

КАК ЭТО БЫЛО

Рассказывают участники
ликвидации последствий аварии
в Чернобыле

ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

В.С.Борисов, В.В. Колчин, И.А. Масленников

Научно-исследовательский центр безопасности технических систем

Авария на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), не имеющая аналогов в мире, поставила ряд сложных практических проблем, требующих решения в экстремальных условиях на месте и в сжатые сроки на соответствующей научной основе.

В целях выработки научно обоснованных рекомендаций по методам и средствам ликвидации последствий аварии на ЧАЭС (рис.1) необходимо было как можно быстрее:

- определить, в каком состоянии находится активная зона реактора;
- определить количество оставшегося топлива и его местонахождение по результатам радиационных измерений;
- уточнить фактическое состояние аварийного реактора и активность эпизодических газовых выбросов, организовать контроль ряда важных физических параметров реакторной зоны.

Выполнение этих задач требовало применения специальных аппаратуры средство диагностики, позволяющих измерять вблизи активной зоны реактора уровни радиации до десятков тысяч рентген в час, а также ряд физических параметров, таких как температура, давление, скорость воздушных потоков.

Традиционные средства измерений для этих целей не могли быть использованы вследствие очень жестких условий эксплуатации измерительных датчиков (в первую очередь, радиационных, температурных и механических).

К этому времени в Научно-исследовательском центре безопасности технических систем (НИЦ БТС) была создана и прошла длительную проверку в экстремальных условиях аппарата "Сплав", позволявшая осуществлять радиационные измерения в диапазоне от 10⁻⁴ до 10⁵ Р/ч одновременно по шести измерительным каналам на одном комплекте аппаратуры при

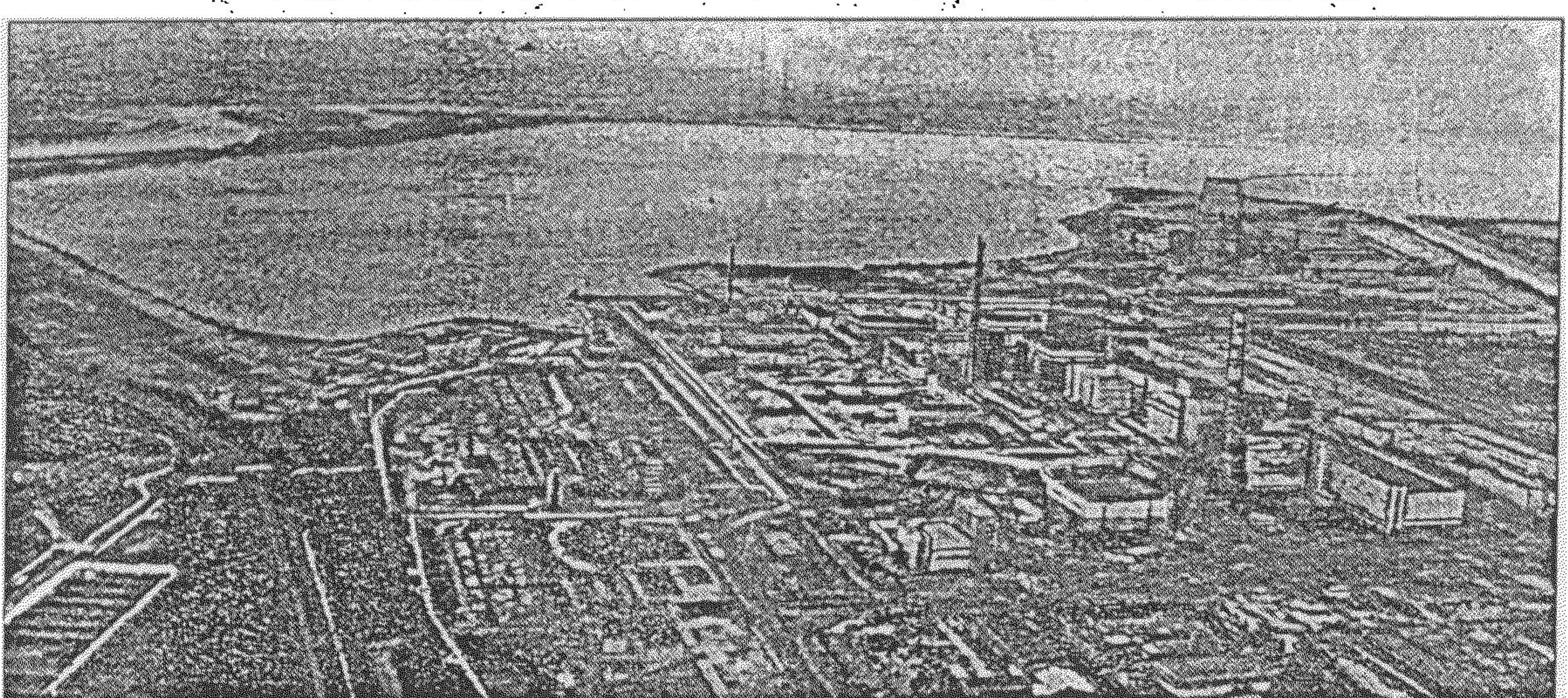


Рис. 1. Общий вид ЧАЭС с прилегающими территориями и стройплощадками III очереди станции (5-й и 6-й энергоблоки)

КАК ЭТО БЫЛО

радиационной стойкости датчиков до 10^8 Р. В состав аппаратуры входил также целый набор широкодиапазонных датчиков измерения температуры, давления, скорости и направления воздушных потоков.

В связи с этим практически с первых дней ликвидации последствий аварии в НИЦ БТС был организован "мозговой центр" по анализу ситуации и выработке рекомендаций, касающихся методов и средств диагностики аварийного энергоблока, во главе с проф. В.И. Филипповским. С самого начала работу этого центра отличала проблемная постановка целей и задач исследований по выработке системного подхода к осуществлению комплексного мониторинга в зоне аварии на основе использования аппаратуры "Сплав", контроля радиоактивных аэрозолей в атмосфере, сбора и анализа проб грунта из района аварии.

В рамках одной статьи невозможно осветить все аспекты этой сложной многоплановой работы. Авторы — непосредственные участники работ научных групп на аварийном 4-м энергоблоке (создание которых было логическим продолжением системных научных проработок "мозгового центра") — ставили перед собой задачу отразить лишь ряд моментов деятельности этих групп.

Являясь квалифицированными специалистами в области организации и проведения подобных работ, сотрудники каждой группы совместно с представителями Института атомной энергии им. И.В. Курчатова принимали самое непосредственное участие в формировании и реализации научной идеологии при осуществлении радиационного мониторинга на 4-м энергоблоке, начиная с формирования замысла, воплощения конкретных предложений в программы исследований, личного участия в их реализации, интерпретации полученных результатов и определения наиболее перспективных направлений дальнейших работ, конечной целью которых являлась программа нейтрализации (захоронения) того, что осталось от реактора.

Каждая из программ исследований являлась результатом пристального (а иногда и довольно бурного) рассмотрения на Прави-

тельственной комиссии. Все программы, в которых пришлось принимать участие научным группам, были в своем роде уникальными. Они учитывали как возможность людей и техники работать в экстремальной ситуации, так и конкретную обстановку на текущий момент, в первую очередь радиационную обстановку.

Получаемая информация имела большую практическую ценность, она докладывалась непосредственно в Правительственную комиссию и во многом определяла характер дальнейших работ на ЧАЭС.

Уже в конце мая 1986 г. воплощать в жизнь разработанную в НИЦ БТС стратегию начала первая группа сотрудников в составе Б.В. Казанцева (руководитель), В.Н. Титова, А.С. Лебедева и В.И. Довгого. Организационно они входили в состав оперативной группы управления начальника химических войск (ОГ УНХВ). Между руководством ОГ УНХВ и руководителями всех четырех последовательно сменявших друг друга групп было полное взаимопонимание, фундамент которого во многом был заложен Б.В. Казанцевым.

Пункт сбора информации о характеристиках радиационной обстановки был организован в помещении азотно-кислородной станции (АКС), предельно близко к аварийному блоку (рис. 2). Выносные датчики для измерения мощности доз были размещены на территории ЧАЭС, информация от них передавалась по кабельным линиям.

В тот период одним из важнейших являлся вопрос о контроле активной зоны аварийного энергоблока. Вследствие того что температура в активной зоне была достаточно высокой, происходил процесс перераспределения расплавленного ядерного топлива внутри нее. Существовала опасность образования "критической массы", которая привела бы к самоподдерживающейся цепной реакции деления ядерного горючего и, следовательно, к существенному повышению уровня ионизирующих излучений и температуры с усугублением аварийной ситуации.

Для контроля радиационной обстановки в активной зоне необходимо было установить датчики в непосредственной близости к ней. Такая возможность представилась, когда были привлечены авиационные средства и разработана программа "Иг-

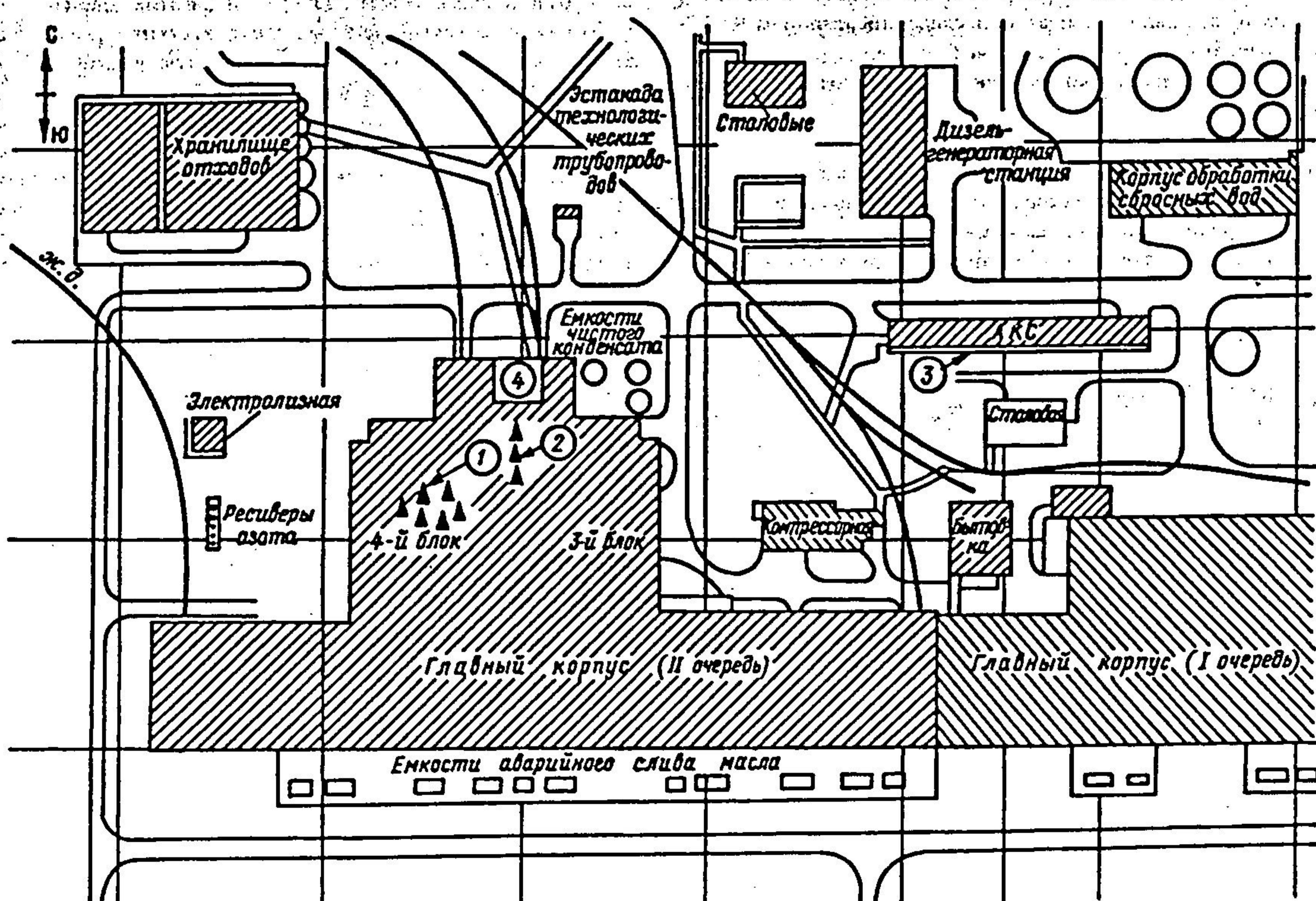


Рис. 2. Генеральный план 3-го и 4-го энергоблоков

1 — "Буй"; 2 — "Гирлянда"; 3, 4 — помещения с аппаратурой обработки информации "Сплав"

ла", предусматривающая установку с помощью вертолета в активной зоне реактора системы датчиков "Сплав" для комплексного измерения физических параметров активной зоны, в том числе температуры и уровня радиации. В соответствии с этой программой зонд в виде 18-метровой трубы был оснащен системой датчиков, на верхнем его конце разместили радиационный датчик. Кабельная линия длиной 150 м позволяла получать информацию от датчиков в процессе установки зонда и впоследствии, после наращивания, передавать ее в пункт сбора данных.

Установка зонда прошла нештатно — фал был отстрелян в зону с большими уровнями радиации. Вначале считали, что операция не удалась. Однако силами участников группы Б.В. Казанцева (прежде всего, В.Н. Титова) и группы академика Е.П. Велихова, проводившей радиационную разведку в помещениях 4-го блока, кабель был обнаружен. После этого группа Б.В. Казанцева проложила по помещениям 3-го и 4-го блоков кабельную линию, которая по транспортному коридору и через эстакаду проходила в здание АКС — к пункту сбора данных. Появилась возможность в автоматическом режиме контролировать непосредственно в активной зоне изменение уровня радиации, а также ряда других параметров.

Как показывали датчики, наблюдался спад мощности дозы. Он соответствовал спаду активности смеси продуктов деления, накопленных в активной зоне к моменту аварии. Специалистами Института атомной энергии был расчитан коэффициент соответствия. Результаты моделирования и расчетов на основе полученных данных показали, что после аварии реакция деления ядерного топлива не происходит.

Уже с начальных шагов работы первой научной группы стало ясно, что одним из принципиальных моментов, определяющих эффективность ее работы, будет являться умение выполнить поставленную задачу с минимально возможной дозовой нагрузкой на каждого члена группы. Это было тем более актуально, что самые безопасные маршруты в зоне 4-го реактора при выполнении практически всех программ проходили по сильно загрязненным территориям и завалам с уровнем радиации от десятков до сотен рентген в час. В этих условиях даже простая операция постыковке разъемов датчиков с кабельной линией (особенно с учетом стесняющего действия защитной одежды) иногда требовала выработки специального алгоритма и тщательной отработки в относительно "чистых" условиях.

Если в процессе работы первой группы этому вопросу уделялось не очень большое внимание, то уже все последующие группы в полной мере ощутили на себе "дамоклов меч" службы радиационной безопасности, осуществлявшей контроль за облучением личного состава и предотвращением превышения предельно допустимой суммарной дозовой нагрузки на каждого из членов группы (при работе с датчиками и снятии измерений ежедневная доза не должна была превышать 1...5 бэр). Именно этот фактор и требовал периодической смены состава групп.

С 26 июня по 26 июля в работах на ЧАЭС принимала участие вторая группа сотрудников НИЦ БТС в составе К.Г. Васильева (руководитель), В.Н. Пестрякова, В.В. Колчина и В.К. Музыки, которая совместно со специалистами Института атомной энергии продолжала комплексную диагностику 4-го блока.

Для более надежного контроля необходимо было установить радиационный датчик внизу активной зоны. Эта работа была проведена в рамках программы "Зонд". Датчик установили через вскрытые трубы системы управления защитой (СУЗ) из подреакторного помещения силами сотрудников второй группы и специалистов Института атомной энергии под руководством В.Ф. Шикалова.

Так же как в предыдущем случае, для обеспечения радиационной безопасности и исключения необходимости периодических выходов в помещения 4-го блока при съеме информации была проложена кабельная линия по помещениям 3-го и 4-го блоков, коридору между первой и второй очередями станции к пункту сбора данных в здании АКС. Вся информация записывалась в автоматическом режиме.

Сложность процессов в аварийном реакторе (точнее, в том месте, где он ранее находился) вновь поставила на повестку дня необходимость уточнения количества активных продуктов, оставшихся в зоне реактора после аварии. С этой целью помимо контроля активной зоны было осуществлено вертикальное зондирование труб, выходящих из помещения № 217 вверх непосредственно к развалу. Полученные данные о распределении уровней излучения по вертикали вдоль активной зоны позволили уточнить суммарную активность радионуклидов, оставшихся в активной зоне.

После достижения каждым участником второй группы

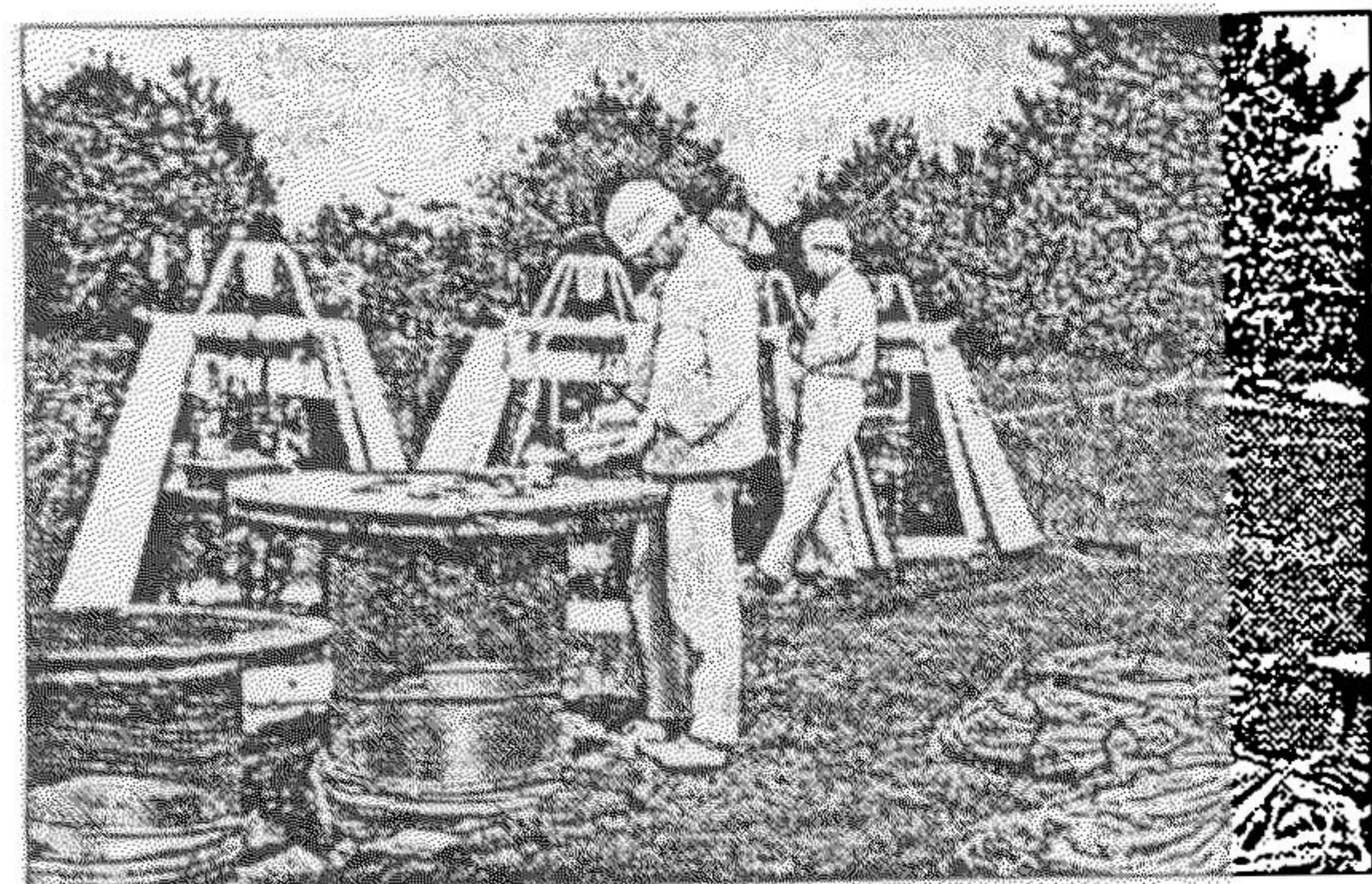


Рис. 3. Подготовка аппаратуры "Буй" к установке на реактор

предельных доз на смену ей 20 июля прибыла третья группа в составе А.В. Булычева (руководитель), Ю.М. Бахтина, И.А. Масленникова и В.В. Филипповского. Были продолжены ежедневные обследования района реактора с целью выбора точек диагностики, удовлетворяющих, с одной стороны, интересам группы оценки состояния реактора и, с другой стороны, требованиям радиационной безопасности.

Общий фон понемногу спадал, в том числе и в результате проводимых работ по дезактивации местности вокруг аварийного реактора.

В конце июля на заседании Правительственной комиссии была поставлена задача по установке датчиков "Сплав" в разлом, образовавшийся на месте конструктивной защиты разрушенного реактора. Устанавливать их поручили экипажу специально оборудованного вертолета под руководством пилота-испытателя Н.Н. Мельника, который устанавливал зонд по программе "Игла", и общим руководством заместителя главного конструктора КБ им. Н.И. Камова И.А. Эрлиха.

Была изготовлена партия из 15 "Буев" — конструкций, заполненных датчиками, в виде конусов с выведенным 200-метровым кабель-тросом, за который каждый "Буй" подвешивался к вертолету и доставлялся на разлом (рис. 3). "Буй" устанавливался в точку, заранее выбранную по результатам аэрофотосъемки. Точность установки достигала 1 м. Это было возможно только благодаря искусству экипажа вертолета. Установив "Буй", вертолет начинал снижение, выводил кабель в нужную точку и там его отстреливал (рис. 4). Кабель подбирали на земле и затягивали в помещение с регистрирующей аппаратурой. Все эти работы проводили при уровнях радиации от 30 Р/ч (экипаж вертолета) до 10 Р/ч (на земле при работе с кабелем).

Регистрирующая аппаратура находилась в специально выбранных помещениях с уровнями радиации 10...20 Р/ч, которые можно было найти даже на расстояниях 50...100 м от разрушенного реактора. Обычно это были нагло закрыты подсобные помещения, в которые "грязь" не попала при пожаре и последующих событиях. В таких помещениях проводился основной объем работ по регистрации и первичной обработке результатов измерений.

Как показывали измерения, уровни радиации в некоторых точках на поверхности разрушенного и засыпанного реактора достигали 200...300 Р/ч.

Параллельно проводились работы по размещению датчиков в точках, к которым возможен был подход по условиям безопасности. Датчики забрасывали из окон и разломов в стенах на предполагаемые остатки конструкций околосреакторных узлов и механизмов с помощью троса, прошедшего над реактором на высоте около 30...40 м, протаскивали на лебедке.

В десятых числах августа был сделан вывод о том, что большую роль в формировании фона на площадке вокруг реактора играют остатки конструкций реактора и его защиты, разбросанные на крыше и на ограждениях трубы (рис. 5). Правительственная комиссия поставила задачу установить датчики системы "Сплав" в трубу. Была разработана конструкция "Гирлянда", состоящая из нескольких датчиков, укрепленных на расстоянии 20 м друг от друга, с выводом информации через кабель. С помощью специального крепления "Гирлянда" была установлена в трубе (рис. 6), а информация от датчиков была выведена на регистрирующую аппаратуру.

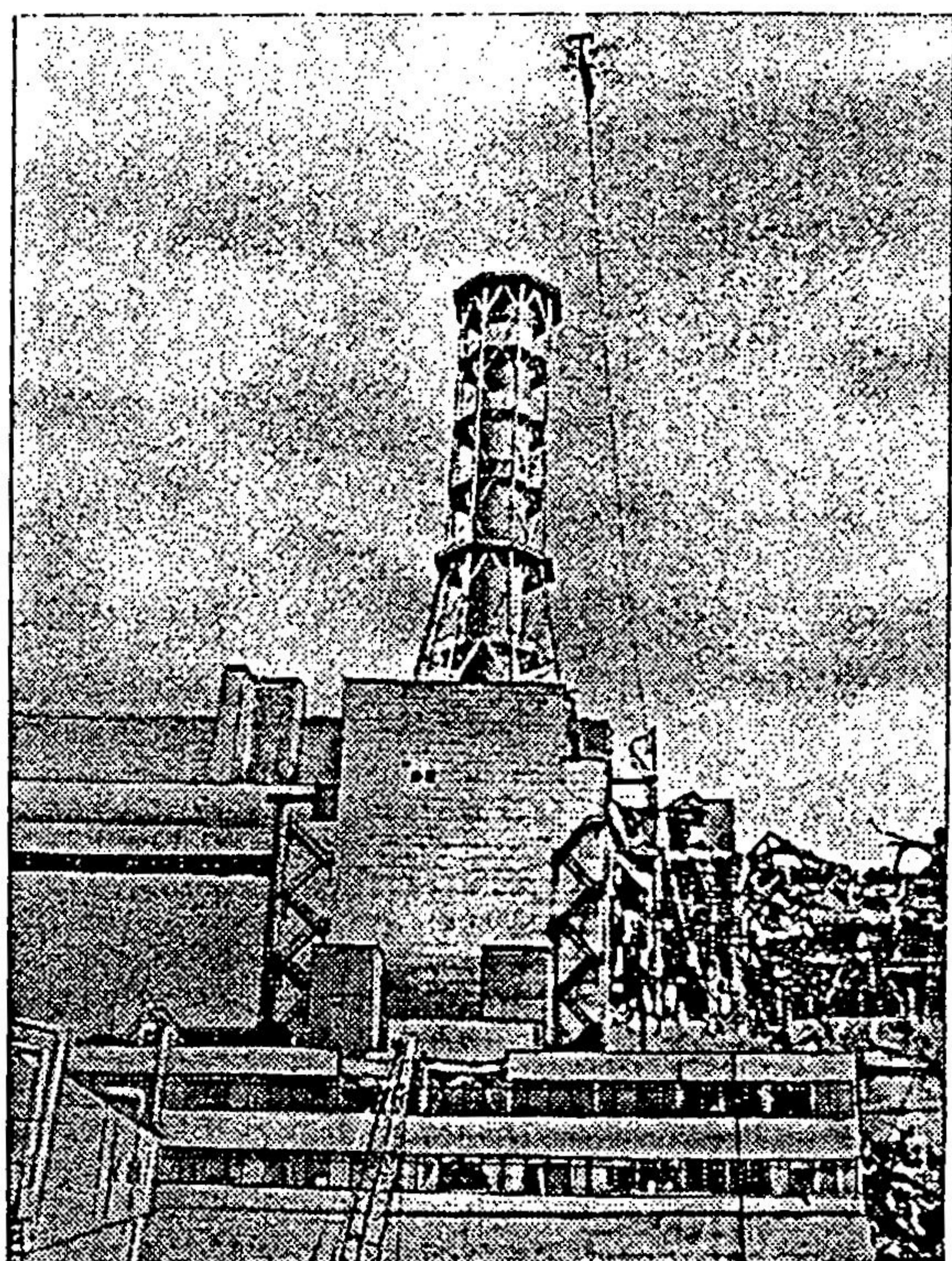


Рис. 4. Момент установки "Буя"

После очистки крыши и самой трубы от радиоактивных фрагментов конструкций датчики зафиксировали значительное снижение фона на площадке.

Из-за набора установленных предельно допустимых доз вынуждена была прекратить работу третья группа, и на смену ей пришла четвертая группа в составе В.С. Борисова (руководитель), В.И. Голенкова и А.Н. Шутко. На долю этой группы также выпало выполнение ряда сложных задач.

В связи с форсированием работ по сооружению объекта "Укрытие" над развалом 4-го блока и развернувшимися работами по подготовке 3-го энергоблока к пуску возникла необходимость в уточнении радиационных параметров над зоной разрушенного реактора (программа "Канатоходец"), в установке датчиков радиационной диагностики состояния реактора (программа "Саркофаг"), а также в оценке радиационной обстановки на площадках вентиляционной трубы 3-го и 4-го энергоблоков и по ее внутрен-

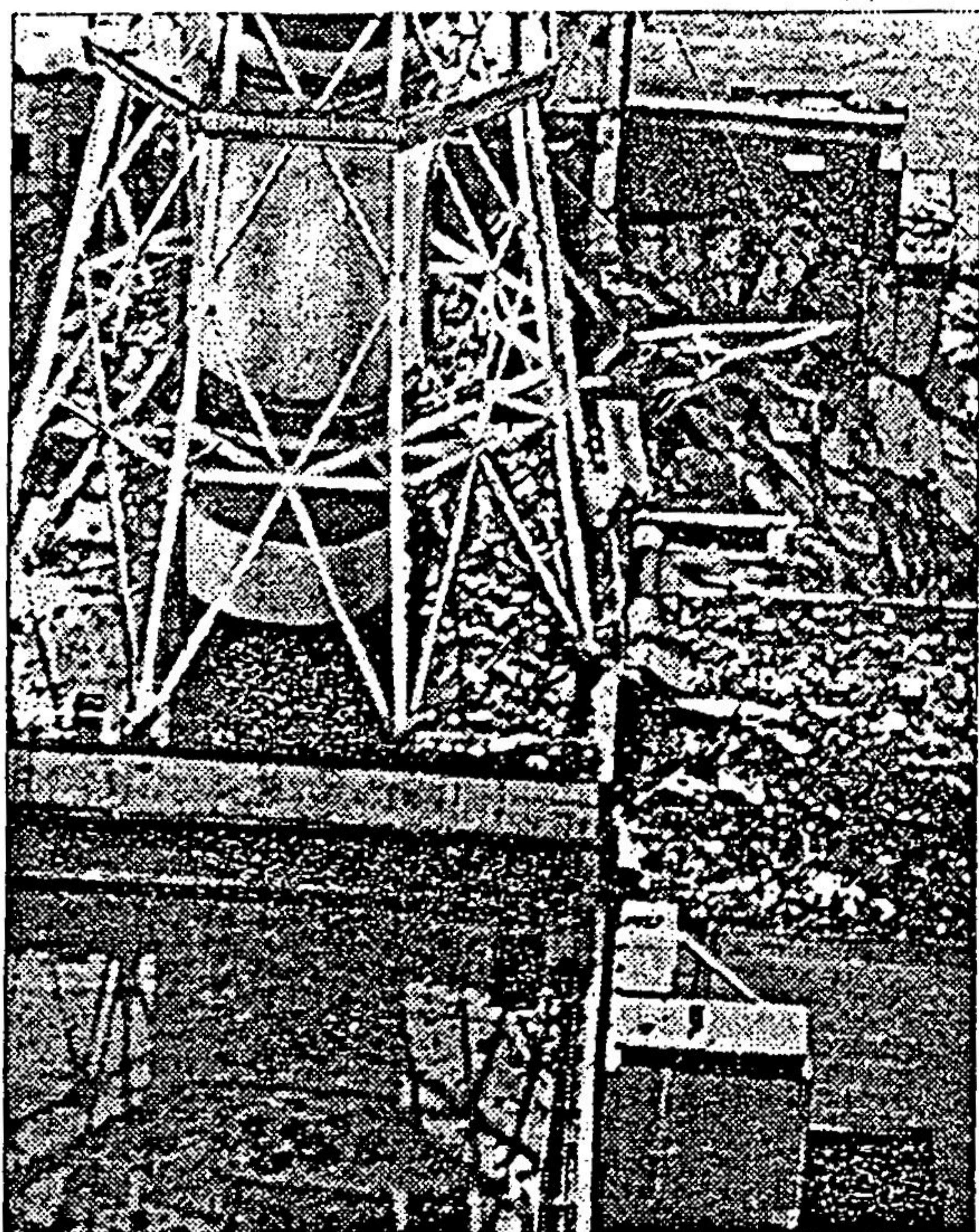


Рис. 5. Крыша 3-го и 4-го блоков. Видны остатки конструкций реактора, укрывающие и "маскирующие" куски графита

нему вертикальному сечению (программа "Гирлянда", подготовительные работы по которой провела третья группа).

Дозовые нагрузки при выполнении этих программ продолжали оставаться значительными. Так, при проведении работ по программам "Канатоходец" и "Гирлянда" мощности доз в отдельных местах доходили до 100...120 Р/ч. По отдельному решению при осуществлении работ по программе "Саркофаг" допускалось разовое получение дозы в 5 бэр.

Следует отметить одну особенность деятельности всех научных групп. По мере решения поставленных задач изменялся фронт их работ. Параллельно шли два процесса: с одной стороны, вследствие проводимых мероприятий улучшалась радиационная обстановка на все большей территории ЧАЭС, а с другой — оставались "локальные" участки с очень высокими уровнями радиации. И члены всех без исключения групп (как, впрочем, и сотрудники Института атомной энергии и ряда других организаций) в каждый момент времени были на "острие" дозовых нагрузок.

Во время работы всех научных групп НИЦ БТС "мозговой центр" под руководством В.И. Филипповского по ежедневным докладам из района аварии продолжал координацию проводимых работ, осуществлял анализ получаемой информации и вырабатывал рекомендации по их дальнейшей направленности. Большую работу осуществляли сотрудники НИЦ БТС под руководством Ю.В. Петроканского по подготовке датчиков "Сплав", их усовершенствованию и калибровке.

В начале сентября 1986 г. стало ясно, что цели, поставленные перед научными группами, в основном будут достигнуты после завершения программ "Саркофаг", "Гирлянда" и "Канатоходец". С этого момента четвертая научная группа наряду с исследованиями по указанным программам стала осуществлять комплекс работ по передаче развернутой системы диагностики 4-го энергоблока персоналу ЧАЭС и ОГ УНХВ и обучению его работе с аппаратурой "Сплав".

После успешного выполнения всех намеченных программ и передачи работникам ЧАЭС аппаратурного комплекса "Сплав" в эксплуатацию, 18 сентября 1986 г. четвертая группа завершила свою работу. Но специалисты НИЦ БТС еще в течение длительного времени привлекались к различным работам на ЧАЭС и в прилегающих зонах.



Рис. 6. Начальная фаза операции установки датчиков по программе "Гирлянда"

До настоящего времени в НИЦ БТС поступают заявки с ЧАЭС на поставку и калибровку датчиков и комплексов аппаратуры "Сплав", которая уже претерпела значительные изменения, но по-прежнему отвечает всем современным требованиям к аппаратуре такого класса.

Характерной особенностью отношения к работе большинства участников ЛПА на ЧАЭС в то время была готовность вы-

полнить все от них зависящее для успеха конкретной программы, не задумываясь о возможных последствиях. А они, к сожалению, напоминают о себе. Авторы этой статьи посвящают ее светлой памяти одного из наших товарищей, руководителя третьей группы Алексея Васильевича Булычева, которого Чернобыль "догнал" через несколько лет ...