УДК 621.039.586

А. В. Носовский

Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности, г. Киев, Украина

Опыт строительства защитной оболочки над претерпевшим запроектную аварию энергоблоком № 4 Чернобыльской АЭС: взгляд через 30 лет

В работах по ликвидации аварии на четвертом энергоблоке Чернобыльской АЭС принимали участие многие организации и ведомства. Но основную часть всех работ — консервацию разрушенного аварийного блока и ввод в эксплуатацию третьего энергоблока Чернобыльской АЭС — выполнили в 1986–1987 гг. специалисты предприятий и организаций Министерства среднего машиностроения СССР, которые были командированы в штат специально созданной организации — Управление строительством УС-605.

В статье показана деятельность специалистов УС-605, приведено описание организационных и технических мероприятий по обеспечению радиационной безопасности при строительстве объекта «Укрытие» в сложных радиационных условиях. В ходе этой работы накоплен большой и уникальный опыт работ по ликвидации последствий тяжелых аварий, который должен использоваться для предотвращения любых инцидентов в атомной энергетике и ликвидации их последствий.

Ключевые слова: Чернобыльская АЭС, авария, объект «Укрытие», новый безопасный конфайнмент, преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

А. В. Носовский

Досвід будівництва захисної оболонки над енергоблоком № 4: погляд через тридцять років

У роботах з ліквідації аварії на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС брали участь багато організацій та відомств. Та основну частину всіх робіт — консервацію зруйнованого аварійного блока і введення в експлуатацію третього енергоблока Чорнобильської АЕС — виконали у 1986–1987 рр. фахівці підприємств і організацій Міністерства середнього машинобудування СРСР, які були відряджені в штат спеціально створеної організації — Управління будівництвом УБ-605.

У статті показано діяльність фахівців УБ-605, наведено опис організаційних і технічних заходів щодо забезпечення радіаційної безпеки під час будівництва об'єкта «Укриття» в складних радіаційних умовах. У ході цієї роботи накопичено великий та унікальний досвід робіт з ліквідації наслідків важких аварій, який має використовуватися для запобігання будь-яких інцидентів у атомній енергетиці та ліквідації їх наслідків.

Ключові слова: Чорнобильська АЕС, аварія, об'єкт «Укриття», новий безпечний конфайнмент, перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему.

© А. В. Носовский, 2016

При проведении 26 апреля 1986 г. проектных испытаний одной из систем обеспечения безопасности на энергоблоке № 4 Чернобыльской АЭС ядерная установка энергоблока была введена в нестабильное состояние, что привело к тепловому взрыву, разрушению активной зоны реактора и здания реакторного отделения. В результате взрыва произошел выброс радиоактивных топливных частиц, а также графита в атмосферу. Все барьеры безопасности были разрушены, строительные конструкции реакторной установки повреждены. Топливные радиоактивные элементы попали практически во все помещения энергоблока, на кровли ближайших зданий и площадку станции. Территория, непосредственно прилегающая к разрушенному энергоблоку, была загрязнена разбросанными фрагментами активной зоны: обломками тепловыделяющих элементов, кусками графитовой кладки, радиоактивными элементами конструкций реакторной установки. Вблизи энергоблока значения мощности дозы γ-излучения достигали 20 Гр/ч и, в основном, определялись излучением самого развала реактора [2].

В течение нескольких часов после аварии пожарным командам и персоналу станции удалось ликвидировать многочисленные очаги возгораний на аварийном энергоблоке, что предотвратило угрозу распространения пожара на другие энергоблоки. Сразу после аварии были остановлены сначала энергоблок № 3, составляющий с аварийным энергоблоком единый комплекс, а затем энергоблоки №№ 1 и 2.

Необычность и сложность возникших проблем обусловили немедленное и широкое привлечение к их решению лучших научных и инженерных сил страны. Первоочередной задачей аварийных работ на блоке № 4 ЧАЭС являлось создание защитной оболочки над претерпевшим запроектную аварию энергоблоком. В середине мая 1986 г. было принято решение о долговременной консервации разрушенного энергоблока с целью предотвращения выхода радионуклидов в окружающую среду и снижения уровней ионизирующих излучений на площадке АЭС. Работы по консервации блока № 4 и относящихся к нему сооружений поручаются Министерству среднего машиностроения (Минсредмаш) СССР. В конце мая 1986 г. для проведения строительных работ в составе этого Министерства формируется специальное Управление строительства УС-605, состоящее из нескольких строительных и монтажных подразделений, бетонных заводов, управлений механизации, автотранспорта, энергоснабжения и т. п. Большинству других организаций и ведомств, привлеченных к работам по ликвидации аварии, поручается проведение дезактивационных работ вокруг ЧАЭС.

На стадии концептуального проектирования по консервации разрушенного энергоблока принимается за основу эскизный проект, разработанный специалистами Всероссийского проектного и научно-исследовательского института комплексной энергетической технологии (ВНИПИЭТ), и этот институт назначается генеральным проектировщиком объекта «Укрытие» [1]. Проектирование объекта «Укрытие» удается осуществить в течение трех месяцев — с 20 мая по 20 августа 1986 г. Проектная документация по мере готовности передается строителям УС-605 и при необходимости уточняется или дополняется бригадой авторского надзора.

Научное руководство работами возлагается на Институт атомной энергии (ИАЭ) им. И. В. Курчатова. В первый же день после аварии на станцию прибывает группа специалистов института: В. А. Легасов, А. К. Калугин,

Административно-бытовой комплекс Чернобыльской АЭС

Группа специалистов отдела дозиметрического контроля

Е. П. Рязанцев, Л. П. Федуленко, которые выполняют первую диагностику разрушенного реактора и подготавливают первые предложения по ликвидации аварии.

Основная задача на первом этапе строительства объекта «Укрытие» — подавление мощных локальных источников ионизирующих излучений на территории площадки: обломков топливных элементов, графитовой кладки и других конструкционных материалов разрушенного реактора. Загрязненный радионуклидами грунт и другие радиоактивные материалы собирались в контейнеры с использованием защищенной специальной техники и транспортировались в места временного хранения. В результате проведенных мероприятий уровень мощности экспозиционной дозы на территории уменьшился от 5 до 30 раз [2]. Возведенные разделительная стена, отделившая поврежденный блок № 4 от помещений блока № 3, а также защитные стены из железобетона по периметру блока № 4 обеспечивали безопасность при производстве строительно-монтажных работ. Все время, пока сооружалось «Укрытие», внутри блока № 4 специалистами ИАЭ активно велась диагностика состояния ядерного топлива и топливосодержащих материалов [3]. Активное участие в этих работах принимали специалисты и научные сотрудники институтов Академии наук Украины.

Строительство объекта «Укрытие» завершилось в ноябре 1986 г., и 30 ноября 1986 г. Государственная комиссия приняла на техническое обслуживание законсервированный энергоблок № 4 ЧАЭС. Основной составляющей успеха сооружения в сжатые объекта «Укрытие» стало привлечение к этим работам опытных квалифицированных кадров. Руководящий состав УС-605 и специалисты высшей квалификации, командированные с предприятий ядерного топливного цикла и ядерного оружейного комплекса, имели опыт сооружения ядерных установок различного назначения, прекрасно разбирались в вопросах обеспечения радиационной безопасности при проведении работ. Управление работами по сооружению объекта «Укрытие» осуществляли специалисты Минсредмаша: К. И. Кондырев, В. И. Рудаков, Ф. А. Ермаков, А. И. Егоров, Ю. Ф. Юрченко, А. К. Усанов, А. Г. Мешков, А. И. Дударов, Е. В. Рыгалов, Г. Д. Лыков и многие другие. Сотрудники предприятий Министерства энергетики СССР, атомных станций к работам по сооружению объекта «Укрытие» Минсредмашем не привлекались.

Одним из наиболее важных структурных подразделений УС-605 являлся отдел дозиметрического контроля (ОДК), который и обеспечивал безопасное проведение работ по строительству объекта «Укрытие». Организация и координация деятельности ОДК была возложена на Отдел охраны труда Минсредмаша СССР. Эту работу возглавили начальник отдела В. И. Гришмановский и его заместитель А. П. Панфилов. ОДК комплектовался специалистами предприятий министерства, основной ее костяк составили руководители служб и отделов радиационной безопасности, инженерно-технические работники, дозиметристы почти со всех предприятий Минсредмаша. Представители закрытых предприятий Челябинска, Москвы, Дубны, Красноярска, Арзамаса, Протвино, Ленинграда, Шевченко, Желтых Вод, Семипалатинска, Глазова, Соснового Бора и других городов обеспечивали радиационную защиту строительных бригад при проведении опасных работ. Первым заместителем главного инженера УС-605 по радиационной безопасности стал А. Ф. Лызлов — ветеран ликвидации радиационных аварий на объектах ПО «Маяк», опытный специалист в области радиационной защиты. Руководство отделом в разное время осуществляли Л. Ф. Беловодский, Г. Ф. Ходалев, В. Ф. Соколов, В. К. Гаевой и другие известные специалисты по вопросам радиационной безопасности.

УС-605 имел развитую инфраструктуру не только на площадке Чернобыльской АЭС, но и в городах Чернобыль, Иванков, Киев. Так, автор данной статьи, будучи командированным в паре с дозиметристом высокой квалификации Рассказовым В. В. из Научно-исследовательского технологического института (г. Сосновый Бор Ленинградской обл.), вначале прибыл в пионерский лагерь «Голубые озера» в пос. Тетерев, где располагалась одна из баз УС-605. Там проводились медицинский осмотр, инструктаж по вопросам безопасности, выдача средств индивидуального дозиметрического контроля, спецодежды и средств индивидуальной защиты, и только после этого сотрудники автобусом доставлялись в Чернобыль в распоряжение руководства ОДК, которое находилось в здании средней школы. Здесь в течение получаса путем опроса проводилась оценка квалификации прибывшего сотрудника, на основании теста присваивалась должность и определялось место работы в отделе. Наиболее опытные сотрудники направлялись на обеспечение радиационной безопасности строительных работ на площадке ЧАЭС, менее квалифицированные — на работы, обеспечивающие основную деятельность в Чернобыле.

Радиационная обстановка в местах ведения работ была достаточно сложной. Так, на конец мая — начало июня

1986 г. на территориях, примыкающих непосредственно к аварийному блоку, уровни мощности доз гамма-излучения составляли от 60 до 300 Р/ч, а на расстоянии 100 м — от 5 до 10 Р/ч [4].

Реализация проектных решений при сооружении объекта «Укрытие» в сложной радиационной обстановке потребовала выполнения комплекса организационно-технических мероприятий для обеспечения радиационной защиты персонала. Использовались строительная техника с дистанционным управлением, специальные технологии производства бетонных работ с применением дистанционной бетононасосной техники, для проведения работ в высоких полях ионизирующего излучения — радиационно-защищенные кабины машин и защитные экраны с высоким коэффициентом защиты, для выполнения работ и визуального наблюдения за их ходом в труднодоступных местах с высокими полями ионизирующего излучения — специально созданные освинцованные кабины для размещения в них рабочих (кабины, получившие название «батискафы», подвешивались на стреле подъемного крана для транспортировки исследователей в необходимый район).

Всего в УС-605 насчитывалось около 1000 единиц транспортных средств. Перевозки рабочих до узла пересадки обслуживало 160 автобусов, перевозки непосредственно в зону работ — 80 автобусов с освинцованными салонами. Производительные бетононасосы (объем укладки одной единицей в сутки доходил до 1200 м^3), оборудованные пультами управления и телекамерами, подавали бетон на расстояние до 52 м. На перевозке бетона было задействовано 108 автобетоносмесителей (миксеров) и 80 автосамосвалов с защищенными свинцом кабинами.

Специфические дорожные знаки

На монтаже металлоконструкций работали уникальные краны грузоподъемностью до 600 т.

Основная часть территории вокруг разрушенного блока дезактивировалась путем удаления радиоактивных материалов и снятия загрязненного поверхностного слоя грунта. В отдельных местах производилось пылеподавление с применением специальных химических составов. Подавление локальных источников ионизирующих излучений на территории площадки осуществлялось засыпкой щебнем и бетонированием. Большую часть высокоактивных элементов при очистке территории загружали в контейнеры и помещали в развал реактора для захоронения внутри возводимого объекта «Укрытие». Снятый грунт и другие радиоактивные материалы вывозили в специально организованные пункты временного захоронения. Для дезактивационных работ использовали инженерные машины с грейферными захватами на выдвижной стреле и ножом бульдозера, радиоуправляемые бульдозеры, фронтальные погрузчики и другую дорожно-строительную технику, оснащенную защитой от ионизирующих излучений рабочего места оператора, установками фильтрации воздуха, аппаратурой теленаблюдения и радиосвязью. Для дезактивации загрязненных кровель применяли дистанционно-управляемые механизмы, а также радиационно-защищенные мини-тракторы, оснащенные бульдозерными ножами, фрезами или грейферными захватами.

На период работ по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС Министерством здравоохранения СССР была установлена суммарная предельная индивидуальная доза внешнего облучения, равная 25 сЗв за все время работы [5]. При достижении этой дозы человек освобождался от работы в зоне ЧАЭС и направлялся на медицинское обследование.

Для персонала УС-605 установленный контрольный уровень внешнего облучения составлял 10 сЗв; при достижении этой дозы работник выводился из зоны с высокими уровнями радиации и направлялся на вспомогательные работы вне зоны радиоактивного загрязнения [6]. Установленный исходя из анализа реальной радиационной обстановки на рабочих местах персонала контрольный уровень для однократного облучения составлял 1 сЗв/день, максимально разрешенная дневная доза — 2 сЗв с обязательным отстранением работника, получившего такую дозу, от радиационно-опасных работ на несколько дней [5]. Такой была позиция, занятая руководством УС-605 в то тяжелое время, когда любые разумные решения по предотвращению необоснованного облучения людей расценивались некоторыми чиновниками как проявление саботажа.

Все участники строительства объекта «Укрытие» в обязательном порядке проходили медицинское освидетельствование и инструктаж по вопросам радиационной безопасности, мерам личной гигиены, способам защиты и правилам использования средств защиты, обеспечивались основной спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты, в зависимости от характера и условий работы — оснащались дополнительными средствами защиты: свинцовыми фартуками, очками, пластикатовой спецодеждой, перчатками, бахилами, фильтрующими противогазами и респираторами, изолирующими дыхательными аппаратами и костюмами. Спецодежду, белье, обувь и другие индивидуальные средства защиты при наличии радиоактивных загрязнений направляли на дезактивацию или, в зависимости от степени радиоактивного загрязнения, удаляли в радиоактивные отходы [7].

Введенный строгий санитарно-пропускной режим предусматривал переодевание, санитарную обработку и принудительный радиационный контроль персонала при выходе из грязных зон в чистые. На входе в столовые и жилые зоны постоянно функционировали дозиметрические посты, где контролировалось загрязнение рук, одежды, обуви и были установлены устройства для дезактивации кожных покровов.

Любые работы в районе аварийного энергоблока проводились только после контроля радиационной обстановки, определения основных источников излучения и установления безопасного времени работ. На наиболее радиационно-опасных участках работы осуществлялись по нарядам-допускам и с пооперационным дозиметрическим контролем. Снижение дозы облучения персонала достигалось ограничением времени пребывания в радиационно-опасных условиях, дистанционным выполнением технологических операций и использованием защитных экранов. Кроме дистанционно-управляемых механизмов широко использовались инструмент и приспособления, отдаляющие человека от локальных источников излучения. Биологической защитой служили стенки из мешков с песком, железобетонных плит, свинцовых кирпичей и защитных экранов из листового свинца.

При помощи телевизионных установок проводились визуальный дистанционный контроль процессов монтажа конструкций, перекрытий, бетонирования, исследование разрушенных конструкций, удаление высокоактивных источников излучения и другие работы в радиационно-опасных условиях. Применение телевизионных установок сыграло большую роль в уменьшении дозовых нагрузок персонала, которому приходилось по 12 часов находиться на строительной площадке.

Практическая реализация основополагающих принципов радиационной безопасности при проведении опасных работ надежно подкреплялась строжайшей дисциплиной, а также оперативно разрабатываемыми и вводимыми в действие инструкциями и регламентами выполнения всех радиационно-опасных работ. Лица, нарушившие правила радиационной безопасности, отстранялись от работ, их командировка закрывалась и они направлялись на предприятия, командировавшие их на ликвидацию аварии.

Сочетание правильной организации труда, применения дистанционных технологий строительных работ, четкой организации радиационного контроля и радиационной защиты людей и техники, а также использования квалифицированного персонала позволило успешно выполнить в полном объеме все запланированные работы по укрытию разрушенного энергоблока в сжатые сроки без переоблучения людей. При этом дозы облучения у более чем половины сотрудников УС-605 за весь период работы составили от 1 до 5 сЗв; выше 25 сЗв получили 0,6 % (155 человек) общего числа работавших [8], максимальная доза облучения — 49,2 сЗв.

Все работы по сооружению объекта «Укрытие» выполнил трудовой коллектив УС-605 общим количеством 21 545 человек. В это число включены и все военнослужащие, работавшие на сооружении объекта «Укрытие», — исключительно призванные резервисты строительных специальностей в возрасте 35—45 лет. От привлечения молодых солдат срочной службы к работам по строительству объекта «Укрытие» руководство Минсредмаша и УС-605 категорически отказалось [9].

При этом индивидуальная средняя доза внешнего облучения составила 8,7 сЗв из разрешенных в то время 25 сЗв. Таким образом, в 1986 г. руководство УС-605 обеспечило не только строго установленные сроки выполнения работ, но и непревышение разрешенных нормами безопасности индивидуальных доз облучения персонала.

Переоблучение свыше 25 бэр было зарегистрировано у 155 человек из числа сотрудников УС-605, в основном — у высокопрофессиональных специалистов и руководителей Минсредмаша и УС-605, которым подчас приходилось работать в течение нескольких вахт подряд из-за того, что их просто некем было заменить. Часто, не считая себя вправе посылать подчиненных в наиболее опасные места, руководители лично проводили первичные инженерные и радиационные обследования опасных участков с целью дальнейшей организации работ и разработки противорадиационных мероприятий.

Исходя из хорошей практики строительства объекта «Укрытие», восстановление блока № 3 и подготовка к его пуску в эксплуатацию также были поручены специалистам УС-605. Вопросы возобновления эксплуатации первых трех энергоблоков ЧАЭС относились к ряду важнейших в плане ликвидации последствий аварии и решались параллельно с вопросами консервации блока № 4.

После завершения сооружения объекта «Укрытие» и дезактивации территории станции радиационная обстановка на энергоблоках №№ 1 и 2 окончательно стабилизировалась, достигнув уровней, позволяющих эксплуатацию энергоблоков в соответствии с правилами и нормами безопасности. Послеаварийный ввод в эксплуатацию блока № 1 был осуществлен 1 октября 1986 г., ввод в эксплуатацию блока № 2 — 5 ноября 1986 г. В отличие от первых двух, на энергоблоке № 3 требовалось проведение большого объема дезактивационных и восстановительных работ. Были отсечены кабельные трассы, водяные и газовые коммуникации, связывающие блоки №№ 3 и 4, залита бетоном часть помещений. Защитно-разделительная стена между этими блоками бетонировалась и облицовывалась свинцом для уменьшения радиационного фона. Оборудование, трубопроводы, вентиляционные короба, кабельные трассы в помещениях блока № 3 с большими уровнями радиоактивного загрязнения были демонтированы для снижения радиационного фона.

Обеспечением радиационной безопасности при проведении работ по вводу в эксплуатацию блока № 3 пришлось заниматься и автору данной статьи. Весь комплекс работ (очистка территории, возведение разделительных стен и составных частей защитного сооружения, строительство инфраструктуры, эксплуатация бетонных заводов, дезактивация оборудования, помещений, строительной техники и др.) был разделен по специальным районам. За коллективами, работавшими на таких районах, закреплялась полная ответственность за выполнение конкретных работ, в том числе и за обеспечение радиационной безопасности.

В сферу деятельности автора статьи относился район, включавший разделительную стену между блоками №№ 3 и 4 и здание ВСРО (вспомогательных систем реакторного отделения). Кроме этого, группа специалистов ОДК, закрепленных за районом, обеспечивала безопасность очистки от радиоактивных материалов кровель блока № 3, площадок вентиляционной трубы, а также привлекалась к другим радиационно-опасным работам. Дозиметристы проводили первичную радиационную разведку места производства работ, определяли их допустимое время

и допускали к работе строительные бригады, которые в основном состояли из так называемых партизан — лиц, призванных на военные сборы.

Воинские подразделения, привлеченные к работам по ликвидации аварии, не имели практического опыта работы в условиях ионизирующих излучений в мирное время, а следовательно, и отлаженной системы радиационного контроля индивидуальных доз облучения. Индивидуальный контроль облучения в основном осуществлялся войсковыми дозиметрами типов ДК-0,2, ДКП-50, ИД-1 и ИД-11, которые не обеспечивали необходимый уровень радиационного контроля, — одни зашкаливали, другие давали большую погрешность измерения. Кроме того, дозиметров просто не хватало.

Из-за отсутствия нужных средств радиационного контроля в воинских формированиях были введены групповой (выдача одного дозиметра на группу военных, выполнявших работы на одном участке) и расчетно-групповой (оценка дозы облучения по данным предварительно измеренной мощности дозы на рабочем месте и времени нахождения группы на участке работ) методы оценки доз. Использование данных методов, а также недостаточность квалификации лиц, ответственных за радиационный контроль, создавали предпосылки для получения данных о дозах с ошибками в сотни процентов. Но на участках работ, входящих в компетенцию УС-605, все военные строители обеспечивались индивидуальными оперативными дозиметрами Д-2Р, с обязательным измерением и регистрацией полученных доз после выполнения работ.

Проведение радиационной разведки

За день до начала дезактивационных или строительных работ сотрудники ОДК проводили тщательное радиационное обследование и готовили для строительных бригад предложения по допустимому времени работы и применению средств индивидуальной защиты. После выполнения работ все ее участники направлялись в санпропускник, где проходили полный дозиметрический контроль наличия радиоактивного загрязнения и санитарную обработку в душевых с применением специальных дезактивирующих средств. Спецодежду, загрязненную радиоактивными веществами, сдавали и взамен ее получали новую. Иногда такие процедуры приходилось совершать дважды-трижды в течение рабочего дня. Радиационная обстановка была сложной, и порой строители получали разрешенную контрольную дозу за несколько минут работы. В этом случае они отстранялись от выполнения радиационно-опасных работ и направлялись в расположение воинской части.

Дозиметристы, как и строители, получали значительные дозы облучения. Если в один из дней кто-то получил дневную дозу в 1 сЗв (бэр), то на следующий день ему предоставлялся выходной и (неофициально) выдавалось некоторое количество спирта для проведения «внутренней дезактивации».

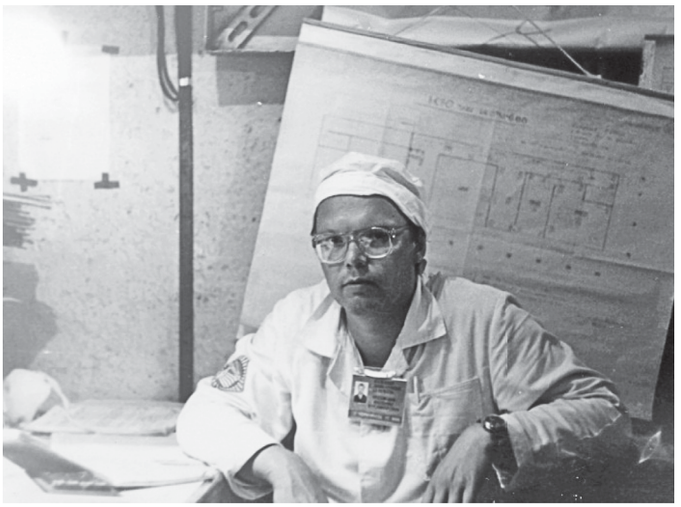
Для проживания сотрудников ОДК в Чернобыле под общежитие было выделено здание бывшего детсада. На металлические спинки кроватей натягивалась марля для защиты от несметного в то время количества комаров. Такие сооружения для ночного отдыха сами жильцы называли «саркофагами». Перед входной дверью в общежитие находился металлический поддон с дезактивирующим раствором для предотвращения заноса на обуви радиоактивных загрязнений в жилую зону. В небольшом коридоре вход в жилые помещения перекрывала деревянная скамейка, перед которой снималась уличная обувь, а уже за скамейкой надевалась домашняя обувь.

За сотрудниками ОДК был закреплен автобус с окнами и полом, закрытыми листами свинца, чтобы уменьшить проникающую радиацию от находящихся за пределами автобуса источников. Этим автобусом и еще автомашиной «Жигули» модели ВАЗ 2101 с бортовым номером 501 дозиметристы доставлялись на площадку объекта «Укрытие» и назад к общежитию. Место работы на территории ЧАЭС располагалось в помещении здания ХЖТО — хранилища жидких и твердых радиоактивных отходов. При нормальной эксплуатации атомной станции помещения в этом здании наиболее загрязнены в радиационном плане, но в условиях аварии именно они обеспечивали должный уровень радиационной защиты от разрушенного реактора и других источников, находящихся на территории. Помимо того, благодаря хорошему проходу по крытой галерее, соединяющей здание ХЖТО с энергоблоком АЭС, к местам проведения дезактивационных и восстановительных работ снижалась доза облучения дозиметристов и строителей.

В столовых по специальным талонам было организовано качественное высококалорийное трехразовое питание (в рацион входили мясо, рыба, красная икра, фрукты, шоколад). У многих талоны оставались неиспользованными из-за ненормированного графика работы, но их можно было отоварить в столовых сухими пайками.

Руководство УС-605 после завершения дезактивационных и восстановительных работ внутри помещений ВСРО поставило задачу по дезактивации кровли здания, на которую при возведении саркофага вылилось громадное количество строительного бетона. Под бетоном лежали

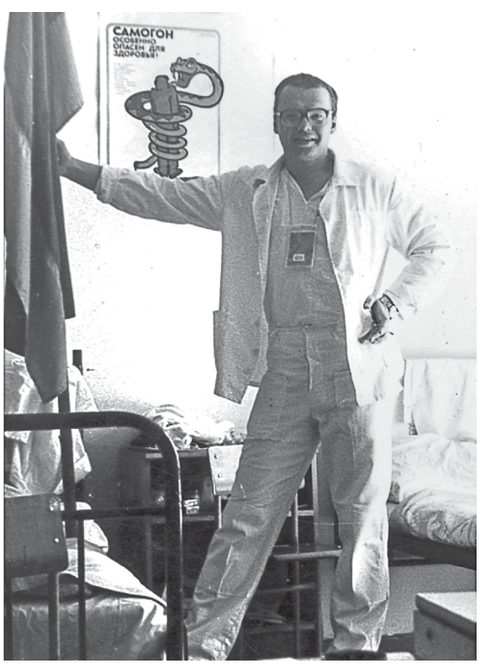
Место проживания — детский сад в Чернобыле



Пост дозиметрического контроля в здании ХЖТО

элементы ядерного топлива и куски графита, которые сильно влияли на радиационную обстановку как на самой кровле, так и в помещениях верхнего этажа здания. После неудачных попыток удаления с поверхности кровли всего наплывшего бетона было принято решение перейти к удалению отдельных участков с повышенным радиационным фоном, укреплению строительных конструкций помещений верхнего этажа и наложению по бетонному наплыву новой кровли. Дозиметристы ежедневно снимали картограммы радиационных полей, планировали и сопровождали работы по восстановлению кровли.

Всем ликвидаторам выдавалась спецодежда: куртка, брюки, нательная рубашка, чепчик, носки, ботинки. Руководители, а также лица, приближенные к ним, щеголяли в «афганках» — военной форме для военнослужащих, выполнявших свой интернациональный долг в Афганистане.



В комнате общежития

Автомобиль группы оперативного дозиметрического контроля

Основную низкоквалифицированную и самую опасную работу по ликвидации последствий аварии делали военнослужащие. Бульдозеры сгребали крупный мусор, разбросанный взрывом по территории АЭС, а вслед за ними шли резервисты, вооруженные лопатами. Из гражданских лиц на этих участках были задействованы лишь специалисты-строители в роли прорабов и бригадиров, а также дозиметристы.

Ответственные радиационно-опасные работы нередко в виде денежной премии оформлялись и оплачивались как особо важные. Каждому сотруднику УС-605 заработная плата перечислялась на предприятие, командировавшее сотрудника. По желанию можно было получить раз в месяц аванс в размере 200 руб., которые тратились в основном на сигареты и предметы личной гигиены в магазинах Чернобыля либо Иванкова.

Официально увеличение норм оплаты труда всех категорий ликвидаторов было принято дополнительными правительственными решениями. После введения сдельной

Кровля здания ВСРО, залитая бетоном

Радиационный контроль новой кровли ВСРО

аккордной и других прогрессивных форм оплаты труда специальным распоряжением отличившиеся работники за выполнение особо важных и ответственных работ, в зависимости от опасности их проведения, премировались единовременным вознаграждением в размере до 1 тыс. руб. Кроме этого, руководителям министерств и ведомств разрешалось оплату труда ликвидаторов увеличивать по сравнению с действующими нормами в пятикратном размере. В случае получения специалистами предельно допустимой дозы радиации они не допускались к работе в опасных зонах, им выплачивались единовременное вознаграждение и пятикратная месячная тарифная ставка, военнослужащим офицерского состава — три месячных оклада денежного содержания, а военнослужащим срочной службы — 300 руб.

К одним из наиболее сложных и опасных относились операции, связанные с удалением с крыш расположенных возле вентиляционной трубы ВТ-2 зданий второй очереди и площадок высокорадиоактивных элементов и кусков графита, выброшенных из активной зоны при взрыве. Все попытки удалить радиоактивные материалы с помощью роботов оказались неудачными, поэтому выполнялась такая операция вручную силами военнослужащих с применением шанцевого инструмента. Уровни мощности доз в зоне, подлежащей очистке от высокорадиоактивных отходов, превышали 1000 Р/ч. Около тысячи военнослужащих с помощью одних только лопат сбросили в развал шахты реактора высокорадиоактивные материалы.

Для очистки от радиоактивного загрязнения вентиляционной трубы ВТ-2, на площадках которой находились выброшенные взрывом радиоактивные материалы, требовалось провести ее радиационное обследование, к чему готовились серьезно: изучили чертежи, подсчитали время, количество необходимого персонала, определили приборный парк для измерений, последовательность движения, средства индивидуальной защиты. Чтобы запланировать мероприятия по радиационной защите при очистке трубы, необходима была хотя бы приближенная оценка радиационной обстановки. Для этого дозиметры подняли внутри вентиляционной трубы наполненными гелием воздушными шарами, закрепив их по длине веревки. На основании полученной после расчета показаний дозиметров информации о возможных дозах облучения планировалась вся последующая деятельность. Но даже с такой подготовкой разовые дозы облучения при выполнении этой операции составили около 5 сЗв на человека.

Всего в работах по ликвидации последствий аварии участвовало около 600 тыс. человек, из них 240 тыс. — военнослужащие [10]. Военнослужащие в основном выполняли дезактивационные работы в зоне отчуждения. Средние значения полученной ими эффективной дозы внешнего облучения составили 17 сЗв в 1986 г. и 13 сЗв в 1987 г. [8], что в два и более раз превысило значения доз, полученных специалистами УС-605 при сооружении объекта «Укрытие» и восстановлении энергоблока № 3 ЧАЭС. И это притом, что специалисты УС-605 выполнили практически все наиболее радиационно-опасные и дозозатратные работы в 1986 и 1987 гг.

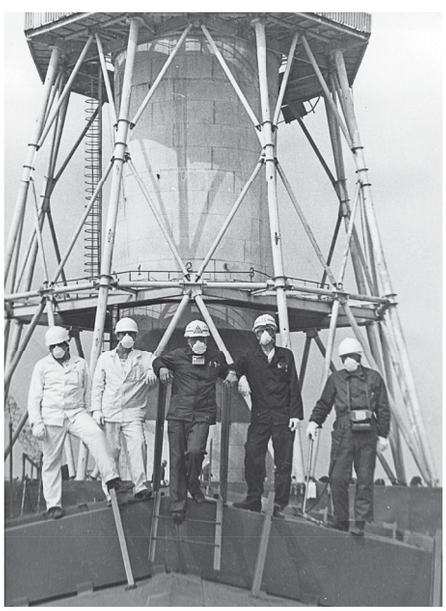
Радиационное обследование перед допуском рабочих бригад

Не умаляя значения деятельности организаций, не входящих в состав УС-605, можно утверждать, что большая часть радиационно-опасных работ в 30-километровой зоне, не связанных напрямую с консервацией блока № 4, могла быть проведена и после нормализации радиационной обстановки, без неоправданного облучения персонала. 90 % коллективной дозы не соответствуют ни характеру, ни объему, ни значимости выполненных работ по ликвидации последствий аварии, и прежде всего — из-за пренебрежения установленными требованиями безопасности. Проявление некомпетентности в вопросах радиационной безопасности при ликвидации последствий аварии сыграло отрицательную роль в период активной стадии ликвидации аварии.

Сразу же после аварии в 30-километровой зоне к руководству аварийными работами на площадке станции были привлечены в основном эксплуатационники АЭС — в большинстве своем хорошие специалисты в вопросах эксплуатации, но без знаний в области ликвидации радиационных аварий. Пренебрегая правилами радиационной безопасности, они старались любым способом выполнить задание. Многие из них проявили в первые дни и недели самоотверженность и личное мужество, но получили при этом большие дозы облучения. По прошествии достаточно короткого времени стала очевидной неэффективность их деятельности. Только этим можно объяснить ряд сделанных в то время неверных оценок как количественных параметров, характеризующих аварию, так и основных опасных факторов, определяющих стратегию ликвидации ее последствий. Пренебрежение правилами радиационной безопасности при ликвидации последствий Чернобыльской аварии многими руководителями расценивалось как проявление героизма и не было продиктовано необходимостью.

Ярким примером ненужных, но крайне радиационно-опасных на первом этапе работ стала очистка кровель машинного зала и вспомогательных сооружений блока № 3. Ликвидаторы, занятые на этих работах, находились в очень высоких полях гамма-излучения, создаваемых не столько радиоактивным загрязнением кровель, сколько прямым излучением очень мощных источников, основным из которых являлся разрушенный реактор. Посылать людей на такие опасные и при этом бесполезные работы до того, как будут подавлены основные источники, было одним из неправильных решений.

Не единожды руководство УС-605 останавливало строительные работы на участках блока № 4, еще вчера относительно «чистых» в радиационном плане, а на следующие день имеющих значительные уровни радиоактивного загрязнения. Появление радиоактивного загрязнения там, где его не было и не должно было быть, объяснялось просто: по приказу некомпетентных управленцев военнослужащие проводили дезактивацию кровель на верхних отметках со сбросом радиоактивных материалов вниз. Строители УС-605 по команде бригадиров срочно отправлялись в безопасные зоны и ждали повторной дезактивации рабочего участка, загрязненного в результате таких неквалифицированных действий. Принципиальная позиция руководства УС-605 по недопущению превышения



Группа планирования работ по очистке площадок венттрубы ВТ-2

Радиационное обследование площадок венттрубы ВТ-2

Радиационное обследование ВТ-2 закончено

После волейбольного матча в Чернобыле

установленных дозовых пределов и тщательное планирование всех радиационно-опасных работ позволили удержать общую коллективную дозу облучения сотрудников УС-605 на оптимально обоснованном уровне.

Отрицательную роль в обеспечении радиационной безопасности сыграло и наличие в 30-километровой зоне большого количества не занятых делом ликвидаторов. По вине руководства в первый период в зону аварии без выделения необходимого фронта работ привлекалось много людей, которые подверглись необоснованному облучению.

Удостоверения участников ликвидации аварии на ЧАЭС получили более 600 тыс. человек, но степень их участия была неодинаковой. После завершения основных работ, когда радиационная обстановка практически на всех объектах 30-километровой зоны снизилась до безопасных пределов и никто уже не испытывал особого страха, появилось много желающих устроиться туда на работу. Стимулом стали повышенный уровень материального вознаграждения и ряд других весьма существенных льгот, которые формально и фактически и были уже той компенсацией за дополнительный риск возможного ущерба от радиационного воздействия, на который человек шел сознательно и добровольно (за исключением разве что военнослужащих). При этом подавляющая часть «почетных ликвидаторов», которые собрались в зоне отчуждения после завершения основных работ по нормализации радиационной обстановки и требовали впоследствии от общества все больших материальных льгот и компенсаций, на самом деле заслуживает их ничуть не больше, чем сотрудник любой АЭС или другого предприятия атомной промышленности. В 1988—1990 гг. большинство ликвидаторов, пребывавших на территории зоны отчуждения, подвергались риску не намного большему, чем обыденный риск нерадиационной природы, которому подвергается ежедневно любой житель страны.

3 ноября 1986 г. был подписан акт Государственной комиссии о приемке в эксплуатацию объекта «Укрытие». Техническое обслуживание законсервированного энергоблока было возложено на ЧАЭС, а научное руководство — на ИАЭ им. И. В. Курчатова. Специалистами этого института выполнялись научные и практические работы по радиационной разведке в помещениях аварийного энергоблока для определения причин аварии и мест нахождения топлива, созданию диагностических систем, анализу распределения ядерного топлива и топливосодержащих масс, определению количества выброшенного ядерного топлива и состава радиоактивного выброса, разработке стратегии проведения дезактивационных работ.

В работах по ликвидации последствий аварии с первых дней принимали участие научные сотрудники Академии наук Украины. Приказом президента Академии Б. Е. Патона были созданы оперативная комиссия во главе с академиком В. П. Трефиловым и профильные рабочие группы, которые выполняли комплекс исследовательских работ. Сотрудники институтов Академии наук Украины разрабатывали и внедряли первые системы контроля параметров разрушенного реактора, рекомендации по защите персонала, населения и окружающей природной среды, преодолению последствий радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий, защите водных бассейнов и многое другое.

В конце 1987 г. для научного сопровождения эксплуатации объекта «Укрытие» была организована комплексная экспедиция Института атомной энергии им. И. В. Курчатова, которая имела статус филиала ИАЭ и функционировала до мая 1992 г. Ее коллектив состоял из временных исследовательских групп различных научных организаций Минсредмаша. Научное руководство экспедицией осуществляли академики Е. П. Велихов, В. А. Легасов, С. Т. Беляев, а начальником экспедиции был назначен И. Н. Камбулов, которого впоследствии сменил А. М. Пасечников. Работа экспедиции продолжалась до мая 1992 г. После обретения Украиной независимости вся материальная, лабораторная и научная база были переданы Межведомственному научно-техническому центру «Укрытие» (МНТЦ) Национальной академии наук Украины. Первым руководителем МНТЦ был назначен профессор Карасев В. С., которого заменил

Автор статьи на фоне построенного объекта «Укрытие»

профессор Токаревский В. В., а с 1995 года — академик Ключников А. А. [11]. В 2004 г. МНТЦ «Укрытие» преобразован в Институт проблем безопасности НАН Украины, который в настоящее время выполняет научные исследования по программе преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

Оценка событий, мероприятий по ликвидации последствий аварии и применение полученнного опыта является тем источником знаний, который должен быть использован при разработке стратегии развития ядерной энергетики.

В 1986 г. всего за шесть месяцев без привлечения иностранных консультантов сотрудниками УС-605 Минсредмаша СССР была спроектирована и построена в сложных радиационных условиях защитная оболочка для аварийного реактора, которая обеспечила надежную защиту и позволила эксплуатировать энергоблоки Чернобыльской АЭС до декабря 2000 г., когда был остановлен последний энергоблок (№ 3) станции.

Это было достигнуто благодаря самоотверженному труду ученых, инженеров, рабочих, привлеченных со всех концов в то время огромной страны. Были задействованы практически все государственные механизмы, финансовые, материальные и человеческие ресурсы. Не всегда эти ресурсы использовались правильно. Иногда некоторые решения носили сугубо политический характер. Так, при восстановлении блока № 3 потребовались такие финансовые и человеческие ресурсы, а также были получены такие значительные коллективные дозы облучения, что при гораздо более низких затратах можно было достроить и ввести в эксплуатацию энергоблоки №№ 5 и 6, тем более что место их строительства имело незначительные уровни радиоактивного загрязнения, а пуск энергоблока № 5 планировался в декабре 1986 г.

Несмотря на успехи в ликвидации последствий аварии, площадка Чернобыльской АЭС и сегодня требует пристального внимания и значительных финансовых ресурсов. Длительное решение проблем преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом, снятия с эксплуатации настораживает общественность, и необходимо приложить еще много усилий, чтобы продемонстрировать ей конкретные научные знания, технические и инженерные решения по предотвращению аварий на АЭС и ликвидации их последствий, если они все-таки произошли.

Высокопрофессиональный состав научных и инженерных сотрудников способствовал эффективной организации исследований и, что особенно важно в тот период, — разработке научных рекомендаций по конкретным техническим аспектам. Чернобыльская авария показала, что в подобных экстремальных условиях успех дела определяется четкой его организацией, дисциплиной, безукоризненной исполнительностью и ответственностью. Примером тому заслуженно может считаться работа сотрудников УС-605, которые при поддержке специалистов из множества научных организаций смогли выполнить порученную работу в установленные сроки и без превышения допустимых доз облучения.

Сегодня, 30 лет спустя, вспомним тех, кто без высокопарных слов о героизме и самоотверженности, без предъявления обществу требований по социальной защите, просто выполнили свой гражданский и профессиональный

Один из плакатов наглядной агитации

долг и построили объект «Укрытие» в очень сложных радиационных условиях. Со своей стороны, выражаю глубокую признательность и благодарность всем бывшим сотрудникам УС-605, проявившим высокую организованность и профессиональные навыки при выполнении работ по ликвидации аварии, и хочу пожелать им здоровья и благополучия.

Список использованной литературы

1. *Багрянский В. М.* Захоронение 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС / В. М. Багрянский, В. А. Курносов, И. К. Моисеев // Атомная энергия. — 1988. — Т. 64, № 4. — С. 248.

2. Объект «Укрытие». История, состояние и перспективы : Монография / В.Н. Герасько, А. А. Ключников, В.И. Купный, А. В. Носовский, В. Н. Щербин. Под ред. А. А. Ключникова. — К. : Интерграфик, 1997. — 224 с.

3. *Барьяхтар В. Е.* Чернобыльская катастрофа / В. Е. Барьяхтар.— К. : Наук. думка, 1995. — 568 с.

4. *Лыков Г. Д.* Чернобыль. Катастрофа, подвиг, уроки и выводы. — М., 1996. — 346 с.

5. *Беловодский Л. Ф.* Обеспечение радиационной безопасности строительного персонала при сооружении объекта «Укрытие» четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС / Л. Ф. Беловодский, В. И. Гришмановский, А. П. Панфилов // Доклады Междунар. симпозиума по восстановительным работам в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации, Вена, Австрия, 6—10 ноября 1989 г. — Вена : МАГАТЭ, 1990. — С. 111—124. — (IAEA-SM-316).

6. *Беловодский Л. Ф.* Оптимизация дозовых затрат при ликвидации последствий крупных аварий на АЭС / Л. Ф. Беловодский, И. А. Беляев, Л. А. Лебедев // Доклады Междунар. симпозиума по восстановительным работам в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации, Вена, Австрия, 6—10 ноября 1989 г. — Вена : МАГАТЭ, 1990. — С. 135—143. — (IAEA SM-316).

7. *Ильин Л. А.* Радиационные аварии: медицинские последствия и опыт противорадиационной защиты / Л. А. Ильин // Атомная энергия. — 2002. — Т. 92, вып. 2. — С. 143—152.

8. *Носовский А. В.* Дозы облучения, полученные в результате аварии на Чернобыльской АЭС, и медицинские эффекты / А. В. Носовский // Ядерна та радіаційна безпека. — 2003. — Т. 6, вып. 1. — С. 11—24.

9. Социальные, экономические, экологические и медицинские последствия, обусловленные авариями на ПО «Маяк» и 4-ом блоке Чернобыльской АЭС : Отчет науч.-техн. центра по ядерной и радиационной безопасности Госатомнадзора России. — М., 2003, — 164 с.

10. Ретроспективная дозиметрия участников ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС : Монография / С. В. Ильичев, В. К. Мазурик, А.В. Носовский, И.Б.Снисар, О. А. Кочетков, В.П. Крючков, А.Г. Цовьянов; Под ред. А. В. Носовского, В. П. Крючкова. — К. : Седастиль, 1996. — 256 с.

11. *Боровой А. А.* Опыт Чернобыля (работы на объекте «Укрытие»). — Ч. 4. / А. А. Боровой, Е. П. Велихов. — М. : НИЦ «Курчатовский институт», 2015. — 138 с.

References

1. *Bagrianskii, V.M., Kurnosov, V.A., Moisieiev, I.K.* (1988), "Disposal of Chornobyl NPP Unit No. 4" [Zakhoroneniie 4-go energobloka Chernobylskoi AES], Atomic Energy, V. 64, No. 4, 248 p. (Rus)

2. *Gerasko, V.N., Kliuchnikov, A.A., Kupnyi, V.I., Nosovsky, A.V., Shcherbin, V.N.* (1997), "The Shelter. History, State and Prospects: Monography" [Obiekt "Ukrytiie". Istoriia, sostoianiie i perspektivy: Monografiia], Kyiv, Intergraphics, 224 p. (Rus)

3. *Bariakhtar, V.E.* (1995), "Chornobyl Accident" [Chernobylskaia katastrofa], Kyiv, Naukova Dumka, 568 p. (Rus)

4. *Lykov, G.D.* (1996), "Chornobyl. Catastrophe, Deed, Lessons and Conclusions" [Chernobyl. Katastrofa, podvig, uroki i vyvody], Moscow, 346 p. (Rus)

5. *Belovodskii, L.F., Grishmanovskii, V.I., Panfilov, A.P.* (1990), "Radiation Safety of Staff during Construction of the Shelter of ChNPP-4" [Obespecheniie radiatsionnoi bezopasnosti stroitelnogo personala pri sooruzhenii obiekta "Ukrytiie" chetviortogo energobloka Chernobylskoi AES], Reports of the International Symposium on Recovery Actions in Case of Nuclear Accident or Radiation Emergency, Vienna, Austria, 6–10 November 1989, IAEA, pp. 111–124. (IAEA-SM-316). (Rus)

6. *Belovodskii, L.F., Beliaiev, I.A., Liebedev, L.A.* (1990), "Optimization of Doses in Elimination of Major Accidents at NPPs" [Optimizatsiia dozovykh zatrat pri likvidatsii posledstvii krupnykh avarii na AES], Reports of the International Symposium on Recovery Actions in Case of Nuclear Accident or Radiation Emergency, Vienna, Austria, 6–10 November 1989, IAEA, pp. 135–143. (IAEA SM-316). (Rus)

7. *Iliin, L.A.* (2002), "Radiation Accidents: Medical Consequences and Radiation Protection Experience" [Radiatsionnyie avarii: meditsinskiie posledstviia i opyt protivoradiatsionnoi zashchity], Atomic Energy, V. 92, No. 2, pp. 143–152. (Rus)

8. *Nosovsky, A.V.* (2003), "Exposure Doses Resulting from ChNPP Accident and Medical Effects" [Dozy oblucheniia, poluchennyie v resultate avarii na Chernobylskoi AES, i meditsinskiie effekty], Nuclear and Radiation Safety, V. 6, No. 1, pp. 11–24. (Rus)

9. Social, Economic, Environmental and Medical Consequences Caused by Accidents at Mayak Production Association and Chornobyl NPP Unit No. 4: Report of the Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety of Gosatomnadzor, Russia [Sotsialnyie, ekonomicheskiie, ekologicheskiie i meditsinskiie posledstviia, obuslovlennyie avariiami na PO "Mayak" i 4-om bloke Chernobylskoi AES: Otchiot nauch.-tekhn. tsentra po yadernoi i radiatsionnoi bezopasnosti Gosatomnadzora Rossii], Moscow, 2003, 164 p. (Rus)

10. *Iliichev, S.V., Mazurik, V.K., Nosovsky, A.V., Snisar, I.B., Kochetkov, O.A., Kriuchkov, V.P., Tsovianov, A.G.* (1996), "Retrospective Dosimetry for Participants in Elimination of the Chornobyl NPP Accident: Monography" [Retrospektivnaia dozimetriia uchastnikov avarii na Chernobylskoi AES: Monografiia], Kyiv, Sedastil, 256 p. (Rus)

11. *Borovoi, A.A., Velikhov, Ye.P.* (2015), "Experience of Chornobyl (Efforts Taken on the Shelter)" [Opyt Chernobylia (raboty na obiekte "Ukrytiie"], Moscow, Kurchatov Institute, Chapter 4, 138 p. (Rus)

Получено 02.11.2015.