

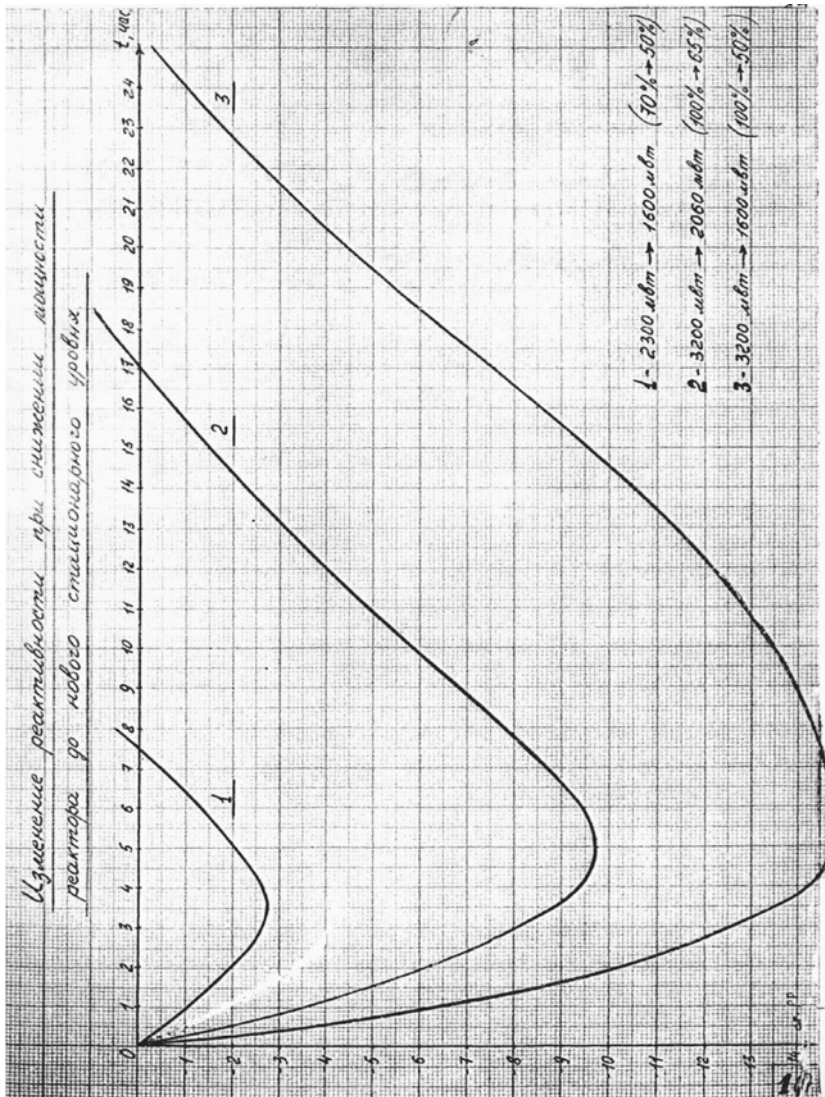
ОТВЕТЫ НА ВОЗНИКШИЕ ВОПРОСЫ

1. Запас реактивности 25 апреля

Каким на самом деле был оперативный запас реактивности с 7 часов утра до 15 часов дня 25 апреля 1986 года?

В ходе регламентных действий по разгрузке энергоблока, начатых в 01 ч 06 мин 25 апреля 1986 г. было выполнено снижение мощности реактора до 1600 МВт, измерены характеристики систем регулирования и вибрационные характеристики ТГ-7, 8, отключен от сети ТГ-7 (п. 2.2. программы). В 7 ч 10 мин 25 апреля, из-за сбоя программы «ПРИЗМА» (при расчете ОЗР глубина погружения 12 стержней АР ошибочно обнулялась), расчет ОЗР дал цифру 13,2 стержня РР. СИУР сразу оценил фактическое значение ОЗР по графику «Изменение реактивности при снижении мощности реактора до нового стационарного уровня», который имелся на каждом блоке ЧАЭС для случаев сбоя в работе СЦК «Скала» (см. ниже рис.1) – по графику вышло более 16 стержней.

Рис. 1. Изменение реактивности при снижении мощности реактора



НСБ отметил в журнале данные о фактическом положении, в этот момент, 12 стержней АР, учет фактического погружения которых повышал общее значение ОЗР выше минимально допустимого значения (15 стержней РР). После этого, в соответствии с п.10.4 (о) технологического регламента, выполнение программы испытаний было продолжено. Ошибка в программе расчета ОЗР была устранена в течение смены, и уже в 15 ч 10 мин расчет давал значение запаса реактивности равное 17 стержням РР.

Примечание: пункт 10.4(о) технологического регламента разрешал работу реактора без программы «Призма» на время до 8 часов.

После аварии этот вопрос был подробно рассмотрен при моделировании процессов в реакторе блока 4, которые имели место 25 и 26 апреля 1986 года (моделировалась реальная загрузка и параметры блока № 4 ЧАЭС на 26.04.86) [19]. При этом брали во внимание, что основными факторами, определяющими величину оперативного запаса реактивности (ОЗР) на реакторах РБМК–1000 являются отравление реактора ксеноном, паровой эффект и температурный коэффициент реактивности по температуре графита.

Результаты расчетов показали, что величина ОЗР была больше 15 стержней РР в течение всего времени изменения параметров реактора, вплоть до времени следующего снижения мощности, которое было начато 26.04.86 г.

2. Мощность реактора во время испытаний

Почему испытания проводились при тепловой мощности реактора 200 МВт, вместо записанной в программе мощности 700 МВт?

Чтобы найти ответ на этот вопрос, перейдем к показаниям на суде непосредственных участников событий ночи 26 апреля и свидетелей.

Дятлов А.С. (ЗГИС, руководитель испытаний) [20] - «Мне вменяется в вину, что я дал распоряжение снизить мощность реактора с 750 МВт до 200 МВт, что способствовало отравлению реактора ксеноном. И что допустил запас стержней-поглотителей менее 15.

Такого распоряжения я Акимову (начальнику смены блока – К.Н.) не давал. В его показаниях этого нет. Я даже не знал, что мощность снижалась до 200 МВт вплоть до декабря 1986 г., когда меня арестовали».

Трегуб Ю.Ю. (НСБ предыдущей смены, оставшийся на испытания) [20] - «К нулю часов 26 апреля на щит управления 4-м энергоблоком стали подходить люди <...> Местом для своего наблюдения за происходящим я избрал пульт старшего инженера управления турбинами (СИУТа) у панели 8-го турбогенератора.

Примерно в 5-15 мин. первого часа я услышал разговор между Акимовым и Дятловым. Суть его состояла в том, что Дятлов хотел, чтобы реактор работал на мощности 200 МВт. Акимов, он держал в руках программу, приводил доводы, видимо, возражал. Это, судя по выражению его лица, мимике. Это и заставляет меня думать, что снижение мощности производилось по указанию Дятлова. Хотя прямого приказа с его стороны я не слышал».

Обвинитель: «Из Ваших прежних слов следует, что команду Акимову снижать мощность аппарата до 200 МВт дал Дятлов. Зачитайте протокол очной ставки».

Зачитывают из протокола очной ставки, Трегуба с Дятловым, ответ на этот же вопрос: «Я закончил свою смену в 00 часов, а в 00 часов 15 мин я находился около стола Акимова. Дятлов дал команду снизиться до 200 МВт, Акимов возражал».

Обвинитель: «Правильно?»

Трегуб Ю.Ю.: «Да. Я уточнил. Время не позже 00 часов 15 мин».

Дятлов А.С. [14] - «Когда я ушел с БЩУ, видимо из-за какой-то несогласованности между начальником смены Б. Рогожкиным и А. Акимовым, вместо того чтобы просто снять с реактора нагрузку, оставив мощность реактора 420 мвт, они начали ее снижать».

Рогожкин Б.В. (НСС) - «Вестник Чернобыля» №17-18 1996 г. – «До начала выполнения программы «выбега на СН» <...> Руководитель испытаний, зам. главного инженера А.С. Дятлов дает команду на снижение тепловой мощности реактора».

3. Останов реактора перед испытаниями

Почему персонал смены № 5 продолжил работу после падения мощности реактора до нуля в 00ч 40м 26.04.86.?

26 апреля, 00ч 28м - отключен ЛАР, включен АР-1. По ВК отключился АР-1, не включился АР-2 по недопустимому разбалансу. Тепловая мощность реактора падает до нуля (см. Приложение 1 - копию ленты прибора «мощность реактора по СФКРЭ»).

Примечание: ДКЭР типа Д-42 обеспечивает получение электрического сигнала пропорционального плотности потока нейтронов в месте расположения датчика. Чувствительным элементом датчика является кабель марки КДМС (с серебряной жилой диаметром 0,65 мм) длиной 8,5 м (ТУ 16-505.430-73).

Рабочий диапазон сигнала датчика Д-42 от 0,5 до 15 мкА. Схема формирования сигнала мощности реактора такова - от 130 датчиков Д-42, через усилитель, сигналы идут к сумматору БПФ-11, откуда уже усредненный сигнал поступает на делитель напряжения, а с него на самописец мощности реактора. По ТУ на систему СФКРЭ, при тепловой мощности реактора порядка 1% (32 мвт) показания прибора «Мощность по СФКРЭ» нельзя считать достоверными.

Где находился А. Дятлов в то время, когда мощность реактора упала до нуля?

Дятлов А.С. [20] - Во время провала меня на блочном щите не было. Где был? Плохо помню. Ходил, конечно, по блоку <...> Но я хорошо помню, что я смотрел от входной двери. Видел, как столпились четверо: Кудрявцев, Проскуряков, Акимов, Топтунов. Не обычно стоят, а как-то столпились. Акимов сказал, что мощность до 30 МВт (тепловых) снизилась. И я не стал запрещать подъем мощности.

Метленко Г.П. (ст. инженер Донтехэнерго, технический руководитель испытаний) [20]. В ответ на вопрос судьи, был ли Дятлов на БЩУ во время провала мощности реактора, ответил: «Да. Что-то с реактором произошло. Я к пульту управления им не подошел, а наоборот отошел в другую сторону. У пульта же собрались все. Потом Дятлов вытирал платком пот со лба. Видно было, что он что-то пережил».

Газин С.Н. [20] - «Во время снижения мощности к Топтунову подошли Акимов, Дятлов, Трегуб и что-то там делали. Мощность падала почти до нуля. Потом ее подняли до 200 МВт».

Эксперт - «Кто руководил экспериментом?»

Газин - «Основные моменты программы определял Метленко, но Дятлов не был в стороне».

Трегуб Ю.Ю. [20]: «При переходе с автоматического на ручное управление Топтунов провалил мощность, это я тоже услышал. Но он принял правильные меры для поднятия мощности. Ему помогал Акимов. СИУР больше занимался стержнями. А пульт управления большой и очень неудобный для эксплуатации.

При извлечении стержни в такой ситуации требуют особого внимания, осторожности. Надо извлекать поглотители примерно на одну величину. Я подсказывал Топтунову, какие стержни лучше выбрать. Он делал, как знал.

Дятлова за спиной я тоже заметил. И когда мы подняли мощность реактора до 200 МВт, я вернулся к пульту СИУТа. Когда я смотрел в последний раз до аварии поле распределения, то СИУР извлек близко к концевикам около половины стержней, а остальные примерно на 2 метра <...> Последнее значение, которое я видел, в активной зоне находилось 19,5 стержня <...> При мне блокировались и сигналы автоматики аварийной защиты (АЗ-5)...»

Судья: - Кто вывел автоматику АЗ-5?

Трегуб: - Такая команда идет через начальника смены блока. А разрешение дает начальник смены станции. Как получилось в данном случае, я не знаю.

Дятлов: - А если защита выводится в соответствии с регламентом, нужно ли начальнику смены спрашивать разрешение?

Трегуб: - Есть некоторые защиты, где не надо спрашивать разрешения.

Судья: - Вы знали, что защиты реактора отключены?

Примечание автора:

1. В 00ч 36м 24с установка АЗ по снижению давления в БС была переведена с 55 на 50 кг/см².
2. В 00ч 43м 37с выведена защита АЗ-5 по отключению двух ТГ.
3. Не была включена защита по снижению уровня воды в БС до минус 600 мм.

Дятлов: - Я не знал. Акимов мне не докладывал.

Фрагмент из письма Дятлова А.С. Щербаку Ю.Н. из колонии [13] - «Итак. Я пришел на 4-й БЩУ где-то перед 00 час 26-го. Сразу же с Акимовым обсудили ход работ, обстановку. Реактор был на мощности 720 МВт и согласно этому мощность на генераторе восьмой турбины <...> Затем я поговорил с техническим исполнителем программы выбега Метленко, отметили в его экземпляре, что уже выполнено из подготовительных работ, - готовность людей, приборов. Сказал Акимову сделать замеры вибрации турбины-8 на холостом ходу и ушел на блок. Когда вернулся на БЩУ- 4 (после я уточнил время по диаграмме мощности - 00 ч. 40 мин.), то мне четко запомнилась картина: я в дверях БЩУ, а у щита СИУРа склонились Акимов, Кудрявцев, Проскуряков. Возможно, был кто-то еще. Сразу же подошел туда. Мощность реактора 50-70 МВт. На мой вопрос Акимов сказал, что мощность «провалилась» до 30 МВт при переходе с ЛАР на АР. АР уже был включен, и мощность поднималась. Не верить Акимову у меня не было

оснований, да и по времени мощность до нуля не могла упасть. За короткий промежуток они бы не смогли поднять до 50 МВт от нуля. Вопросов у меня не возникло, и я отошел от пульта СИУРа к Метленко, с которым стали уточнять готовность <...>

В подъеме мощности нет никакого нарушения <...> Здесь надо остановиться на двух моментах <...>

1. Переход с ЛАР на АР Топтунов сделал при мощности 520 МВт, чего я не заметил, т.к. вплотную к прибору-самописцу СФКРЭ не подходил. Оказывается, они начали снижение мощности. Кто дал команду? Я уверен, что дал ее НСС Рогожкин.

Я такой команды не давал - это точно. Во-первых, я знал, что по «Программе выбега» мощность 700 МВт, и если бы она почему-либо меня не устраивала, то внес бы в Программу. Допускаю - забыл, но тогда бы Акимов после провала не подходил ко мне согласовывать подъем мощности до 200 МВт, а не до 700.

2. Давал ли я распоряжение на подъем мощности после провала? Нет. Когда 2-3 человека показали, что я был все время на пульте, то я начал сомневаться - верно ли сохранила моя память зрительный образ. После кошмара той ночи и болезни все возможно. Но на суде Метленко сказал, что я от пульта СИУРа подошел к нему и вытирал капли пота со лба. А это абсолютно точно означает, что я пришел из какого-то помещения с высокой температурой, т.к. снижение мощности вплоть до нуля после разрешения диспетчера меня не только вспотеть не заставит, но даже, наоборот, вздрогнуть <...>

Вот, гр. Щербак, что значит следствие и суд, проведенные с обвинительным уклоном. Вы, я думаю, не представляете себе. И избавь Вас бог от этого. Следствие напридумывало Дятлову всяких действий (это не все), а потом стало задавать вопросы людям, в больнице - уж не чокнутый ли он? Нет, господа! Психически всегда был нормален»...

Еще несколько лет спустя - из книги Дятлова А.С. [14] - «Остановимся на вопросе об уровне мощности. Сразу надо сказать, что ни в одном эксплуатационном, проектном или директивном документе по реактору РБМК нет даже намека на ограничение работать на какой-то мощности <...> Поэтому нет никакого нарушения со стороны персонала, когда он начал снижать мощность. Кто бы ни распорядился делать это и почему. Я согласился с предложением Саши Акимова поднять мощность до 200 МВт...»

Из рассказа свидетеля Ельшина М.А. (НС ЦТАИ), записанного А. Колядиным:

Ельшин Михаил Анисимович, 1940 г. р. Образование высшее: окончил МИФИ-2 (филиал московского института в Свердловске - 44), специальность: электропривод и автоматизация промышленных установок, инженер-электрик. Выпуск 1972 года.

«Трудовая биография началась в Минсредмаше (Томск-7) в 1961 году, после окончания техникума (Уральский политехникум) в г. Свердловске - 44. На Сибирском химическом комбинате работал на эксплуатации промышленных реакторов (объект № 5) дежурным ст. техником КИПиА <...> до 1964 года и затем переехал в Свердловск - 44. Здесь на Уральском электрохимическом комбинате (УЭХК) занимался наладкой электроустановок в процессе реконструкции <...> до 1980 года - года отъезда на Чернобыльскую АЭС <...> Потом был определен в смену №5 и в ней работал до аварии.

Авария. 26 апреля. На смене я был не позднее 23 часов 30 минут. Принял смену и пошел на БЦУ-0 блока № 4. На блочном щите было очень много людей. Шел процесс снижения мощности блока. В процессе снижения мощности была передача смены. Заступала смена № 5. Так как снижение мощности продолжалось, я находился на оперативном щите, с левой стороны, позади Леонида Топтунова и наблюдал за процессом, как и все рядом стоящие. В процессе снижения мощности СИУР не удержал блок на мощности и «уронил» его. Аппарат сильно «травился» и СИУР его не удержал. Тогда Юрий Трегуб начал стержнями РР поднимать блок с нуля (зайчик на узкопрофильном приборе «общая мощность» мелькал около нуля). В это время Леня Топтунов стоял рядом со мной. После того, как Трегуб стабилизировал мощность и включил АРМ, я ушел к себе на рабочее место НСЦТАИ-2. Это было после часа ночи, когда я убедился что регулятор АРМ в работе.

Придя на свое рабочее место (1.10-1.15) с желанием выпить чашку чая, и не успев выпить, услышал сильный шум воздуха (шипение) со стороны потолка. Двери кабельных шахт в помещении НСЦТАИ -2 мгновенно распахнулись, все помещение заполнилось пылью, ощущалась сильная качка пола под ногами и сильное запыление до нулевой видимости. Первая реакция: я опустил голову на стол и закрыл ее руками. Доносился какой-то странный дальний рокот. Для нас это было шоком: сильное шатание стен и пола (а ведь все бетонное) и огромное количество пыли. Связь мгновенно перестала работать...»

4. Изменение запаса реактивности в процессе испытаний

Каким был ОЗР перед началом работы по программе выбега?

Из рассказа свидетеля В.Ф. Верховода (СДИВТ), записанного А. Колядиным:

Верховод Василий Федорович, 1940 г.р. Образование высшее – окончил МВТУ им. Баумана, специальность: автоматические и информационные устройства. С 1975 года на ЧАЭС в должности СДИВТа.

«Постоянно работал в 5-й смене. Также и 26.04.86 заступил на смену с нуля часов вместе с моим ДЭСом Бадаевым Юрием Юрьевичем, а на СЦК «Скала» блока № 3 заступили СДИВТ - Шлеялин Анатолий Владиславович и ДЭС - Курявченко Николай Гордеевич.

Наш программист, Михаил Бородинский, оставил нам перфоленту для загрузки в машину параметров, которые будут задействованы при испытаниях. Для ввода в программу этой перфоленты необходимо перезагрузить СЦК «Скала», а это значит - остановить ее и запустить заново. По команде с БЩУ (НСБ А. Акимов) я дважды перезагружал «Скалу» для ввода этой оставленной мне перфоленты. После первого ввода поступила команда: «Отставить». Вроде бы эксперимент проводиться не будет, и будем работать в нормальном режиме (это касается СЦК «Скала»). Потом опять дали команду на ввод экспериментальной перфоленты, сказали, что эксперимент проводить будем. Кроме этих двух перезагрузок в самом начале смены был сбой «Скалы». Скорее всего, сбой был по питанию.

Еще в начале смены поступила заявка: «Повис» сигнал СРВ по какому-то одному каналу. Я дал Бадаеву задание разобраться. Он сначала проверил на вызывном устройстве СЦК, а после этого пошел в помещение 706/1,2 осциллографировать. С собой он берет тестер, а осциллографы находятся в помещениях постоянно, стационарно... Тот сигнал СРВ был ложным, осциллограф показал, что расход по каналу был в норме.

Распечатку «Призмы (для СИУР, СИУБ, и СИУТ) я лично сам сделал и отнес на БЩУ, где-то в 1 час 00 мин, ну может быть в 1 час 05 мин (в любом случае до 1 часу 10 мин), потому как «Призму» - распечатку я должен был делать каждые два часа по нечетным часам. Той ночью я сделал распечатку в 1 час 00 мин, следующую я должен был делать в 3 часа 00 мин.

На блочном щите было много людей во главе с Дятловым, но во время испытаний всегда бывает много людей и меня особо это не удивило. И я ушел к себе на СЦК «Скала».

По поводу трех перерывов в работе ДРЕГ. Первый перерыв - это был сбой по питанию в самом начале смены. «Скала» отключилась. В этот момент срабатывает звуковая сигнализация. Я сразу начал делать перезагрузку. А другие два раза я перезагружал «Скалу» по команде с БЩУ, они сначала отменили испытания, потом сказали, что испытания будут проводиться. Меня по этому вопросу прокуратура долго мучила. Я им все объяснял, как делается перезагрузка, рассказывал про перфоленту, которую оставил мне программист для испытаний...»

Дятлов А.С. [13]: «Где-то в районе 01 часа я спросил у Топтунова, каков запас реактивности, и получил ответ - 19 или 18 стержней, точно не помню. На цифровом табло и Трегуб видел 17 или 18, т. е. Топтунов смотрел периодически. Но не может же СИУР обращать внимание на один параметр, для получения значения которого надо набрать код и выждать время, когда он появится на табло. У СИУРа более 4-х тысяч параметров, кроме управления реактором, и все внимание одному параметру он уделить не может. Топтунов неплохо справлялся с управлением - это видно по форме нейтронного поля и записи мощности на ленте. И при переходе с ЛАР на АР он «провалил» мощность потому, что АР оказался неисправным, а на второй АР он уже не мог перейти, т. к. его выбило по большому разбалансу. Это для Трегуба - он говорит, что не провалил бы мощность. Еще как бы завалил. В условиях изменяющегося расхода питательной воды Топтунов вынужден был постоянно прибегать к манипуляциям по управлению реактором, и проглядел снижение запаса реактивности <...>

Я утверждаю, что 26.04.86 г. никто не видел запаса реактивности менее 15 стержней. К разрешению работать с запасом менее 15 ст. 25.04.86 г. я отношения не имею. И вообще по данному параметру я никогда решения не принимал, так как это не моя прерогатива».

Примечание автора - Итак, не позднее 1ч10 мин, т.е. за двенадцать минут до начала испытаний величина ОЗР была известна персоналу БЩУ и руководителю работ по программе. По показаниям на суде [20] Дятлова А.С. и других свидетелей (НСС Рогожкин Б.В. и Трегуб Ю.Ю.) запас реактивности был не менее 17 ст. РР. Расчет ОЗР выполненный в отчете [16] дал величину близкую к 17 ст. РР.

Учитывая, что сам расчет «Призмы» был выполнен примерно в 1 час ночи, а процесс отравления реактора ксеноном продолжался, к 01.23.04 величина ОЗР стала меньше (только за счет отравления реактора) на величину, которую легко определить из рисунка 1. Темп падения реактивности, после снижения мощности на величину порядка 1000 мвт (тепловых) и вывода реактора на новый стационарный уровень, никогда не превышал 3-х ст. РР в час. Значит за 20 минут (время до начала «выбега») он уменьшился на 1 стержень и составлял НЕ МЕНЕЕ 15 стержней РР. Если бы испытания начались при такой конфигурации оборудования КМПЦ, которая была на 1 час ночи (в работе 6 ГЦН), то в процессе выбега 2-х из них величина ОЗР могла только расти (за счет уменьшения расхода).

Запас реактивности изменился позже, и причины его уменьшения были следующие - по условиям программы к ТГ-8 должны были быть подключены еще два ГЦН. После включения их в работу (01ч 04-07мин) расход по КМПЦ увеличился с 47 до 57 тыс. м³/ч, что привело к снижению паросодержания в теплоносителе и соответствующему снижению величины ОЗР (минус 2,5 ст. РР), а также к снижению уровня в БС. Поэтому после их включения (к 01ч 09м) уровень в БС справа упал ниже минус 600 мм, что вынудило СИУБа в течение почти 10 минут работать регуляторами на линиях питательной воды для подпитки БС. За счет значительного увеличения расхода Гпв (с 250 до 1200 т/ч), произошло

«захолаживание» теплоносителя питательной водой и снижение ОЗР еще на 5,5 ст. РР. Таким образом, непосредственно перед началом испытаний ОЗР не превышал 7 ст. РР. Но потом, в течение 40 секунд после начала испытаний, ОЗР только возрастал, потому что параметры, которые привели ОЗР к резкому снижению перед началом работы по программе, стали меняться в обратную сторону. Уменьшение расхода по КМПС за счет уменьшения оборотов выбегающих ГЦН и увеличение температуры теплоносителя после снижения расхода питательной воды ($G_{пв}$) до уровня 250 т/ч, вызвали освобождение такой же по величине реактивности, которая была потеряна перед началом испытаний, т.е. примерно 8 ст. РР. Можно с уверенностью утверждать, что АР-1 и АР-2 своим движением вниз (их суммарный вес равен 6 ст. РР) к моменту нажатия кнопки АЗ-5 уже скомпенсировали почти всю величину потерянной ранее реактивности. Своевременный выбор четверки частично погруженных ст. РР (или УСП), в помощь автоматическим регуляторам, мог, в принципе, не только скомпенсировать этот закономерный рост реактивности, но и дать первый импульс к безопасному заглушению реактора перед нажатием кнопки АЗ.

5. Останов реактора кнопкой АЗ-5

Когда, кем и по какой причине была нажата кнопка АЗ –5?

Показания свидетелей.

от ст. бригадного инженера
электроцеха Донтехэнерго
Метленко Геннадия Петровича.

Объяснительная

25.04.86 г. с 0 часов была разрешена заявка на останов блока № 4 и мы (бригада Донтехэнерго) приступили к проведению подготовительных работ по программе испытаний ТГ-8 ЧАЭС в режиме совместного выбега (инв. №4 ПТО). Согласно утвержденному графику изменения мощности блока №4, при останове наши испытания намечались через 13 часов после разрешения заявки. Службой РЗА, ЭТЛ и ЦТАИ были сделаны подключения наших цепей к действующему оборудованию. Были выполнены пункты: 2.5; 2.9; 2.11; 2.14 и частично 2.7; 2.8; 2.10, когда поступила команда от ЗГИС Дятлова отставить подготовку и идти всем отдыхать, и позвонить в 22 ч. 30 мин. НСС. Мы уехали в поселок. Позвонив вечером НСС, я получил добро на продолжение испытаний, и с вахтенным автобусом мы приехали на станцию в 23ч. 15мин. С нуля часов 26.04.86 приступили к продолжению выполнения подготовительных работ по программе. Подготовка велась в несколько возбужденной обстановке, т.к. еще продолжались вибрационные испытания ТГ- 8 на холостом ходу и некоторые механизмы, подготовленные для нашей программы, приходилось отключать для вибрионщиков.

В 0ч. 30мин. приступили к завершению подготовительных работ, а в начале первого приступили к проведению опыта. В 1ч. 15мин. по моей команде предварительно проинструктированный персонал - СИУТ и ст. мастер РЗА - выбил электромагнитные защитные устройства ТГ-8 и выдал сигнал МПА в электрическую часть дополнительно установленной кнопкой. Начался режим совместного выбега ТГ-8 с нагрузкой собственных нужд. Процесс проходил нормально до взрыва (примерно 1-2 мин). При снижении оборотов турбины до 2500 Акимов дал команду глушить реактор, а еще через 15-20 сек. произошел взрыв.

Выписка из первого протокола допроса. Том 5 дела, стр. 6 -11.

Одновременно, по команде «пуск осциллографа», Лысюк включил кнопку МПА, а СИУТ - электромагнитные защитные устройства ТГ- 8. При оборотах турбины 2500 Акимов (СИУБ) дал команду глушить реактор. Примерно через 20 сек. на оборотах 2100 произошел взрыв. Это было в 1 час 15 мин., что я определил по часам на пульте. Взрыв, как мне показалось, был со стороны машзала. Звук был раскатистый, затухающий.

Выписка из протокола второго допроса

(На втором допросе Метленко дополнил, что ошибочно называл начальника смены блока Акимова СИУБом).

Выбег длился порядка 40 сек, а потом произошел сбой. До этого, я считаю, все производилось в полном соответствии с программой испытаний. Насколько мне известно, по программе и фактически, в процессе выбега работало 8 ГЦН. Каких либо отклонений от нормы в работе ГЦН я не наблюдал. Сам выбег длится не более 1-2 мин. Кнопку МПА практически выполнял мастер Молэ, делал ее монтаж, а нажимал по моей команде эту кнопку ст. мастер собственных нужд Лысюк. Когда все это было выполнено, турбогенератор спокойно стал снижать обороты, я следил за оборотами. Когда было примерно 2500 об/мин начальник смены блока, повернувшись к реакторщикам, спокойно дал команду "глуши реактор". После этого еще прошло некоторое время, обороты снизились до 2100 об/мин и в это время произошел взрыв.

Выписка из протокола третьего допроса

Они должны были нажать кнопки одновременно. Однако Лысюк запоздал с выполнением команды на 3 - 4 сек, Вернее на 6 сек. позже. Как Лысюк пояснил, он нечетко понял команду. Таким образом, начальная стадия испытаний прошла без блока выбега, и только после нажатия кнопки МПА регулятор отработал электрические параметры генератора в заданный режим. Включение блока выбега внесло возмущение в цепях электрических параметров на доли секунды, вызвало кратковременную просадку на секциях собственных нужд. Затем режим стабилизировался. Просадка напряжения была примерно на 5%. Импульс на запуск ДГ тоже пошел на 6 сек. позже. Обороты турбины плавно снижались, соответственно снижались частота и напряжение. Когда обороты турбины снизились до 2100, а частота соответственно до 35 гц, напряжение 0,7 от номинального, я услышал раскатистый гром, как бывает при гидроударах. Звук шел со стороны машзала. Началась сильная вибрация здания. С потолка посыпался мусор. Было впечатление, что БЩУ разрушается. Команда "глуши реактор" была подана Акимовым, когда турбина снизилась до 2500 об/мин. Это я хорошо запомнил, т.к. наблюдал за оборотами турбины. Команда была подана спокойным голосом.

Из рассказа свидетеля Лысюка Г.В. (мастер ЭЦ).

Лысюк Григорий Васильевич, 1949 г.р. Образование высшее: Киевский политехнический институт, инженер электрик.

«На ЧАЭС приехал по направлению в 1977 году после окончания КПИ. Работал в ЭЦ: монтер-релейщик, с 1980 года мастер, с конца 1980 года ст. мастер (переведен на 2-ю очередь).

26 апреля 1986 г. Испытания - к ним мы готовились еще раньше (предполагался останов блока еще 23-го числа, но был перенесен). В.И. Молэ даже выходил 23-го в ночь на работу, а я был дома. Молэ и 24-го выходил. Метленко со своими людьми (я их не знал) также выходил со своими людьми на ожидаемые остановки. Молэ 25-го утром даже высказал недовольство, что впустую выходил на работу в ночь. Для подстраховки в ночь с 25-го на 26-е мы вышли на работу с Молэ вдвоем. Молэ приехал с оперативным персоналом. А я приехал на велосипеде на КПП 2 (велосипед, кстати, так там и остался). Переоделся, зашел в лабораторию. Там встретился с Молэ - он мой подчиненный мастер. Им, кстати, и была смонтирована кнопка «МПА» еще 23-го числа. Договорились о своих действиях на испытаниях: я должен нажимать кнопку «МПА» и следить за отработкой программы по пультам системы безопасности и приборам на БЩУ-0, а Молэ должен быть на релейном щите КРУ и следить за работой реле. В начале смены проводились испытания на турбине, и мы ждали начала своих испытаний. У СИУРа не получалось что-то с удержанием аппарата. Около него все столпились. Я стоял около своих панелей, старался не мешать. Что там происходило у СИУРа, я толком не понимал.

Испытания. Начало было не совсем удачное, по моей вине была небольшая задержка (2-3 сек.). Когда Метленко дал команду «Осциллограф! Пуск!», я ждал еще одной команды «Пуск» для нажатия кнопки «МПА». Метленко спросил меня: «Нажал?» - я ответил: «Нет». Он крикнул: «Жми!», и я нажал. После того как нажал кнопку, я стал смотреть за отработкой программы «МПА», смотрел на лампочки на панелях. Запустились нормально дизеля, включились насосы по программе «МПА». До конца отработки этой программы я не досмотрел - меня что-то отвлекло. Наверно, это был крик Топтунова: «Мощность реактора растет с аварийной скоростью!» Не уверен в точности этой фразы, но смысл запомнился именно такой. Акимов быстрым резким движением подскочил к пульту, сорвал крышку и нажал кнопку «А3-5» <...> После взрыва Дятлов (он находился на неоперативном справа или БЩУ-0, но в той стороне) резко поблдевший как полотно подскочил к пульту СИУР (быстро, широкими шагами). Дал команду: «Всем на РЩУ!», но ее никто не выполнил. Началось суматошное движение на БЩУ. Пропала связь. Нужно было вызвать пожарных. Связь сохранилась с 1-й очередью, и через них вызвали пожарных. Все время, которое я находился на блочном, Дятлов никуда не отлучался...»

Из рассказа свидетеля Кухаря А.А. (начальник лаборатории ЭЦ).

Кухарь Александр Алексеевич, 1949 г.р. Образование высшее, Днепропетровский горный институт. Специальность - электропривод и автоматизация промышленных установок. Производственная деятельность: Днепропетровский трубопрокатный завод им. Карла Либкнехта – ст. ДЭМ, ст. инженер ЭТЛ, начальник ЭТЛ. В 1973 году перешел работать в наладку «Союзэнергоавтоматика» - мастер, ст. мастер. С 1975 до 1980 года работал на Армянской АЭС - инженер ЭЦ, ст. мастер ЭЦ. С 1980 года на ЧАЭС - в ЭЦ мастером, затем начальником лаборатории преобразовательной техники до самого увольнения в 1993 году (вывели по состоянию здоровья из зоны ионизирующих излучений). С 1994, после инсульта, инвалид 2 группы.

«Касаясь событий 26 апреля 1986 года. Блок №4 шел на останов. С утра 25.04.86 уже было 50% мощности и мы устанавливали импульсные датчики (для замера оборотов) на ГЦН участвующих в выбегах, врезались в ячейки для замера тока на электродвигателях ГЦН участвующих в выбегах, врезали кнопку МПА в систему безопасности. Этими работами вплотную занимались Лысюк и Молэ. Контролировал Метленко. Программу от электроцеха подписал начальник Зиненко. От Гидропроекта программу подписали специально приехавшие представители Яночкин, должности его не помню, и Маневич - начальник отдела. Их очень беспокоила эта кнопка «МПА» в программе, и Метленко и Метелев - начальник службы релейной защиты ЭЦ, объясняли им, что означает эта кнопка. Яночкин, когда подписывал программу, у него рука дрожала.

Мне кажется, эта программа была согласована и Конвизом (зам. директора, или главный инженер Гидропроекта), скорее всего, по телетайпу. Но утверждать не могу, необходимо это уточнить у начальника ЭЦ Зиненко.

Итак, останов перенесли по требованию диспетчера «Киевэнерго». И затем уже ночью с 5-й сменой я приехал на работу. Для меня эти испытания были не первые. До этого я уже участвовал в двух испытаниях (1984 г. и 1985 г.). В 1984 году испытания были неудачными (по организационным причинам вовремя не были включены осциллографы). Тем не менее, и без осциллограмм было понятно, что возбуждение генератора регулировалось недостаточно. А для анализа не хватало материала. Повторить ничего было уже нельзя, так как реактор заглушили.

В 1985 году испытания тоже были проведены, но выбило сборку 2256 ННА, от которой были запитаны осциллографы, и, соответственно, испытания прошли без записи. Хотя сама программа испытаний была отработана нормально. Но так как оформить результаты без осциллограмм было нельзя, испытания решили повторить еще раз, перед следующим остановом блока на ремонт.

Вернемся к 26 апреля. В самом начале смены на БЩУ выполняли какие-то программы по технологии (я не знаю какие) и мы, электрики, были лишними и чтобы не мешать, я с Лелеченко ушел на ЦЩУ. Лысюк и Молэ были где-то в помещениях КРУ. Дятлов сказал: «Я вас позову». Бригада Метленко (с ним было не менее двух человек) была на своих местах на БЩУ, у осциллографов. Мы сидели на ЦЩУ и по мнемотабло увидели срабатывание выключателя, и Лелеченко сказал: «Начался выбег». Мы вскочили и побежали на БЩУ. Вдвоем с Лелеченко забежали на БЩУ и запомнилась такая картина - Метленко у осциллографа (около двери на БЩУ-Н правое, Акимов возле СИУТа, Дятлов между СИУБом и СИУРом, Топтунов - на своем месте. Трегуб Юра - с незнакомыми мне молодыми людьми стоял сзади, ближе к входной двери. Идут испытания по выбегу. Слышу голос Акимова: «Глушу реактор, нажимаю кнопку АЗ-5». Я смотрел на панели безопасности, смотрел за тем, как обрабатывала программа МПА. Все это время, при прохождении испытаний на блочном щите, было перемещение людей, и я не видел, кто и когда нажимал кнопку АЗ-5».

Показания приборов штатных систем контроля параметров

В 1ч 20м 30с начался рост мощности реактора (по прибору СФКРЭ). Незначительное по величине (в пределах диапазона регулирования АР), увеличение мощности реактора компенсировалось работой АР-1 до его погружения на НК, потом включился АР-2. К 01.23.39 мощность реактора выросла на 30 мвт. Это было инициировано проявлением положительного парового эффекта от снижения расхода теплоносителя с 01.23.04с, когда четыре ГЦН стали работать от «выбегающего» ТГ-8. За время с 01.23.04 по 01.23.39 расход по КМПЦ уменьшился (по ДРЕГ) на 5,8 тыс. м³/ч (с 56,8 до 51,0 тыс. м³/ч). Вначале процесс шел достаточно плавно, уменьшение расхода было на уровне 180 м³/сек.

К моменту нажатия кнопки АЗ-5 компенсирующая способность АР была практически исчерпана. Стержни АР-1 находились уже на нижнем концевики (НК), АР-3 (работал в режиме ПК) на 5,6м, а стержни АР-2 были в движении вниз и в момент нажатия кн. АЗ-5 уже перешли отметку 5 м по указателю положения, т.е. тоже были вблизи НК [21].

6. Оперативный журнал начальника смены блока

Почему в журнале НСБ отсутствуют записи о работе смены № 5?

Выписка из оперативного журнала НСБ - 4. Смена с 0 до 8 час 26.04.86.

НСБ Акимов А.Ф.

«23час. 50 мин. – Рапорта с рабочих мест, рапорт НСС».

(Больше записей в журнале нет – Н.К.).

Почему А. Акимов не внес в журнал описание всех действий персонала до, и во время аварии, включая перечень выведенных защит и блокировок с упоминанием имени руководителя, давшего указание на их вывод? Потому что он не смог найти этот журнал.

И ему пришлось сдавать смену НСБ Бабичеву В.А. (вызванному для его замены) без передачи журнала, т.е. с нарушением требований должностной инструкции.

Куда делся оперативный журнал НСБ? На этот вопрос ответил А. Дятлов.

Дятлов А.С. [14]: « В том, что Акимов не сделал записей в журнале - моя вина. Когда я увидел все разрушения и пожар, очаги пожара, то журнал (на БЩУ пожара не было - К.Н.) для сохранности отнес на БЩУ-3 и отдал Багдасарову, тот его положил в сейф».

Из записки А. Акимова, написанной им 26.04.86г. Н. Карпану (оригинал записки находится в материалах уголовного дела № 19-73):

«... Взрыв произошел после нажатия кнопки АЗ-5. Все действия на блоке выполнялись по указаниям Дятлова А.С...»

7. Как отключались главные циркуляционные насосы

Когда и по какой причине отключились от выбегающего ТГ-8
ГЦН –13,14,23,24?

До 1995 года официальной версии отключения выбегающих ГЦН от шин секций 8РА и 8РБ не было. В отчете «Чернобыльская авария, исходные данные для анализа. Часть 2» (НИКИЭТ, 1992 г.) написано - «не обнаружено причин, вызывающих отключение ГЦН собственными защитами (давление в ГСП, ток двигателей)». Позднее, в конце 1995 года, НИКИЭТ заявил, что «отключение ГЦН осуществили защиты первой ступени по минимальному напряжению» [22].

Анализ осциллограмм, который был выполнен автором этой книги в отчете [16], показал, что срабатывания защиты по минимальному напряжению электродвигателей (0,75Un, с задержкой времени срабатывания 0,5-1,5с, как это указано в [22]) быть не могло. В это время напряжение на секциях 8РА и 8РБ было не менее 84% от номинальной величины, что намного выше уставки срабатывания защиты. Наиболее вероятной причиной отключения ГЦН, произошедшего в промежутке 1.23.41,3 - 41,9с могла быть следующая цепочка событий. На блоке № 4 было реализовано проектное решение об автоматическом прикрытии ДРК работающих ГЦН после срабатывания АЗ-5 (кроме срабатывания АЗ-5 от исчезновения напряжения на всех секциях шин 6кВ нормального электропитания блока и АЗ-5 от снижения расхода питательной воды). Автоматическое закрытие ДРК производилось по сигналу АЗ-5 при наличии подтверждающего сигнала о снижении мощности реактора до 20% и ниже (от приборов измерительной части СУЗ) [1]. Предназначалось это для уменьшения провала уровня в БС и для сведения к минимуму возможности захвата пара в опускные трубопроводы и срыва работы ГЦН.

После нажатия кнопки АЗ-5 в 01.23.39, при мощности реактора около 6% ДРК пошли на закрытие. При этом нельзя исключать, что на «выбегающих» ГЦН расход воды достиг уставки 5000 м³/час в 01.23.41, после чего они отключились. Значений расхода на них в 01.23.41 мы не знаем, т.к. в таблице ДРЕГ отсутствует регистрация этого параметра с 01.23.39 до 01.23.43. Учитывая, что на этих ГЦН в это время темп падения расхода был до 500 м³/с, а текущие значения расходов близкими к 5500 м³/ч, то в течение «бесконтрольных» 4-х секунд такой факт вполне мог иметь место.

8. Фиксация аварийных сигналов

Какой сигнал аварийной защиты начал фиксировать
телетайп «Скалы» в 01.23.41?

Ниже представлена копия фрагмента телетайпной ленты с 4-го блока.

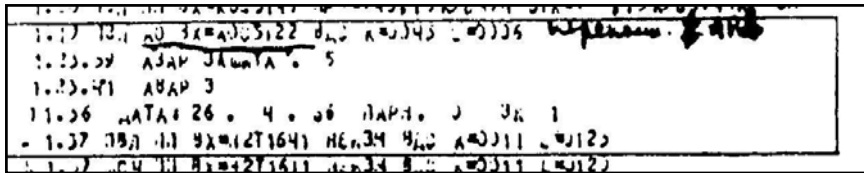


Рис. 1. Фрагмент телетайпной ленты с сигналом АЗ-5.

На лентах двух телетайпов «Скалы» были зафиксированы следующие сообщения:

"01.23.39 Авар. защита АЗ-5"

"01.23.41 Авар. з..."

Второе сообщение не допечатано на обоих телетайпах. Из перечня сообщений регистрируемых телетайпом видно, что со слов: "Авар. з..." начинается только 4 сообщения:

"Авар. защита АЗ-5";

"Авар. защита АЗ-3";

"Авар. защита АЗ-2";

"Авар. защита АЗ-1".

Можно предполагать, что второе сообщение было не допечатано из-за обесточивания телетайпов. Для обоснования этого предположения был проведен следующий анализ [17]:

С момента первого сообщения на ленте пропечатано 25 знаков 1-го сообщения + 15 знаков 2-го сообщения + 39 пробелов (пробег каретки до конца строки), то есть всего 79 знаков. При скорости печати 7 знаков в секунду, интервал с момента начала печати первого сообщения до останова телетайпа составлял (с учетом того, что «холостые» пробеги каретки были разной длины) приблизительно 10 секунд. Следовательно, из анализа телетайпных лент можно предположить, что обесточивание телетайпа произошло на ~ 49 секунде (в 01.23.49сек).

Все перечисленные сигналы формируются в щите логики СУЗ (ЩЛС). Сигналы АЗ-3, АЗ-2, АЗ-1 формируются в ЩЛС по разным технологическим причинам, но только при условии, что уставки задатчиков мощности СУЗ, соответственно, больше уровней 20 %, 50% и 60% номинальной мощности реактора (Нном). В это время мощность реактора составляла около 6% Нном и уставки задатчиков были ниже 20% Нном. Это позволяет заключить, что не допечатанное сообщение могло быть повторным сообщением "АЗ-5".

Зная, что повторная регистрация сообщения одного наименования возможна только при пропадании инициирующего сигнала на время не менее нескольких миллисекунд, можно считать, что:

- сигнал АЗ-5 сформировался в 01ч 23мин.39с;
- пропал в интервале 01ч 23мин.39 - 41с;
- вновь появился в 01ч 23мин.41с.

Такое могло произойти только в том случае, если спустя две секунды СИУР, отвлекшись на какое-то неординарное событие (в это время отключились ГЦН), ослабил давление на кнопку АЗ-5 или сменил палец, которым нажимал на нее. Так называемый «самоподхват» кнопки АЗ-5, который снял необходимость осуществлять непрерывное её удержание в течение всего времени погружения стержней (до 18 секунд), был внедрен только после аварии (1987г.) в рамках «Мероприятий по повышению безопасности работы АЭС с РБМК».

Возможен и другой вариант. В это время мог сформироваться сигнал АЗ-1 по одной из следующих причин:

- отключение 2-х из 4-х ГЦН каждой насосной, как это и было с «выбегающими ГЦН в 01.23.41;
- групповое закрытие ДРК (после АЗ-5), что тоже имело место. Но по нему известно только точное время начала этого события (01.23.39) и неизвестно время его окончания. Любая из этих причин могла сформировать в щите логики СУЗ аварийный сигнал АЗ-1 [23]. Для этого достаточно нахождения соответствующего блокирующего ключа (1ПА-1, 1ПА-2 или 5ПА-1, 5ПА-2) в среднем положении, которое соответствовало мощности реактора большей 60% Нном. Изучение копий оперативных журналов и черновых записей не выявило сведений о том, что 25-го или 26.04.86 был осуществлен перевод этих ключей в левое положение, соответствовавшее мощности реактора меньше 60%.

В этом случае СУЗ не отрабатывает стержнями снижение мощности, т.к. ее фактическое значение уже меньше 60% от Нном, но аварийный сигнал из ЩЛС все равно поступает в «Скалу» и фиксируется телетайпом.

9. Ограничения на величину запаса реактивности

В чем состоит физический смысл ограничения ОЗР пятнадцатью стержнями РР?

Оперативный запас реактивности является инструментом, с помощью которого СИУР выполняет все задачи по регулированию мощности реактора и выравниванию полей энерговыделения. Величина ОЗР до 26 апреля 1986 года была ограничена 26 -:- 30-ю стержнями в стационарном режиме на номинальной мощности, а при 15-ти стержнях реактор нужно было немедленно глушить [24]. Регламентная трактовка ограничения величины ОЗР ≤ 15 ст. РР была связана с процессами выгорания, а не с эффективностью системы аварийной защиты [25]. Никаких объяснений и предостережений о возможных последствиях нарушения этого требования действовавшие тогда документы не содержали. Не было даже намека на то, что эффективность аварийной защиты АЗ-5 напрямую, и очень жестко, зависит от величины ОЗР. Не было сделано и оценки величины «эффекта вытеснителей» стержней СУЗ, который, при некоторых условиях, может быть очень большим. Сечение поглощения тепловых нейтронов у воды, удаляемой из канала СУЗ вытеснителем при движении стержня вниз, в 21 раз больше чем у графита, втулками из которого заполнен вытеснитель. Поэтому удаление воды из нижней части канала СУЗ равносильно удалению поглотителя нейтронов, т.е. внесению положительной реактивности. Отсюда и парадоксальное явление - при погружении стержня СУЗ в реактор с верхнего концевика в течение первых трех секунд (время вытеснения столба воды) в верхнюю часть активной зоны вносится отрицательная реактивность, а в нижнюю часть - положительная.

Во время суда над работниками ЧАЭС (1987 г.) группа экспертов, которой поручили выполнение судебно-технической экспертизы, заверила суд в том, что «реактор РБМК не является ядерноопасным» [26]. Насколько справедливо это утверждение экспертов, можно увидеть сравнив и проанализировав распределение стержней по реактору при ОЗР больше 15 стержней, с тем распределением, какое было 26.04.86 перед нажатием кнопки АЗ-5.

После аварии магнитная лента с параметрами реакторной установки блока № 4 ЧАЭС была дешифрована и для исследователей стала доступной информация о величине ОЗР и его распределении по реактору. Возьмем для сравнения состояния реактора на 00ч 39м и 01ч 22м 30с 26.04.86 года [17,27].

Рис. 2. Погружение стержней СУЗ (в см) на 00ч39м 26.04.86, ОЗР = 16,5 ст. РР
(всего - 102 линейных метра погруженных стержней)

	11	13	15	17	21	23	25	27	31	33	35	37	41	43	45	47	51	53	55	57	61	63	65	
66								7																66
64					0	0	0		<u>200</u>	0	7		<u>80</u>	0	0									64
62					0	0	0	330		0	0		200	0	20	0								62
60				0	0		H		0	106	0		H	0	0	0								60
56			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	7	0	0						56
54		0	0	0	<u>180</u>	0	200		<u>180</u>	7	<u>10</u>		<u>90</u>	0	7	<u>120</u>	0	0	0	0				54
52		0	0	13		0	0	0		0	7		0	0	7		<u>120</u>	0	0	0	0			52
50		0	H		30		<u>200</u>		0	0	H	0	7		<u>200</u>	0	26	H		7			50	
46	0	80		210	7			0	200		0	7	50			0	0	0	250		7		46	
44		<u>200</u>	140		<u>180</u>	0		<u>140</u>	<u>10</u>		<u>120</u>	250	<u>290</u>	7		<u>310</u>							44	
42	0	0	0	0	0	0	20	0	7	7		0	140	0	0	0	178						42	
40		0	0	0	<u>10</u>		H		<u>10</u>	7		<u>10</u>	H		<u>10</u>	0	0	0					40	
36	0	0	0	0	7	0	0	0	150	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		36	
34		<u>176</u>	7		<u>120</u>	7		<u>130</u>	<u>10</u>	<u>300</u>	150	0	<u>99</u>	163	<u>180</u>								34	
32	20	200	280	0	20	270		7	<u>300</u>	23	0	100	270	0									32	
30		0	H	0		<u>200</u>	0	H	0	<u>200</u>	0	H	0										30	
26		0	0	0	150	7	150	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0					26	
24		0	20		<u>180</u>	0	<u>180</u>	<u>10</u>	<u>120</u>	0	<u>100</u>	7	0	0									24	
22		0	0	0	0	7	0	0	70	120	0	0											22	
20		0	0	0	H	7	150	0	H	0	0												20	
16			7	0	260	0	0	0	170	0	0												16	
14				7	0	<u>13</u>	0	0	<u>200</u>	0	0												14	
12					0	0	0	0	0	0	0												12	
	11	13	15	17	21	23	25	27	31	33	35	37	41	43	45	47	51	53	55	57	61	63	65	

Примечание: **H** – датчики контроля энерговыделения по высоте реактора, стоящие в каналах решетки СУЗ; **L** - глубина погружения стержней УСП; **L** – глубина погружения стержней АР.

Рис. 3. Глубины погружения стержней СУЗ (в см) на 01.22.30с 26.04.86, ОЗР = 7,5 ст. РР
(всего - 48 линейных метра погруженных стержней)

	11	13	15	17	21	23	25	27	31	33	35	37	41	43	45	47	51	53	55	57	61	63	65	
66								7																66
64					0	0			<u>86</u>	7		<u>20</u>	0	0										64
62					0	0	244		0	0	0	0	20	0										62
60				0	0		H		0	106	0		H	0	0									60
56			0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	7	0	7	0							56
54		0	0	0	<u>0</u>	26	<u>0</u>	<u>139</u>	<u>0</u>	7	<u>13</u>	0	0	0									54	
52		0	0	13	0	0	7	0	125	7	0	80											52	
50		0	H		66		<u>158</u>	0	H	7	<u>158</u>	26	H	7									50	
46	0	0	126	7		0	99	0	33	0	20	139	7										46	
44		<u>0</u>	0	<u>7</u>	0	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>0</u>	79	<u>119</u>	7	<u>192</u>											44	
42	0	0	0	0	20	0		7	0	143	0	0	178										42	
40		0	0		<u>139</u>	H	<u>20</u>	7	<u>20</u>	H	<u>139</u>	0	60										40	
36	0	0	0	0	7	0	0	86	0	0	0	0	70										36	
34		<u>176</u>	7		<u>7</u>	7	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	0	<u>99</u>	163	<u>7</u>										34	
32	20	125	0	0	20	264	7	13	40	0	20	0											32	
30		0	H	0		<u>158</u>	0	H	0	<u>158</u>	0	H	0										30	
26		0	0	0	7	33	0	60	0	26	0	0											26	
24		0	20		<u>0</u>	0	<u>0</u>	<u>139</u>	<u>7</u>	0	<u>0</u>	7	7										24	
22		0	0	0	7	0	0	0	79	0	0												22	
20		0	0	0	H	7	20	0	H	0	0												20	
16			7	0	0	0	0	0	33	0	0												16	
14				7	0	<u>13</u>	0	<u>0</u>	0	0	0												14	
12					0	0	0	0	0	0	0												12	
	11	13	15	17	21	23	25	27	31	33	35	37	41	43	45	47	51	53	55	57	61	63	65	

Проанализируем эти состояния реактора, которые разделяет 49 минут.

В первом состоянии ОЗР больше 15 стержней РР, во втором - вдвое меньше, чем требовал Регламент. В первом имеем 45 стержней погруженных на глубину больше метра (не считая АР, у которых не было вытеснителей). Если сложить глубину погружения всех задействованных стержней, то получим 102 линейных метра. Во втором состоянии - всего 15 стержней погруженных на глубину 1м (48 линейных метров погруженных стержней).

Стержни, погруженные на глубину 1м и более, можно считать эффективными для режима АЗ с первой секунды погружения, т.к. их вытеснители уже выдавили воду из нижней части каналов СУЗ и внесения положительной реактивности при их движении вниз не будет.

Теперь сравним, для этих двух состояний, величину «эффекта вытеснителей», который проявляется после срабатывания АЗ-5. Этот эффект в полной мере проявляется только на тех стержнях, которые идут в реактор с верхнего концевика или с начальной глубины меньше 1-го метра. Для этого уберем с картограмм все эффективные стержни (с глубиной погружения 1м и больше) и УСП. Стержни АР тоже исключаем из рассмотрения, т.к. они не имели вытеснителей. Тогда картограммы СУЗ будут иметь следующий вид (см. рис. 3 и 4).

Рис. 4. Глубины погружения стержней СУЗ (в см) на 00ч39м 26.04.86, ОЗР = 16,5 ст. РР

(по сигналу АЗ под этими стержнями СУЗ вытесняется 151 столб воды)

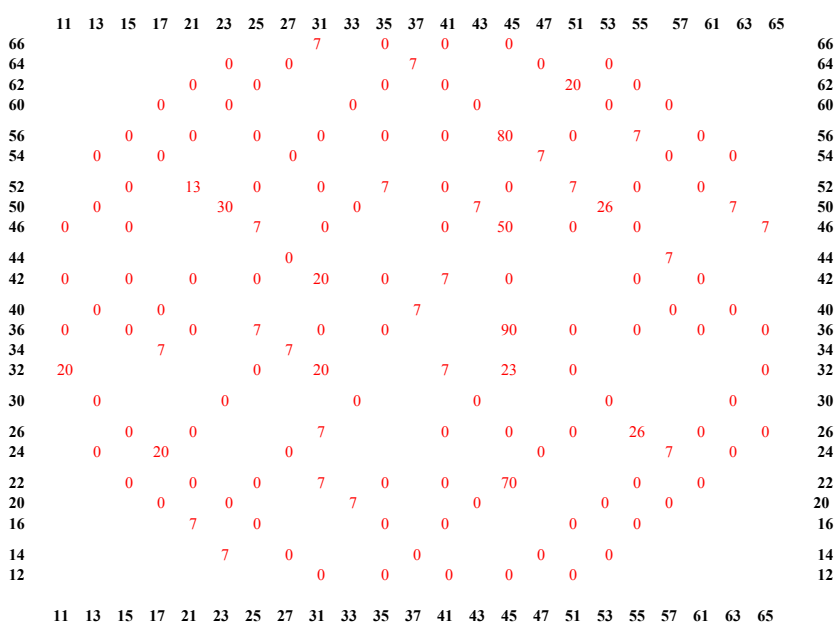
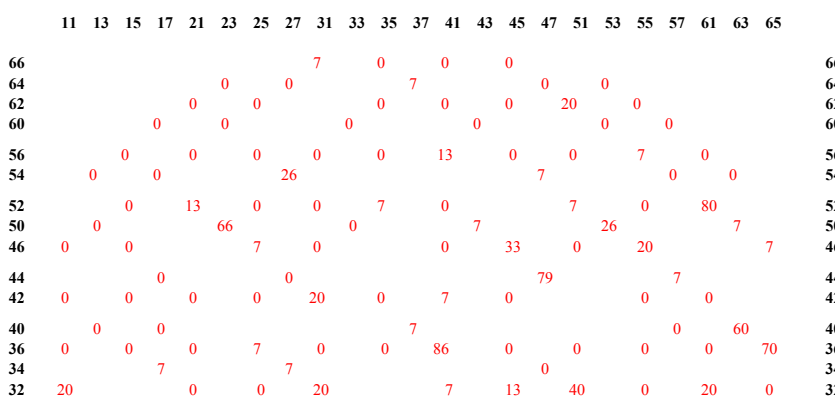


Рис. 5. Глубины погружения стержней СУЗ (в см) на 01.22.30с 26.04.86, ОЗР = 7,5 ст. РР

(по сигналу АЗ под этими стержнями СУЗ вытесняется 164 столба воды)



26 апреля 1986 года, к моменту нажатия СИУРом кнопки АЗ-5, обширная область реактора (с 12 по 30 ряд) оказалась полностью свободной от поглотителей в своей нижней (более чем метровой по высоте) части. Из этой части, по сигналу АЗ, вытеснители стержней СУЗ стали выдавливать поглотитель нейтронов (воду) и тем самым вносить положительную реактивность.

Доля положительной реактивности, которая выделилась только в этой области, составила примерно 36% от всего реализованного эффекта вытеснителей:

$$58 \text{ ст. воды} : 164 \text{ ст. воды} \times 100\% = 35\%$$

Эффект вытеснителей является аналогом частичного обезвоживания КОСУЗ (контура охлаждения СУЗ). Максимальная проектная величина обезвоживания контура охлаждения СУЗ составляла [24]:

$$\Delta K_{\text{суз max}} = + 50 \text{ ст. РР}$$

Реальные величины эффекта доходили до + 60 ст. РР (данные эксперимента 3.04.85 г. во время КПП на 3-м блоке ЧАЭС). Последнее измерение эффекта обезвоживания КОСУЗ на блоке № 4, проведенное 14.11.85 года, дало + 52 ст. РР. Его мы и возьмем для своих расчетов.

В канале СУЗ с извлеченным стержнем находится более 20-ти литров воды, из них около одной третьей части объема - а это 6,8 литра - находятся под вытеснителем [17]. Нужно еще учесть изменение распределения плотности потока нейтронов по высоте реактора, сместившего (после начала движения всех стержней вниз) максимум поля на последние полтора метра по высоте. При этом величина максимума увеличилась примерно в пять раз [19]. Исходя из вышеприведенного, можно смело принять допущение, по которому в виде «эффекта вытеснителей» 26.04.86 выделилась реактивность величиной не менее 33% от эффекта обезвоживания КОСУЗ:

$$52 \text{ ст. РР} : 3 = 17,3 \text{ ст. РР}$$

В рассматриваемой нами области выделилось 35% от этой величины, или 6,1 ст.РР. Используя величину среднего «веса» одного стержня РР равную 50×10^{-5} абсолютных единиц реактивности (а.е.р.), получим

$$6,1 \text{ ст. РР} \times 50 \times 10^{-5} = 0,00305 \text{ а.е.р.}$$

Эффективная доля запаздывающих нейтронов - $\beta_{\text{эфф}}$, с учетом изменения изотопного состава топлива на 26.04.86, составляла 0,0050 а.е.р. Поэтому при расчете периода разгона мощности реактора воспользуемся формулой для случая внесения реактивности примерно равной $\beta_{\text{эфф}}$ [28]:

$$T = L : \Delta k_{\text{эф}} = 0,001 : 0,00305 = 0,33 \text{ сек.}$$

Здесь: L - время жизни одного поколения тепловых нейтронов в РБМК-1000, равное примерно 0,001сек; $\Delta k_{\text{эф}}$ - реактивность, внесенная в реактор.

Таким образом, мощность реактора в этой области увеличивалась в “е” раз за 0,33 секунды, а за одну секунду - более чем в 20 раз.

Мог ли оперативный персонал предотвратить этот разгон мощности? Мог. Но для этого он должен был знать, что в некоторых частях объема РБМК, при определенных условиях, возможно образование локальных критмасс. Эти данные ему должен был выдать Научный руководитель, но станции их не получили до сих пор.

Правила ядерной безопасности допускали возникновение на реакторе ядерноопасных режимов. Пункт 5.7 ПБЯ-04-74 гласил: «В случае возникновения ядерноопасного режима должны быть приняты меры к восстановлению нормальных условий эксплуатации АЭС, или приведена в действие система аварийной защиты реактора». Персонал привел в действие систему аварийной защиты реактора, выполнил данное требование Правил и не его вина, что реактор этой защитой был взорван.

Авария могла быть предотвращена, или могла иметь значительно меньшие последствия, если бы стержни УСП на 4 блоке ЧАЭС были введены в состав аварийной защиты. По этой проблеме имелось давнее предписание Госатомнадзора СССР (п. 5.3 Акта Комиссии ГАН от 04.12.76, инв. № 29-ЭП, «О проверке готовности 1-го блока Курской АЭС к проведению первого этапа энергопуска»), по которому Научному руководителю и Главному конструктору было дано всего шесть месяцев на устранение этого недостатка СУЗ. Но, по неизвестным причинам, головные организации логику АЗ не пересмотрели и станции были вынуждены исправлять ошибки проекта самостоятельно.

Вывод: Оперативный персонал действительно нарушил требование технологического регламента, неумышленно допустив снижение запаса реактивности ниже 15 стержней. Но СИУР не видел этого

снижения, поскольку Главным конструктором не были созданы технические средства для непрерывного контроля ОЗР. И самое главное, персонал не был предупрежден Научным руководителем о том, что нажатие кнопки АЗ-5, в состоянии реактора с малым запасом реактивности, приводит к разгону его мощности и взрыву.