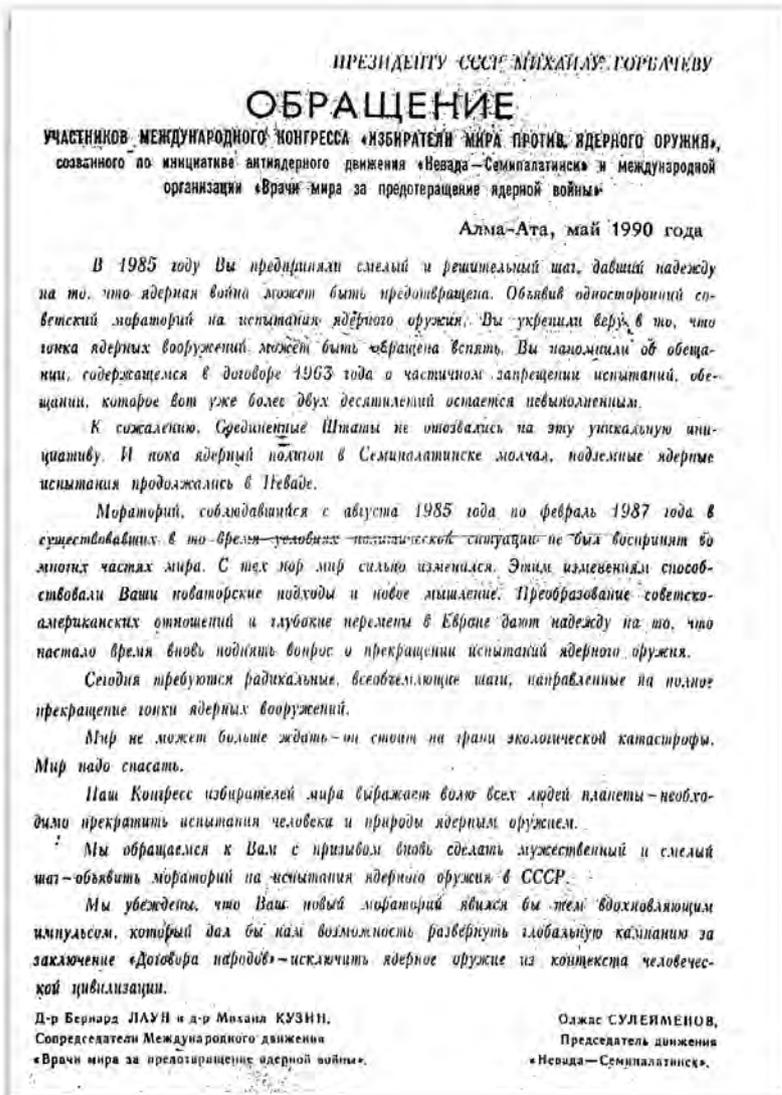
**16 февраля 1990 г.** Минздрав СССР приказом № 74 конкретизировал проведение мероприятий по первоочередным мерам в области комплексного обследования населения в районах, прилегающих к Семипалатинскому полигону. В свою очередь Минатомэнергопром СССР и Минобороны СССР приняли решение о выполнении Целевой комплексной программы исследований (ЦКПИ) «Регион-1» и «Регион-2»: «Оценка последствий деятельности Семипалатинского полигона и Северного полигона на о. Новая Земля», соответственно. Программа предусматривала проведение исследований по нескольким направлениям: «Физические и химические факторы», «Санитарно-экологические факторы», «Социальные, экономические и культурные факторы», «Общая экологическая информационная система».

На разных уровнях продолжались обсуждения вопроса о закрытии Семипалатинского полигона. До официального

закрытия полигона оставалось 1,5 года. 02 апреля 1990 г. ЦК КПСС направил в Оборонный отдел ЦК КПСС (т. Беляков) разрешение на прекращение ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. Это стало ответом на неоднократные обращения в ЦК КПСС Верховного Совета Каз.ССР, Семипалатинского обкома и горкома партии, руководителей антиядерного движения «Невада-Семипалатинск» и др.

**10 апреля 1990 г.** состоялось совещание в Совете Министров СССР у И. С. Белоусова с руководством Казахской ССР (У. К. Караманов, Е. М. Асанбаев и др.) и Семипалатинской областью (К. Б. Бозтаев, А. С. Еременко), на котором обсуждался вопрос о сроках прекращения подземных ядерных испытаний на полигоне. Как говорят в таких случаях: стороны пришли к соглашению.

Вместе с тем, 28 апреля 1990 г. Президенту СССР М. С. Горбачеву поступило письмо, подписанное Л. Н. Зайковым, А. Н. Яковлевым, Э. А. Шеварднадзе и Д. Т. Язовым, с обоснованием необходимости проведения ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне до конца 1992 г. Но



при этом отмечались необходимость уменьшения мощности и сокращения количества взрывов, а также обязательное присутствие на испытаниях руководства Каз.ССР.

Это предложение было поддержано участниками научно-методического отраслевого совещания, состоявшегося 15–17 мая 1990 г. в Радиевом институте им. В. Г. Хлопина. В совещании участвовали представители Минатомэнергопрома СССР, Минобороны СССР и Минздрава СССР. Основное внимание на заседании было уделено вопросам обеспечения радиационной безопасности при проведении подземных ядерных испытаний. Решение этих вопросов основывалось на выполнении повышенных экологических требований.

В июне 1990 г. вопрос о проведении ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне неоднократно обсуждался Министром атомной энергетики и промышленности В.Ф. Коноваловым с Президентом Каз.ССР Н.А. Назарбаевым.

Предметом обсуждения были следующие вопросы:

– прекращение с 01.01.1992 г. ядерных испытаний на полигоне, но осуществление в 1991 г. трех взрывов мощностью до 20 кт;

– сохранение возможности проведения в последующие годы физических ядерных экспериментов мощностью до 0,5 кт;

– вынесение обсуждаемых вопросов на сессию Верховного Совета Каз.ССР.

Кроме того, руководство Казахстана предлагало выделить из союзного бюджета 3,5 млрд. рублей для выплаты компенсаций населению и 1,6 млрд. рублей в качестве капитальных вложений (всего 5,1 млрд. рублей) на 1992–1995 гг.

10 июля 1990 г., как результат неоднократных запросов народных депутатов от Каз.ССР, вышло распоряжение Совета Министров СССР № 1082-Р, которым были утверждены дополнительные меры по «улучшению медицинского обслуживания населения, строительству лечебных учреждений» в Семипалатинской области. Были увеличены рыночные фонды на продовольственные товары, выделены дополнительные оборудование, механизмы и материалы для нужд области. Предполагалось провести обследование населения, а также работу по изучению санитарно-гигиенического состояния и радиационной обстановки на территориях районов, расположенных вблизи полигона. При выявлении у жителей заболеваний, связанных с проведением ядерных испытаний, необходимо было представить предложения для определения и установления таким людям определенных льгот. Обследования предполагалось проводить силами учреждений практического здравоохранения Семипалатинской области, Медицинского института в г. Семипалатинске и Диспансера № 4 Минздрава СССР.

05 сентября 1990 г. Государственным комитетом Совета Министров СССР было принято важное решение: не проводить ядерные испытания на Семипалатинском полигоне до середины 1991 г.

25 октября 1990 г. Верховный Совет Казахской ССР принял Декларацию о государственном суверенитете.

30 ноября 1990 г. Верховный Совет Каз.ССР принял постановление о запрещении проведения ядерных испытаний на полигоне в Семипалатинской области. Так была решена судьба Семипалатинского полигона – одного из оборонных объектов бывшего Советского Союза.

В декабре 1990 г. в журнале «Радиационная медицина» № 12 была



опубликована статья «Вокруг Семипалатинского полигона: радиозоологическая обстановка, дозы облучения населения в Семипалатинской области», подготовленная коллективом авторов под руководством А. Ф. Цыба по материалам отчета межведомственной комиссии.

Следует обратить внимание на одну из важнейших рекомендаций авторов этой статьи: *«...Необходимо снять гриф секретности со всех материалов о радиационной обстановке за пределами территории полигона, начиная с первого ядерного взрыва в 1949 г., и опубликовать картину всех радиоактивных следов, сформировавшихся за пределами полигона, с указанием даты их возникновения и основных параметров радиационной обстановки».*

Однако эта работа, к выполнению которой приступили специалисты нескольких научных учреждений страны (К. И. Гордеев и В. А. Логачев в ИБФ Минздрава СССР и РФ, В. М. Лоборев в ЦФТИ Минобороны СССР и РФ, Ю. А. Израэль в ИГКЭ Академии наук СССР, А. М. Матущенко в НИЦ ССК Минобороны СССР, Ю. В. Дубасов в Радиевом институте им. В. Г. Хлопина и др.), оказалась достаточно сложной. В течение 1991-2000 гг. пришлось решать очень трудные задачи. Поиск ответов на многие вопросы проходил в непростых дискуссиях, отстаивании методических подходов, столкновениях мнений и даже ... характеров. Все это наглядно проявилось в ходе проведения Международной конференции «Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях», которая состоялась в Москве в апреле 2000 г..

## ЯДЕРНОЕ НАСЛЕДИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В мае 1991 г., следуя принятому ранее плану проведения ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, в конце-вом боксе штольни 108-К на испытательной площадке «Дегелен» было установлено термоядерное устройство сверхмалой мощности (тротилловый эквивалент 0,3 кт), разработанное во ВНИИ технической физики (г. Снежинск на Урале). Шла подготовка физического опыта для экспериментального исследования радиационной стойкости образцов военной техники и вооружения. По всей длине штольни и за ее пределами была смонтирована установка, в которой размещались облучаемые образцы.

Горная выработка для полной локализации в ней радиоактивных продуктов взрыва была закупорена мощными забивочными бетонными «пробками».

Испытание было полностью подготовлено к июлю 1991 г., однако разрешения на его проведение не было получено.

В этот период развитие отношений между Республикой Казахстан и Российской Федерацией происходило на фоне суверенных государствообразующих процессов в обеих странах.

04 июля 1991 г. в адрес Кабинета Министров Каз.ССР был направлен на согласование проект решения Государственной комиссии по военно-промышленным вопросам Совета Министров СССР о проведении комплексных научных исследований в Семипалатинском регионе в рамках выполнения НИР «Регион» (исх. № КП-11/1989 от 04.07.1991 г.). Однако до конца 1991 г. ответа на это решение от руководства Каз.ССР не поступило. Кроме того, отсутствовала возможность привлечения научных организаций Казахстана к выполнению работ в рамках международного проекта RADTEST, разработанного под эгидой SKOPE/NATO. Решать такие вопросы в рамках СССР стало трудно в связи с резким изменением геополитической обстановки в стране.

Вскоре был подготовлен новый проект постановления Совета Министров СССР «О прекращении испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне». Этим постановлением предусматривалось осуществление в 1991 г. двух испытаний мощностью до 20 кт и одного – мощностью до 1 кт, а с 01.01.1992 г. – прекращение испытаний на полигоне. Первые два испытания предполагалось провести под контролем специалистов США в соответствии с «Договором об ограничении подземных испытаний ядерного оружия (1974 г.)».

В проекте постановления предлагалось Семипалатинский полигон преобразовать в Союзно-республиканский научно-исследовательский центр для проведения безопасных в радиационном и сейсмическом отношении испытаний вооружения и военной техники с применением установок, имитирующих различные виды воздействия, для осуществления физических опытов мощностью до 0,5 кт, для решения вопросов, связанных с обеспечением безопасности работы предприятий атомной энергетики, а также для выполнения различных фундаментально-прикладных НИР с участием в них АН Каз.ССР. Именно в рамках выполнения таких работ планировалось провести ядерно-физический опыт в штольне 108-К.

29 августа 1991 г. Указом № 409 Президента Каз.ССР Н. А. Назарбаева Семипалатинский полигон был закрыт. Таким образом, ровно через 42 года после осуществления первого ядерного взрыва в бывшем СССР ядерные испытания на этом полигоне были прекращены навсегда. Формула движения «Невада-Семипалатинск» «пять минус один» стала действительностью.



# ЗОЛОТЫЕ КАДРЫ



## Все началось в 80-е...

Решение вопросов архитектурного и строительного проектирования, строительные-монтажные работы на территории города Курчатова и на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне, в местах проведения ядерных взрывов и расположения радиационно-опасных объектов, выполнение природоохранных мероприятий на радиационно-опасных объектах и многие другие работы – все это возложено на филиал «Байкал» РГП НЯЦ РК. Сегодня о своей работе на предприятии нам расскажет замечательный человек, преданный своему делу, профессионал с большой буквы Евгений Алексеев.

Все началось в начале 80-х. Студент-практикант попадает в монтажно-строительное управление-78, участок №1 новосибирского предприятия «ХимЭлектроМонтаж», расположенного в г. Семипалатинск-21 (ныне г. Курчатов). По окончании практики и обучения мне было предложено работать в этой организации. Работы выполнялись на территории полигона, площадки «Г» (сейчас – «Дегелен»), а также объекта 300. Специфика производимых работ была связана с электричеством – электромонтаж жилых домов, строительство подстанций, прокладка кабельных силовых сетей.

Вскоре я участвую в работах на ядерном полигоне №2 Советского Союза на площадке «Балапан» – подземные взрывы. Прокладывали кабель для подрыва зарядов (ядерных и термоядерных), а также кабель для приборов по различным замерам при производимых работах по направлениям: военных, научных и биопараметров. В основном брали пробы в момент подрыва заряда под землей, а также в штольнях площадки «Г». Чтобы было понятно, разъясню. При взрыве, пока не образовалась стеклянная колба, которая получается после расплавления пород, под землей идет выброс газов. Эти газы по шлангам поступают в пробоотборные надувные шары. После этого шары отправляем на изучение состава газа, в основном это площадка «Балапан», там производились подземные взрывы с мощностью до 200 килотонн.

На площадке «Г» производились взрывы зарядов до 25 килотонн, так как это были штольни в горе. Это было так: после проходки штольни в горе был концевой бокс, в котором устанавливался заряд. Вдоль штольни устанавливались полки для кабелей подрыва и кабелей замеров тех или иных параметров измерений при подрыве «изделия». В основном штольневые взрывы не использовались для научных целей.

Также мы прокладывали вдоль стенки штольни специальную трубу. Она называлась труба КВИ, то есть по центру этой трубы, в момент взрыва, через установленный кристалл в концевом боксе, луч проходил по центру трубы и попадал в приемник спектрального излучения. Это было специально сделанное стекло, которое без искажений отражало весь спектр лучей при взрыве ядерного заряда. В общем, мне часто приходилось по форме допуска грузить, разгружать так называемые «изделия». На площадке «Балапан» для установки заряда отводилось 45 минут, пока не было спутникового наблюдения, поэтому все делали быстро и четко. Все-таки это же ядерный заряд! Помимо всего прочего, очень часто производили погрузо-разгрузочные работы ядерных боеголовок, которые привозили производить регламентные работы. И вот наступило время перемен...

В конце 1989 года были приостановлены работы по объектам. Объявлен мораторий на испытания всех видов (военных и научных). После демонтажа оборудования со всех объектов, на которых велись работы по испытаниям с применением ядерных технологий, нас переквалифицировали. Мы начали выполнять различные работы, на которые шёл спрос – это был период перестройки. И вот по воле судьбы я перешел в НПО «Луч» в 1991 году. Работу в экспедиции особо описывать не буду, здесь делали все, что нужно было по текущему плану. Постепенно начались сокращения, ушли военные. 1993

год ознаменовался катастрофой – разморозили весь городок и его объекты. Сложный период.



В этот период непонятного для города и градообразующих предприятий было сложно удержаться: ни платежей, задолженности по заработной плате, которые доходили до 8–9 месяцев. Походы в суд со справками по задолженности о заработной плате, потому что платить за жилье и прочие коммунальные услуги было очень сложно. Но все же выжили.

И вот наступает период «Байкала». После деления основных государственных территорий, решено было, что Байкал займет территорию 20-ой экспедиции, а также территорию КБ «Южное». История конструкторского бюро (КБ) очень интересная... Для консперирования работ по военным направлениям была создана организация заказчик по специальным заказам. Так как это было вне Минобороны, то ориентирование различных ядерных программ производилось через КБ. Объект «КИР Байкал-1» был изначально спланирован как гражданское изучение и строительство стендов испытаний для мирных целей. Поэтому очень много было сделано по испытанию средств и методов защиты при строительстве и эксплуатации атомных электростанций, а также атомных автономных реакторов типа подводных лодок и стационарных автономных энергоблоков. Мы отвлеклись от главного... «Байкал» ...

При становлении предприятия ему отвели вспомогательную роль для организации работ на объектах «КИР Байкал-1», «КИР ИГР», «Балапан», «Дегелен». Первое, что было – это работы по закрытию скважин на полигоне. Также по Указу Первого Президента РК производились работы по ликвидации последствий испытаний. «Байкал», как вспомогательное предприятие, начал работы по строительству объекта «Токамак». Строили заборы, восстанавливали здание. Потом пришел основной проект по работе стенда. Начали работу по подготовке к установке оборудования, но это уже сейчас история...

Также в объектах особое место занял завод по изготовлению взрывных материалов. Этот проект назван «Аммонит». И вот то место, где я начинал свою трудовую деятельность, стало опять родным. Строили мы, строили... Где был центральный арочный склад, там сделали склад для хранения взрывчатых веществ (селитра, аммонит). Произвели монтаж и строительство шахты транспортирования комплекта для изготовления взрывчатых веществ. В здании заготовительно-монтажного участка было установлено оборудование по изготовлению взрывчатых веществ. Все было построено и сделано в кратчайшие сроки. По программе закрытия ядер-

ного полигона пошла программа по устранению последствий испытаний. Тут можно сказать началась эпоха по восстановлению биосреды. Это изъятие загрязненного грунта и его утилизация на хранение в специальных контейнерах. Также «Байкал» производил и производит работы по захоронению и изоляции от распространения вредных и токсичных веществ на территории «Балапан» - заливка бетона с применением удерживающих компонентов, железно-рудного концентрата, или в «простонародии» – магнетит, который забирает в себя и сохраняет от распространения радиационных материалов, а также источников излучения.

Чем сейчас живем? Ну, конечно, это – строительство, отделка и облицовка зданий, строительство лабораторий, монтаж объектов, и, конечно, же основное – это ликвидация последствий испытаний на Семипалатинском испытательном полигоне, а также изготовление саркофагов для особо загрязненных мест на местах производимых ранее испытательных работ.

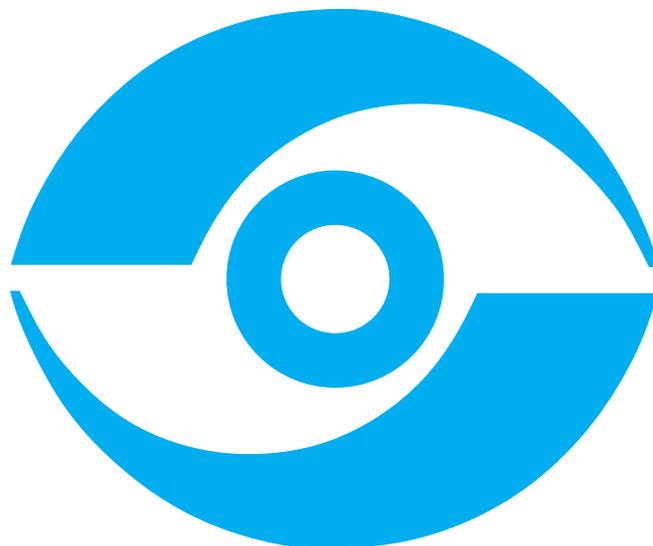
Уверен, что «Байкал» и дальше будет успешно продолжать начатое дело. А пока, мы – работаем, и как всегда смотрим вперед с энтузиазмом.







# ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ



# СТВТО

PREPARATORY COMMISSION

## Вклад в процесс установления всеобщего запрета на ядерные ИСПЫТАНИЯ

**Генеральный директор Национального ядерного центра Республики Казахстан Эрлан Батырбеков избран председателем рабочей группы в Подготовительной комиссии Организации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний.**

Выдвижение кандидатуры от нашей страны – это взвешенное решение, которое основано на уникальном опыте Казахстана в реализации политики, направленной на достижение мира, свободного от ядерного оружия.

Активная многолетняя деятельность Казахстана на политической арене, его мирные инициативы известны и поддерживаются мировым сообществом. Именно наша страна показала пример всему миру, отказавшись от четвертого по мощности в

мире ядерного арсенала и приняв решение о закрытии одного из трех крупнейших мировых ядерных полигонов – Семипалатинского испытательного полигона (СИП), который обеспечивал разработку и совершенствование ядерного оружия.

За эти годы Казахстан провел работу по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия, конверсии бывшего военно-промышленного комплекса Семипалатинского испытательного полигона на мирные цели, получил уникальный опыт проведения работ по снижению глобальной угрозы, укреплению режима нераспространения ОМУ.

Важно отметить, что наша страна одной из первых среди стран СНГ присоединилась к Договору о нераспространении

ядерного оружия и Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ), которые являются одними из краеугольных камней в системе международной безопасности и ядерного нераспространения.

За прошедшие годы Казахстан оказал серьезную поддержку организации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ОДВЗЯИ) и продемонстрировал решимость в достижении ее целей. Так, к примеру, отмечается активное сотрудничество в плане создания Международной системы мониторинга – МСМ. В частности, под оперативным управлением НЯЦ РК в настоящее время функционируют четыре сейсмические и одна инфразвуковая станции МСМ, а также Казахстанский Национальный центр данных – KNDC, создается первая в Центральной Азии станция радионуклидного мониторинга благородных газов. Кроме этого, НЯЦ РК было организовано проведение 4-х полевых учений на территории бывшего СИП. Особое место в этом ряду занимает крупномасштабный, интегрированный полевой эксперимент, проведенный в 2008 году, в котором приняли участие более 200 человек из более чем 40 государств. Все четыре проведенных в Казахстане эксперимента по Инспекции на месте получили высокую оценку программного комитета ОДВЗЯИ.

На посту председателя Казахстан приложит все усилия по продвижению инициатив организации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. Это станет очередным значимым вкладом нашей страны в процесс установления всеобщего запрета на ядерные испытания.

## Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ)

Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ) был открыт для подписания в Нью-Йорке 24 сентября 1996 г. К настоящему времени Договор подписали 185 государств и 170 – его ратифицировали. Последними странами, присоединившимися к ДВЗЯИ, являются Куба (подписала и ратифицировала Договор 4 февраля 2021 г.) и Союз Коморских Островов (ратифицировал Договор 20 февраля 2021 г.).

Для вступления ДВЗЯИ в силу необходима его ратификация 44 государствами, перечисленными в Приложении 2 к Договору (это те государства, которые участвовали в переговорах по ДВЗЯИ, а также были членами Конференции по разоружению, которые в то время обладали ядерной энергетикой или исследовательскими реакторами; чтобы ДВЗЯИ вступил в силу, все 44 этих государств должны подписать и ратифицировать Договор). Из числа этих государств ДВЗЯИ ратифицировали 36, включая 3 государства, обладающие ядерным оружием, – Россия, Великобритания и Франция. Из оставшихся 8 стран Договор не подписали 3 – Индия, КНДР и Пакистан; подписали, но не ратифицировали 5 – США, Китай, Египет, Израиль и Иран.

Организация Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ОДВЗЯИ) является международной организацией, официальный статус которой будет присвоен после вступления в силу Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, основной целью которого является запрет ядерных испытаний

В соответствии с Договором каждое государство-участник обязуется не производить любой испытательный взрыв ядерного оружия и любой другой ядерный взрыв, а также запретить и предотвращать любой такой ядерный взрыв в любом месте, находящемся под его юрисдикцией или контролем.

Поскольку Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ) еще не вступил в силу, по просьбе государств, подписавших Договор, была утверждена Подготовительная комиссия Организации по Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний ( ДВЗЯИ ). Штаб-квартира находится в Вене.

Подготовительная комиссия Организации по Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний создана в соответствии с резолюцией, принятой 19 ноября 1996 г. в Нью-Йорке на встрече подписавших ДВЗЯИ государств.

Основной задачей Комиссии является проведение необходимых мероприятий для того, чтобы контрольный механизм Договора был создан к моменту его вступления в силу.

Пленарные сессии ПК ОДВЗЯИ проходят два раза в год. Между сессиями проводятся заседания основных рабочих органов Комиссии – Рабочей группы по административно-бюджетным вопросам и Рабочей группы по вопросам проверки.

В 1997 г. сформирован Временный технический секретариат (ВТС) Комиссии.

ВТС состоит из пяти департаментов (международной системы мониторинга, международного центра данных, инспекций на месте, административного и правового). Общая численность Секретариата – 264 человека из 71 государства, из них 12 – российские сотрудники.

Основные задачи:

- продвижение Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ);
- осуществление работы по распространению запрета на ядерные испытания во всем мире;
- управление международной системой мониторинга за испытаниями; осуществление инспектирования на местах;
- наращивание режима контроля таким образом, чтобы он функционировал при вступлении Договора в силу.

Подготовительная комиссия ОДВЗЯИ занимается созданием подготовительных мероприятий по эффективной реализации Договора.

Главная задача комиссии – создание и временное управление субъектами Международной системы мониторинга (МСМ), включая Международный центр данных и Инфраструктуру глобальной связи.

Договором предусмотрено создание контрольного механизма, одним из элементов которого является Международная система мониторинга, состоящая из 337 объектов, расположенных в 89 странах по всему Земному шару: – 321 станция, занимающейся сбором сейсмических (170), инфразвуковых (60), радионуклидных (80) и гидроакустических (11) данных, а также 16 радионуклидных лабораторий.

Уже сейчас МСМ находится в высокой степени готовности. Введено в строй 92% всех предусмотренных Договором станций и лабораторий МСМ, 302 из них сертифицировано.

Международная система мониторинга и коммуникационная инфраструктура МСМ будет состоять из:

- 50 основных и 120 вспомогательных сейсмических контрольных станций.

- Система сейсмического мониторинга отслеживает подземные ядерные взрывы. Эти станции регистрируют волны, проходящие через Землю, создаваемые сейсмическими событиями. Данные, собранные этими станциями, помогают локализовать сейсмическое событие, отличать естественные и техногенные сейсмические события. Первичные станции работают круглосуточно, без выходных и передают сейсмические данные в Международный центр данных (IDC) непрерывно в реальном времени. Вспомогательные станции предоставляют данные по запросу.

- 11 гидроакустических станций, обнаруживающих акустические волны в океанах.

- Система гидроакустического мониторинга отслеживает подводные ядерные взрывы. Эти станции измеряют волны, создаваемые сейсмическими явлениями, которые проходят через океан, и помогают различать естественные и антропогенные явления. Данные, собранные этими станциями, передаются в IDC 24/7 в реальном времени через спутник. Гидрофонные станции расположены под водой и используют микрофоны для отслеживания изменений давления воды, вызванных звуковыми волнами, которые затем могут быть преобразованы в измеримые электрические сигналы. Станции T-Phase расположены на островах и контролируют акустическую энергию, переносимую водой, то есть волны, когда они достигают берега.

- 60 инфразвуковых станций, использующих микробарографы (акустические датчики давления) для обнаружения сверхнизкочастотных волн.

- Система инфразвукового мониторинга отслеживает изменения микродавления в атмосфере Земли, которые вызваны инфразвуковыми волнами. Эти волны имеют низкую частоту и не могут быть услышаны человеческим ухом, и могут быть вызваны ядерными взрывами. Данные, собранные этими станциями, помогают определить местонахождение атмосферного события и отличить его от естественных и антропогенных. Эти данные передаются в IDC 24/7 в реальном времени.

- 80 станций обнаружения радионуклидов, использующих образцы воздуха для обнаружения радиоактивных частиц, образовавшихся в результате атмосферных, подземных или подводных взрывов.

- Система радионуклидного мониторинга контролирует атмосферу наличие радиоактивных элементов. Наличие определенных радионуклидов недвусмысленно свидетельствует о ядерном взрыве. Мониторинг радионуклидов осуществляется круглосуточно и без выходных. Станции радионуклидного мониторинга используют пробоотборники воздуха для обнаружения радиоактивных частиц, выбрасываемых в результате атмосферных взрывов и / или выбрасываемых в результате подземных или подводных взрывов. Сорок из этих станций оснащены устройствами обнаружения благородных газов.

Радионуклидные лаборатории независимы от МСМ и анализируют пробы только тогда, когда их услуги необходимы. Эти лаборатории анализируют пробы, собранные станциями мониторинга, предположительно содержащие радионуклидные материалы, которые могли быть произведены в результате ядерных взрывов.

Данные от всех станций передаются в Международный центр данных ОДВЗЯИ в Вене через глобальную частную сеть передачи данных. У стран-участниц договора равные права и прямой доступ ко всем данным МСМ.

Есть еще одна составляющая контрольного механизма — режим инспекций на месте (ИНМ).

Инспекции на местах могут быть направлены в области подозрительного ядерного взрыва, если данные из IMS показывают, что там состоялось ядерное испытание. Инспекторы могут собирать доказательства на земле в том или ином участке. Такая инспекция может быть запрошена и утверждена государствами-членами, как только ДВЗЯИ вступит в силу.

Огромное количество данных, собранных на станциях, также могут быть использованы для других целей, кроме обнаружения ядерных взрывов. Они могут обеспечить предупреждения о цунами практически в режиме реального времени, предоставлять информацию о подводном землетрясении, тем самым помогая раньше предупредить людей и спасти их жизни.

Во время аварии на атомной станции Фукусима, радионуклидные станции Сети отслеживали данные о радиоактивности в глобальном масштабе. Получаемые данные могут также помочь нам лучше понять океаны, вулканы, изменение климата, движение китов и многие другие вопросы.

Международный центр данных в штаб-квартире ОДВЗЯИ в Вене получает большое количество данных от глобальных станций мониторинга. Данные обрабатываются и распространяются среди государств-членов в ОДВЗЯИ как в первоначальном, так и проанализированном виде. Когда Северная Корея проводила испытания в 2006, 2009 и 2013 годах, государства-члены получили информацию о местоположении, величине, времени и глубине испытаний в течение двух часов — до фактического объявления со стороны Северной Кореи.

## **Инфраструктура глобальной связи (GCI)**

Инфраструктура глобальной связи передает все данные, собранные станциями IMS, в режиме реального времени в IDC в Вене, где они будут обрабатываться. Эти данные передаются через сеть из шести спутников и по каналам VSAT. Кроме того, GCI используется для передачи необработанных данных со станций МСМ в государства-члены, а также бюллетеней данных от IDC.

## **Международный центр данных (IDC)**

Международный центр данных собирает, обрабатывает и анализирует данные со станций МСМ. Затем он выпускает бюллетени данных, которые рассылаются государствам-чле-

## ХОД РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ РАЗВЕРТЫВАНИЯ И СЕРТИФИКАЦИИ СТАНЦИЙ МСМ ПО СОСТОЯНИЮ НА 31 ДЕКАБРЯ 2019 ГОДА



**286** РАЗВЕРНУТЫ И СЕРТИФИЦИРОВАНЫ    **11** РАЗВЕРНУТЫ    **5** СТРОЯТСЯ    **3** ОБСУЖДАЕТСЯ КОНТРАКТ    **16** СТРОИТЕЛЬСТВО НЕ НАЧАЛОСЬ

**50** ПЕРВИЧНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

- 44 РАЗВЕРНУТЫ И СЕРТИФИЦИРОВАНЫ
- 1 РАЗВЕРНУТА
- 1 СТРОИТСЯ
- 1 ОБСУЖДАЕТСЯ КОНТРАКТ
- 3 СТРОИТЕЛЬСТВО НЕ НАЧАЛОСЬ

**120** ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

- 108 РАЗВЕРНУТЫ И СЕРТИФИЦИРОВАНЫ
- 7 РАЗВЕРНУТЫ
- 2 СТРОЯТСЯ
- 0 ОБСУЖДАЕТСЯ КОНТРАКТ
- 3 СТРОИТЕЛЬСТВО НЕ НАЧАЛОСЬ

**11** ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

- 11 РАЗВЕРНУТЫ И СЕРТИФИЦИРОВАНЫ

**60** ИНФРАЗВУКОВЫХ СТАНЦИЙ

- 52 РАЗВЕРНУТЫ И СЕРТИФИЦИРОВАНЫ
- 2 РАЗВЕРНУТЫ
- 1 СТРОИТСЯ
- 0 ОБСУЖДАЕТСЯ КОНТРАКТ
- 5 СТРОИТЕЛЬСТВО НЕ НАЧАЛОСЬ

**80** РАДИОНУКЛИДНЫХ СТАНЦИЙ

- 71 РАЗВЕРНУТА И СЕРТИФИЦИРОВАНА
- 1 РАЗВЕРНУТА
- 1 СТРОИТСЯ
- 2 ОБСУЖДАЕТСЯ КОНТРАКТ
- 5 СТРОИТЕЛЬСТВО НЕ НАЧАЛОСЬ

**40** СИСТЕМ МОНИТОРИНГА БЛАГОРОДНЫХ ГАЗОВ

- 25 УСТАНОВЛЕНЫ И СЕРТИФИЦИРОВАНЫ
- 31 УСТАНОВЛЕНА

**16** РАДИОНУКЛИДНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

- 14 СЕРТИФИЦИРОВАНЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ
- 4 СЕРТИФИЦИРОВАНЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА БЛАГОРОДНЫХ ГАЗОВ

нам. IDC также архивирует все данные и информационные бюллетени в своем компьютерном центре. Входящие данные используются для регистрации, определения местоположения и анализа событий с упором на обнаружение ядерных взрывов. Аналитики просматривают эти данные и готовят бюллетень с контролем качества для отправки в государства-члены. IDC рассылает данные станций IMS и бюллетени данных IDC государствам-членам с 21 февраля 2000 года.

### Инспекция на месте (OSI)

Самая интрузивная мера проверки по ДВЗЯИ – это проверка на месте. Инспекция на месте (ИНМ), включающая всесторонний поиск установленного инспекционного района площадью до 1000 км², может быть запрошена только государствами-участниками ДВЗЯИ после вступления Договора в силу и проводится для того, чтобы установить, действительно ли в нарушение Договора не было произведено ни одного ядерного взрыва. После запроса на инспекцию на месте государство-участник, в отношении которого запрашивается инспекция, не может отказать в ее проведении.

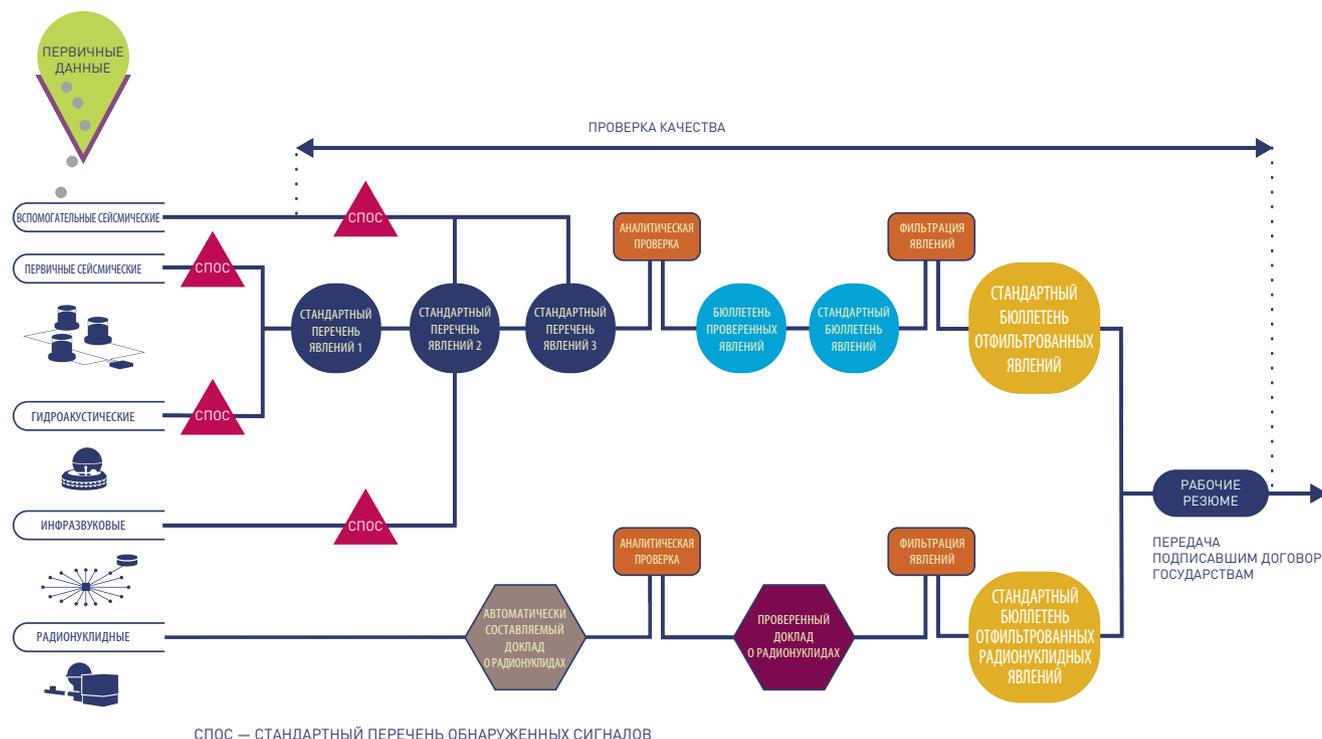
Договор определяет конкретные действия и методы, которые могут применяться во время ИНМ. Эти действия и методы становятся более навязчивыми по мере продвижения инспекции и служат средством, с помощью которого инспекционная группа собирает факты, проливающие свет на событие,

которое привело к запросу на ИНМ. В большинстве случаев это требует развертывания сложного технического оборудования и подробных процедур, при этом ОДВЗЯИ работает над определением требуемых спецификаций, разработкой и тестированием методов обнаружения, а также приобретением и обслуживанием оборудования, охватывающего все методы ИНМ для текущего тестирования оборудования и обучения инспекторов.

Методология проверки имеет решающее значение для OSI и следует многоуровневой концепции, называемой функциональностью группы проверки. Эта концепция описывает процессы принятия решений, коммуникации, отчетности и процедуры, необходимые для функционирования инспекционной группы во время ИНМ. Основой научно-технической работы инспекционной группы является логика поиска на основе информации, разработанная для максимального повышения эффективности и действенности сбора фактов и информации.

В центре ИНМ будет группа инспекторов численностью до 40 человек, включая экспертов по применению вышеперечисленных методов ИНМ, а также вспомогательных функций, таких как охрана труда, эксплуатационная и логистическая поддержка. По завершении инспекции инспекционная группа сообщит о своих выводах Генеральному директору ОДВЗЯИ. В рамках подготовки к EIF Комиссия постоянно разрабатывает, тестирует и уточняет детальную программу обучения инспекторов.

## СТАНДАРТНЫЕ ПРОДУКТЫ МЕЖДУНАРОДНОГО ЦЕНТРА ДАННЫХ



Учения играют неотъемлемую роль в усилиях по наращиванию элемента ИНМ режима проверки, установленного Договором, и укреплению его важной роли в международных рамках ядерного нераспространения и разоружения. Учения позволяют тестировать и уточнять различные действия, методы, процессы и процедуры инспекции в контексте среды тактического сценария. Организация проводит различные упражнения, основное различие заключается в целях, объеме и среде, в которой они проводятся (например, в помещении, на открытом воздухе или их комбинация).

### Консультации и разъяснения

Если государство-член считает, что информационный бюллетень IDC подразумевает ядерный взрыв, оно может запросить консультацию и процесс разъяснения. Это позволяет государству через Исполнительный совет ОДВЗЯИ запрашивать у другого государства разъяснения относительно предполагаемого ядерного взрыва. У государства, получившего такой запрос, есть 48 часов для выяснения обстоятельств рассматриваемого события.

Однако этот процесс может быть запущен только после вступления ДВЗЯИ в силу.



### Меры укрепления доверия

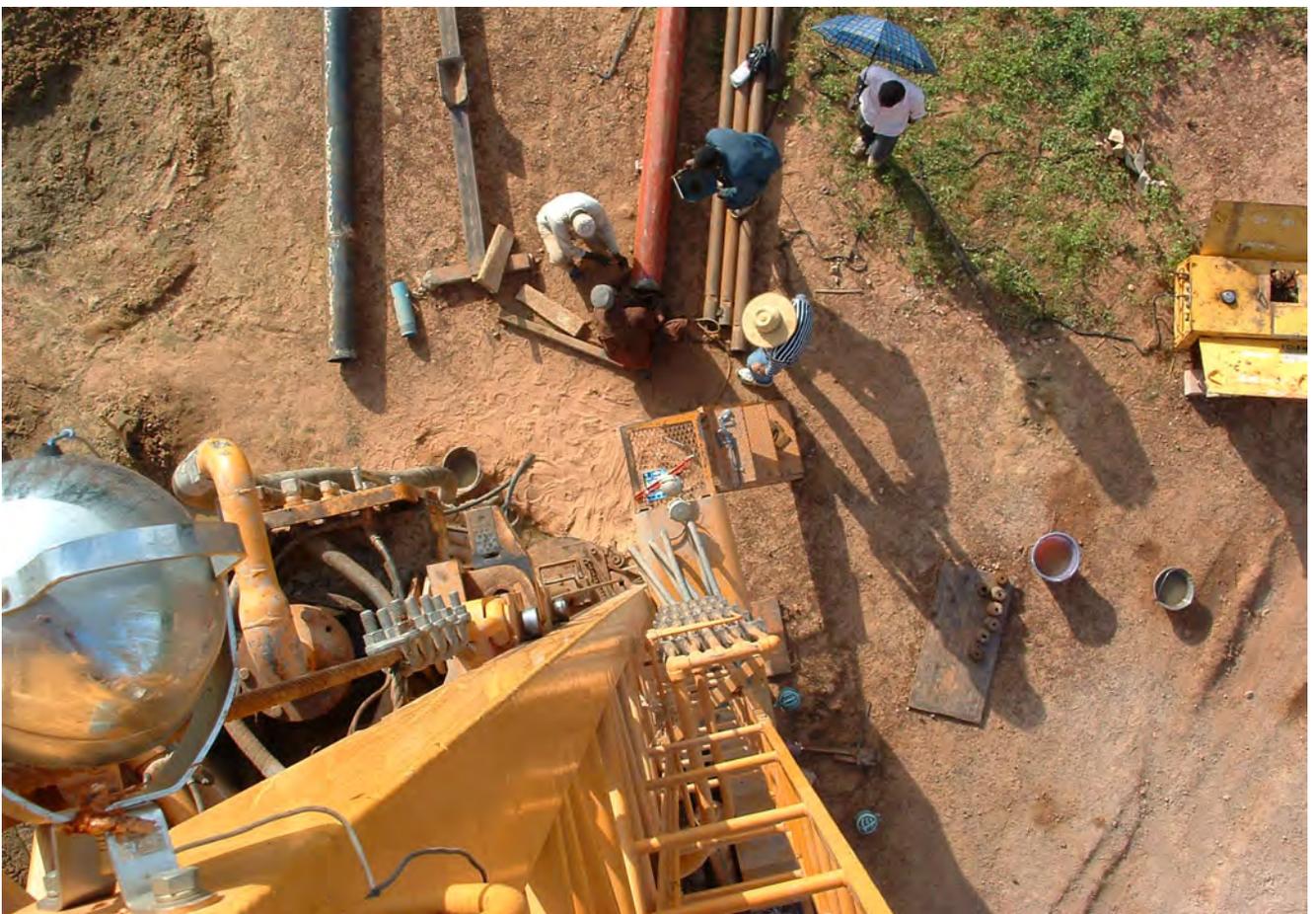
Для точной настройки сети МСМ и укрепления доверия к системе государствам-членам рекомендуется уведомлять Технический секретариат ОДВЗЯИ в случае любого химического взрыва с использованием более 300 тонн взрывоопасного материала, эквивалентного тротилу. Это гарантирует, что данные проверки не будут неправильно истолкованы и что они не будут обвинены в проведении ядерного взрыва. Однако это делается на добровольной основе. Хотя данные, собранные Подготовительной комиссией, могут быть использованы для обнаружения ядерных испытаний, они также могут использоваться гражданским сообществом, а также в научных целях. Эта информация особенно полезна в области смягчения последствий стихийных бедствий и раннего предупреждения. В 2006 году ОДВЗЯИ начал предоставлять сейсмические и гидроакустические данные непосредственно центрам предупреждения о цунами. По состоянию на 2012 год данные передаются в центры предупреждения о цунами в восьми странах, в основном, в Индо-Тихоокеанском регионе.

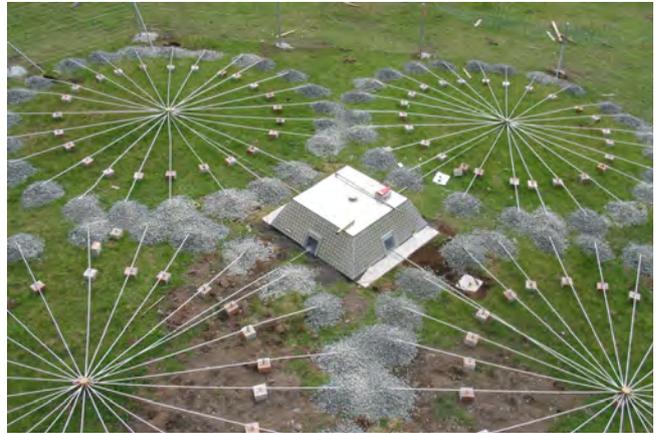
Во время ядерной катастрофы на Фукусима-дайити в марте 2011 года радионуклидные станции ОДВЗЯИ отслеживали распространение радиоактивности в глобальном масштабе. Более 1600 обнаружений радиоактивных изотопов из поврежденного ядерного реактора были зафиксированы более чем 40 станциями радионуклидного мониторинга ОДВЗЯИ. ОДВЗЯИ поделилась своими данными и анализом со своими 185 государствами-членами, а также с международными организациями и примерно 1200 научными и академическими учреждениями в 120 странах.

ОДВЗЯИ также зарегистрировал инфразвук, образовавшийся в атмосфере в результате взрыва болида метеора над Челябинском, Россия, в 2013 году. Семнадцать станций по всему миру, в том числе одна в Антарктике, зафиксировали это событие, поскольку инфразвук многократно отразился по всему миру.

Записи с гидрофонов ОДВЗЯИ были проанализированы для определения места падения самолетов Air France Flight 447 и Malaysia Airlines Flight 370, которые были потеряны без известного места крушения. Никаких данных о рейсе 447 об-







наружено не было, даже после того, как он был переоценен после того, как стало известно местонахождение обломков. По состоянию на июль 2014 года рейс 370 по-прежнему пропал, без известных мест крушения или подтвержденных обломков. Поскольку единственное свидетельство места последней стоянки рейса 370 – это анализ его спутниковых передач, который привел к неточному и очень большому району поиска, гидроакустические записи ОДВЗЯИ были проанализированы, чтобы потенциально определить и локализовать его воздействие на Индийский океан. Анализ имеющихся гидроакустических записей (включая записи, сделанные гидрофоном ОДВЗЯИ, расположенным у мыса Леувин, Западная Австралия) выявил одно событие, которое может быть связано с рейсом 370.

Другие потенциальные гражданские и научные приложения включают использование данных и технологий ОДВЗЯИ в гражданской авиации и судоходстве, а также в исследованиях изменения климата.

### Режим проверки в действии

Утром 9 октября 2006 года Северная Корея устроила ядерный взрыв, приведя в действие ядерное устройство на полигоне на северо-востоке страны. Глобальная сеть мониторинга ОДВЗЯИ зафиксировала взрыв малой мощности с помощью 22 сейсмических станции. В течение двух часов после взрыва государства-члены ОДВЗЯИ получили первоначальную информацию о времени, месте и величине взрыва.

Через две недели после взрыва станция мониторинга в Йеллоунайфе на севере Канады обнаружила в воздухе следы радиоактивного благородного газа ксенона. Присутствие ксенона свидетельствует о том, что произошел ядерный взрыв. Это обнаружение подтвердило, что ядерное испытание Северной Кореи в 2006 году было ядерным взрывом. Затем аналитики ОДВЗЯИ использовали специальные расчеты, чтобы отследить обнаруженный ксенон и определить его источник. Расчет показал, что обнаруженный благородный газ происходил из Северной Кореи.

Северная Корея провела второе ядерное испытание 25 мая 2009 года. Сейсмические данные показали необычно сильный подземный взрыв. Взрыв произошел всего в нескольких километрах от того места, где в 2006 году было взорвано первое ядерное устройство.

В 2009 году взрыв был зарегистрирован значительно большим количеством сейсмических станций, чем в 2006 году. Это произошло из-за большей силы взрыва и большего количества действующих станций мониторинга. Через два часа после испытания ОДВЗЯИ представила государствам-членам первоначальные выводы. Доступная информация также помогла аналитикам определить гораздо меньшую территорию в каче-



стве места взрыва. В 2009 году оценочная площадь составляла 264 км<sup>2</sup> по сравнению с 880 км<sup>2</sup> в 2006 году.

Утром 12 февраля 2013 года (в 02:57:51 UTC) система мониторинга ОДВЗЯИ обнаружила еще одно необычное сейсмическое событие в Северной Корее магнитудой 4,9 балла. Позже этим утром Северная Корея объявила, что провела третье ядерное испытание. Событие было зарегистрировано 94 сейсмическими станциями и двумя инфразвуковыми станциями в сети ОДВЗЯИ. Первый автоматический анализ местоположения, времени и масштабов был предоставлен государствам-членам менее чем за час. Проанализированные данные показали, что местоположение события (с точностью около +/- 8,1 км) было в значительной степени идентичным двум предыдущим ядерным испытаниям (41,313 градуса северной широты и 129,101 градуса восточной долготы). Как и в случае с двумя предыдущими ядерными испытаниями, сигнал исходил от поверхности.

Позднее радионуклидная сеть ОДВЗЯИ обнаружила значительные радиоактивные изотопы ксенона – ксенон-131m и ксенон-133, которые можно отнести к ядерным испытаниям. Обнаружение было сделано на радионуклидной станции в Такасаки (Япония), расположенной примерно в 1000 км или 620 милях от северокорейского полигона. Более низкие уровни были зафиксированы на другой станции в Уссурийске (Россия). Используя моделирование атмосферного переноса, которое рассчитывает трехмерную траекторию распространения переносимой по воздуху радиоактивности на основе данных о погоде, северокорейский испытательный полигон был определен как возможный источник выбросов.

22–23 июня 2020 года радионуклидные станции в Стокгольме и его окрестностях обнаружили необычно высокие уровни цезия-134, цезия-137 и рутения-103 в районе Балтийского моря.

<http://www.ctbto.org/>



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: nnc@nnc.kz  
web-сайт: www.nnc.kz

**Главный редактор:**

Эрлан Батырбеков

**Заместитель Главного редактора:**

Владимир Витюк

**Медиа-консалтинг:**

Наталья Утенкова

Игорь Перепелкин

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.



