

КАТАСТРОФИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН «1985-1986»: 25 ЛЕТ НЕ ВПРОК

CATASTROFICAL PHENOMENON «1985-1986»: BLACK AUGUST

Левин С.Ф. (S. Levin), д.т.н., профессор, зав. кафедрой метрологии и метрологического обеспечения МИЭИ

ВВЕДЕНИЕ

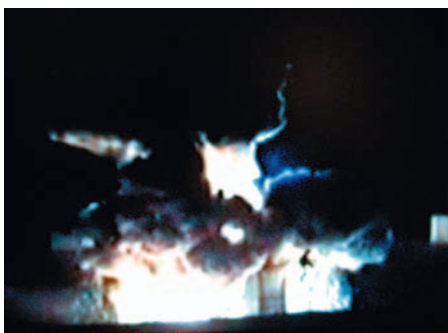
Эти кадры (см. ниже) стали мрачными символами катастрофического феномена 1985-1986 годов, когда в разных странах синхронно возникли потоки массовых отказов авиационной, ракетно-космической, ядерно-энергетической и другой сложной техники [1]. Катастрофы случались и раньше, со зловещей периодичностью они повторяются и сегодня. Но именно тогда, на минимуме солнечной активности, были установлены трагические рекорды техногенных катастроф, а реакция мирового сообщества на них оказалась пропорциональной количеству средств измерений в автомобилях, самолетах, космических кораблях и на атомных электростанциях.

Более 690 тысяч раненых и погибших в автокатастрофах 1985 года не вызвали такой паники, как гибель 12 авгу-



ста 520 человек японского Boeing-747. Только из США пассажиропоток в 29 стран сократился на 62%. Рекордный по данным ИКАО по аварийности и числу погибших 1985 год (лишь в 34 наиболее крупных авиакатастрофах погибло 1893 человека, а страховые выплаты составили 1,3 миллиарда долларов) стал еще и годом массовых отказов авиадвигателей. Среди них выделались JT8D Pratt and Whitney. От этого погибло в общей сложности 6 тысяч человек.

А вот гибель 7 членов экипажа Challenger 28 января 1986 года стала для США национальной трагедией с ущербом в 35 миллиардов долларов и пре-



крашением пилотируемых полетов почти на три года. К этому добавились 7 неудачных запусков по программам NASA и Пентагона только за первых восемь месяцев этого года, 11 аварий в 34 коммерческих запусках спутников. На 16 месяцев запуски прервала и Франция после двух аварий ракетопосылителя Ariane.

Крупнейшей ядерной катастрофой после Хиросимы и Нагасаки в августе 1945 года стал 26 апреля 1986 года Чернобыль. Тогда впервые почти по всей Европейской части СССР сработала радиационная сигнализация, рассчитанная на случай атомной войны, а автор познакомился с печально известными ДП-5В. Градуировка этих дозиметров не была рассчитана на смешанное излучение в Чернобыле. Там их показания давали 200-кратное расхождение, что привело к недооценке опасности. Радиоактивному заражению подверглись более 200 тысяч квадратных километров...

Массовые отказы трубопроводов Западной Европы 1986 года несопоставимы по последствиям с объемным взрывом на трубопроводе в Башкирии — 575 погибших и 623 раненых в момент встречи двух поездов. Взрыв цистерн с жидким газом в Мехико убил более тысячи человек, а утечка газа на химзаводе в Бхопале — две тысячи, причем свыше двухсот тысяч человек пострадали.



31 августа 1986 года «Адмирал Нахимов», не маневрируя, мог пройти в километре от «Петра Васева», и 423 человека (500?) остались бы в живых.

Расследования 1985-1986 годов дополнили список значимых факторов катастроф погрешностями неадекватности математических моделей технических объектов и развеяли мифы XX-го века о «погрешностях косвенных, совокупных и совместных измерений», которые в действительности состояли из погрешностей вычислений и погрешностей измерений, трансформированных математическими моделями зависимостей между физическими величинами. Сюда же относятся мифы о «ничтожных и грубых погрешностях», «нор-

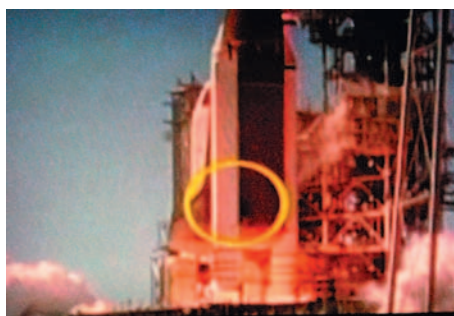


мальном законе» и «повышении точности статистических оценок при росте объема выборочных данных» [2, 3].

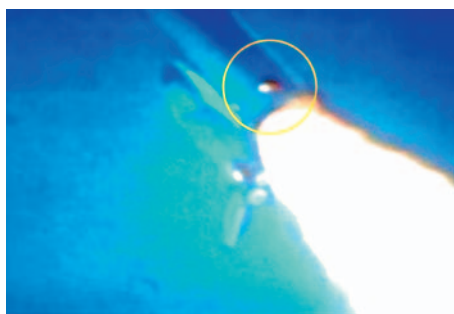
Еще один миф состоит в утверждении, что ничего неизвестно о том, как протекали катастрофы, что точных данных нет, а то, что предлагают в качестве таковых, это вымыслы заинтересованных лиц и групп или даже сознательная дезинформация.

ИЗВЕСТНЫЕ НЕИЗВЕСТНЫЕ ПОДРОБНОСТИ «КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ФЕНОМЕНА»

Комиссия, расследовавшая причины катастрофы Challenger, установила, что из-за требований Белого дома и конгресса США довести число запусков Space Shuttle до 24 в год, NASA снизило расчетное значение коэффициента безопасности внешнего топливного бака с 1,40 до 1,25 и сократило после полета STS-7 цикл межполетного обслуживания с 34 до 27 суток. Массу теплозащиты ускорителей уменьшили на 2950 кг, толщину обшивки — на 0,5 мм, а их тягу увеличили. Грузоподъемность возросла на 317 кг, но уже в полете STS-8 эрозия теплоизоляции ускорителя около критического сечения сопла пре-



STS-25: 0,678 с



STS-25: 40 с

высила 92%, а STS-9 закончился пожаром маршевого двигателя.

В роковом для Challenger полете STS-25 через 0,678 секунды после включения зажигания на телевизионных кадрах возникло дымовое пятно у правого ускорителя. Траекторные измерения показали, что с момента запуска он развивал тягу на 4% меньше расчетной. Система управления среагировала на это на 40-й секунде, а на 59-й секунде и экипаж заметил падение давления в камере сгорания ускорителя.

Командир Challenger увеличил тягу маршевого двигателя до 104% от номинальной... и через 3 секунды последовал взрыв. Обломки падали в океан в течение часа, Challenger при ударе о воду подвергся 200-кратной перегрузке. А система контроля разнотяговости, заменившая по результатам акселерометры, аварийный сигнал так и не подала [1, 3].



Катастрофа Challenger

Комитет по науке и технике палаты представителей конгресса США в докладе о результатах расследования указал, что непосредственно к катастрофе привела некомпетентность высших руководителей NASA и Morton Thiokol в вопросах надежности двигателей.

Кроме «человеческого» фактора [4, 5] фактором Чернобыльской катастрофы были и погрешности неадекватности: спустя 10 лет специалисты НИКИЭТ отметили [6, стр. 556], что у реактора РБМК-1000 реактивность на малых мощностях была положительной из-за ошибочности расчетов зависимости реактивности от плотности теплоносителя.

Реактивность — важнейшая характеристика системы управления реактором: при отрицательной реактивности реактор устойчив, а при положительной — «идет вразнос». Регулируется реактивность, а с нею и мощность реактора, погружаемыми в его активную зону стержнями из поглощающего нейтроны карбида бора. Погружение стержня вводит отрицательную реактивность,



Комиссия Госстандарта

извлечение — положительную. Регулирование осуществляется тремя автоматическими регуляторами АР-1, АР-2 и АР-3 групп из 4-х стержней или 12-ю одиночными стержнями системы локального автоматического регулирования ЛАР. Возможно и ручное регулирование РР.

Считалось, для обеспечения безопасности реактора достаточно 4-х секунд, за которые регулирующие стержни погружаются в активную зону на полную длину и вносят отрицательную реактивность в 2%. В РБМК-1000 это происходило за 18 секунд при вносимой отрицательной реактивности 9,5%, т.е. требования по безопасности как бы выполнялись.

Аварийный сигнал «А3-5» для механизма регулирующих стержней формируют независимо по сигналам нейтронных датчиков электронные схемы аварийной защиты по мощности и по скорости её роста. Для срочной остановки реактора используют технологические защиты, тоже вырабатывающие сигнал А3-5, но во избежание ложного срабатывания их можно блокировать.

Еще в 1976 году на случай одновременной потери охлаждения активной зоны РБМК и обесточивания АЭС, когда подключение резервной дизельной электростанции занимает около минуты, главный конструктор предложил использовать выбег турбогенератора. Механической энергии его ротора было достаточно для электроснабжения аварийных насосов в течение этой минуты. Предложение поддержали проектировщик и научная общественность, его отразили в учебных пособиях и в проектной документации («в очень общем виде», но... не внедрили).

Энергоблок РБМК-1000 оснащен несколькими тысячами датчиков внутриреакторного и технологического контроля. Их показания регистрируют самописцы Блочного щита управления и информационно-управляющий вычислительный комплекс СКАЛА со специальной программой диагностической регистрации ДРЕГ. Эти данные, полученные в момент катастрофы, были рассекречены в 1990 году, но до широкой общественности не доводились.

А еще 10 лет продолжали скрывать то обстоятельство, что время, фиксируемое ДРЕГ, есть время занесения сигналов в буфер для последующей записи на магнитную ленту. Специалисты ВНИИАЭС обратили внимание на то, что официальная хронология Чернобыльской аварии, основанная на распечатках ДРЕГ, неадекватно описывает процесс аварии. Реальные же события могли происходить иначе.

В 2001 году Служба безопасности Украины рассекретила часть хранившихся в ее архивах чернобыльских материалов. Из них следовало, что сразу после катастрофы для выяснения ее причин работала следственная группа КГБ, которая уже к 11 мая 1986 года установила, что «взрыв произошёл вследствие ряда грубых нарушений правил работы, технологии и несоблюдения режима безопасности при работе реактора 4-го блока АЭС» [7, 8].

Сегодня важно то, что все эти обстоятельства помогают восстановить хронологию событий.

Для итоговых испытаний доработали систему возбуждения генератора, запланировали снятие вибрационных характеристик турбогенератора на «холостом» ходу и исследование выбега.

Испытания выбега были назначены на 25 апреля 1986 года в связи с остановкой энергоблока на планово-предупредительный ремонт и приближающимся праздником — днем 1 Мая. Однако события развивались не так, как было запланировано. Испытания пришлось на ночную смену, которая к ним не была готова. Один из операторов даже отказался принимать участие в испытаниях. В 1992 году он утверждал в беседе с автором, что ему хватило бы 40 секунд, чтобы оценить ситуацию и вручную опустить стержни. Как говорится, может быть.

Только все что могло случиться, уже случилось.

Как же развивались события тогда на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС?

01⁰⁶ 25.04. Началось снижение мощности реактора с уровня 3100 МВт.

04⁰⁶ 25.04. Мощность снижена до уровня 1600 МВт. От дежурного диспетчера «Киевэнерго» в связи с аварией на Южноукраинской АЭС поступил запрет на дальнейшее снижение мощности до 14⁰⁰, позже — на неопределенный срок.

23⁰⁰ 25.04. Запрет диспетчером снят.

23¹⁰ 25.04. Продолжено снижение мощности.

00⁰⁵ 26.04. Достигнут требуемый по программе уровень 700 МВт.

00²⁸ 26.04. Управление мощностью реактора переключено с локальной системы АР на систему АР мощности основного диапазона. Мощность реактора упала ниже 30 МВт, началось выведение стержней из активной зоны реактора.

00³⁵ 26.04. Достигнут уровень мощности 35 МВт. Стержни продолжают выводиться.

00⁴¹ 26.04. Начало измерений вибраций турбины.

00^{42:48} 26.04. Заблокирован сигнал АЗ-5 по отключению турбогенераторов.

00^{43:36} 26.04. Заблокированы аварийные сигналы контура принудительной циркуляции воды.

01⁰² 26.04. Уровень мощности 200 МВт. Расход воды через активную зону более чем на 20% превысил регламентное значение. Включен дополнительный циркуляционный насос.

01⁰⁶ 26.04. Включен еще один дополнительный циркуляционный насос.

01¹² 26.04. Начало перезагрузки программы ДРЕГ с новыми установочными данными.

01¹⁶ 26.04. Окончание измерений вибраций турбины.

01¹⁸ 26.04. Окончание перезагрузки программы ДРЕГ.

01¹⁹ 26.04. АР1 и АР3 двигают стержни к 0-й отметке. Выдан сигнал «Неисправность АР».

01²² 26.04. АР1 и АР2 остановились на отметке 1,5 метра, а АР3 — на 0-й отметке.

01^{22:30} 26.04. В активной зоне реактора осталось не более 8 стержней из 211. Получена распечатка расчета оперативного запаса реактивности, требовалась немедленная остановка реактора.

01^{23:04} 26.04. Закрылись стопорные клапаны турбины, начался выбег турбогенератора ТГ-8.

01^{23:08}...10 26.04. Возник гул, перешедший в грохот. Вибрация здания.

01^{23:20}...01^{23:30} 26.04. Катастрофический рост мощности. Ядерное топливо плавится, разрушаются тепловыделяющие сборки и технологические каналы.

Паровой взрыв срывает крышку реактора массой более двух тысяч тонн и подбрасывает ее вверх на 10...14 метров. Падая, крышка давит верхнюю часть активной зоны. Выброс радиоактивных веществ в атмосферу.

01^{23:39}...01^{23:47} 26.04. Нажатие кнопки АЗ-5. Объемный взрыв смеси воздуха и водорода, выделившегося при экзотермической реакции в активной зоне. Тепловой ядерный взрыв — разрушение энергоблока. Пожары на крышах соседних зданий, в машинном зале и шахте реактора.

01^{23:50} 26.04. Реактор 4-го энергоблока полностью разрушен.

Сильный запах озона, который ощутили прибывшие на АЭС по тревоге пожарные, был признаком смертельного уровня радиации. Но они не остановились...

ЧТО ЖЕ БЫЛО ПРИЧИНОЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ?

1. Погрешности неадекватности расчетных соотношений для зависимости коэффициента реактивности от плотности теплоносителя на этапе проектирования реактора не были оценены, а корректность использования в этих целях линейных моделей не была исследована. В результате запас реактивности

РБМК-1000 на уровне мощности порядка 200 МВт оказался недостаточным.

Ошибка конструкторов была в расчёте реактивности и выборе характеристик реактора. Знак и величина реактивности зависят от соотношения замедлителя и поглотителя в активной зоне, от ее конфигурации и еще многих факторов. Поэтому очень сложно на физических стендах расчётно-экспериментальным путём определить их влияние на величину реактивности. И эвристика проектирования опередила расчётно-экспериментальное обоснование конструкции реактора.

А ведь РБМК-1000 разрабатывался как очень экономичный в использовании ядерного топлива реактор. Но эффект реактивности в реакторе оказался положительным и большим.

2. Ошибка в расчете реактивности породила ошибку конструкции стержневой регуляции и аварийной защиты. Они состоят из секции поглотителя нейтронов длиной 7 метров по высоте активной зоны и графитового вытеснителя воды длиной 4,5 метра.

Стержни перемещаются в каналах и охлаждаются водой. Когда стержень находится в крайнем верхнем положении, в активной зоне его графитовая часть. Если же стержень в крайнем нижнем положении, то в активной зоне реактора расположен поглотитель. Перемещение стержня из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение вносит в реактор большую отрицательную реактивность, способную заглушить реактор при любой аварийной ситуации.

При перемещении стержня в верхней части активной зоны вносится отрицательная реактивность за счёт карбид бора. В нижнюю же часть активной зоны до тех пор, пока графитом не будет вытеснен весь столб воды, вносится положительная реактивность. И если стержни находятся в крайнем верхнем положении, то при их движении по сигналу АЗ-5 несколько секунд вводится положительная реактивность. Это явление получило название «концевой эффект».

Но еще до нажатия кнопки АЗ-5 вытеснитель и стержни могли уже и не существовать.

3. В число аварийных параметров [9] РБМК-1000 не был включен оперативный запас реактивности (ОЗР) — положительная реактивность, которую имел бы реактор при полном извлечении стержневой системы управления и защиты. При постоянной мощности эта реактивность полностью скомпенсирована отрицательной реактивностью, вносимой стержнями.

С одной стороны, большой оперативный запас реактивности означает «увеличенную» долю избыточного урана-235 для компенсации отрицательной реактивности, вместо его использования для производства энергии, а также высокое значение реактивности, которая может быть внесена в реактор из-за

ошибочного извлечения стержней системы управления и защиты.

С другой стороны, для поддержания постоянной мощности РБМК малый оперативный запас требовал почти полного извлечения стержней, что затрудняло обеспечение однородности выделения энергии по активной зоне и существенно уменьшало эффективность аварийной защиты в первые секунды ее срабатывания из-за «концевого эффекта» [10, с. 49, 94—96].

Проектом РБМК не были предусмотрены средства контроля ОЗР.

Оператор получал расчетное значение ОЗР в распечатке ЭВМ два раза в час или давал задание на расчёт текущего значения, что занимало несколько минут. При этом погрешность расчета ОЗР существенным образом зависела от формы нейтронного поля [10, с. 85—86].

4. При выходе из провала мощность реактора была установлена не на запланированном уровне 700...1000 МВт, а на уровне 200 МВт, на котором его работа неустойчива. Оператор должен был вовремя провести компенсацию избыточной реактивности стержнями ручной регуляции (именно это имел в виду оператор, отказавшийся от участия в эксперименте).

5. Персонал дежурной смены был уверен, что реактивность реактора отрицательна, и он находится под надёжной защитой от любых случайностей. Поведение параметров энергоблока за время выбега, исключая последние секунды перед катастрофой, выглядело стабильным.

6. Ошибка персонала была в работе на малом уровне мощности с повышенным расходом воды при малом оперативном запасе реактивности. Заглушить реактор при заблокированной аварийной защите турбогенераторов можно было кнопкой АЗ-5. Но ее нажали в конце выбега.

7. Был и еще один временной фактор — заполнение Киевского водохранилища и строительство ЧАЭС. Геофизические съёмки показали, что от Днепровского разлома в 1985 году под блок № 4 развился новый Чернобыльский разлом. В день катастрофы в $01^{23:39\pm 1}$ в 10 ± 10 км к востоку от ЧАЭС произошло «слабое сейсмическое событие» с магнитудой 2,5. Оно было зафиксировано тремя сверхчувствительными сейсмическими станциями, которые следили за подземными ядерными взрывами во всем мире и позволяли обнаружить взрыв 100 т тротила на расстоянии 12 000 км. Но в тот раз тротильный эквивалент составил ~10 т. «Слабое сейсмическое событие» могло произойти и на ЧАЭС. Если это и мог быть взрыв, то только тепловой.

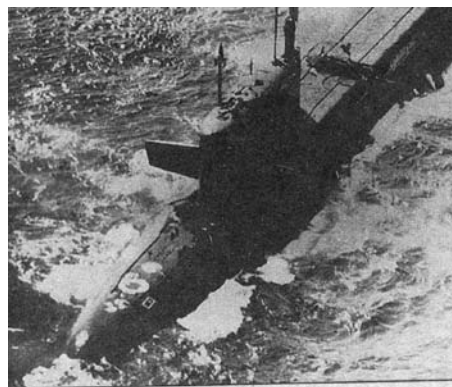
Землетрясения фиксировались в Киеве и в августе. А через два года спуск из озера Севан 12 кубических километров воды для Ереванской ГЭС понизил уровень озера сразу на 25 метров, и

в 70 километрах западнее Спитакское землетрясение погубило более 25 тысяч человек.

Некомпетентное руководство, отсутствие прогнозирующего контроля, вводная диспетчера, землетрясение, неустойчивая работа агрегата, непрофессионализм действий персонала и взрывной характер катастрофы повторились на Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 года [11].

В ядерной энергетике «катастрофический феномен» начался 10 августа 1985 года тепловым взрывом реактора АПЛ К-314 из-за нарушения технологии перезарядки. Хотя 90 тысяч рентген в час это меньше, чем на начальной стадии Чернобыльской катастрофы, по сравнению с тепловым взрывом в Чажме авария на японской АЭС «Фукусима-1» в 2011 году была легким водородным хлопком. А общей для этих трех катастроф стала секретность истины «до» и «после».

«Новый Чернобыль» мог возникнуть уже 3 октября 1986 года в Атлантике на АПЛ К-219. На этот раз сразу последовал звонок из Москвы в Вашингтон. Но президенту США уже доложили, что АПЛ «Augusta» столкнулась с объектом слежения в 600 милях к северу от Бермудских островов, «повредив



К-219, последние часы

носовую донную часть корпуса и обтекатели гидроакустической станции». А на К-219 возник пожар. Аварийная защита реактора из-за короткого замыкания силовой сети не смогла опустить компенсирующие решетки до требуемого положения. Три попытки опустить их вручную закончились неудачей. С четвертого захода в реакторный отсек это сделал в одиночку матрос Сергей Преминин. Посмертно его наградили орденом Красной Звезды, в 1997 году он стал Героем России, а два года спустя конгресс США поднял вопрос о его награждении высшей наградой США — медалью конгресса [12].

На Северном флоте до 1993 го-



Сергей Преминин



«Простое» столкновение

да было 8 столкновений с АПЛ США. Самое опасное из них по возможным последствиям произошло 15 ноября 1969 года, через три месяца после прибытия автора статьи на Кольский полуостров для дальнейшего прохождения службы. Тогда в полигоне боевой подготовки АПЛ К-19 столкнулась с АПЛ США «Gateau». Офицер боевой части «Gateau» приказал подготовить к стрельбе торпеду с ядерным зарядом, но командир «Gateau» отменил решение подчинённого и взял курс на выход из территориальных вод СССР.

Начало очередного минимума солнечной активности обозначили сразу 8 Boeing, два Ту-154, звено Су-27 и три F-14, а на двух последующих максимумах произошли трагические события.

В 1991 году в России произошло 364 аварии техногенного характера, в них погибли 1023 и пострадали 2693 человека. В 1993 году — погибли 1050 и пострадали 3232 человека. Количество пожаров и взрывов по сравнению с 1992 годом увеличилось в 1,5 раза, а число погибших и пострадавших в результате пожаров и взрывов — почти в 2,5 раза. В 1997 году количество техногенных катастроф по сравнению с 1996 годом возросло на 8,7%, погибло более 1650 человек.

На магистральных трубопроводах в 1993 году произошло 57 аварий с потерями сырья, возникновением пожаров, загрязнением больших территорий. В результате аварии на магистральном нефтепроводе Красноярск-Иркутск разлилось около 25 тысяч кубометров нефти, и были уничтожены десятки гектаров плодородной земли. Количество аварий на магистральных трубопроводах в 1997 году по сравнению с 1996 годом увеличилось на 18,6%.

Продолжение следует.

КАТАСТРОФИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН «1985-1986»: 25 ЛЕТ НЕ ВПРОК

CATASTROFICAL PHENOMENON «1985-1986»: BLACK AUGUST

Левин С.Ф. (S. Levin), д.т.н., профессор, зав. кафедрой метрологии и метрологического обеспечения МИЭИ

Окончание. Начало см. №5-2011.

12 августа 2000 года в полигоне боевой подготовки Северного флота планировалась показательная стрельба АПРК К-141 «Курск» торпедой «Шквал», развивающей под водой непостижимую скорость 500 км/час и до сих пор являющейся «сюрпризом» для спецслужб США. Но гидроакустики «Петра Великого» засекли в точке 69°40,9' с.ш. и 36°24,6' в.д. «динамический удар» и серию взрывов. Второй из них был таким мощным, что атомный ракетный крейсер встряхнуло. После 45-минут-



Участники событий 12.08.2000



АПЛ «Memphis»



АПЛ «Toledo»

ной паузы еще один взрыв с вероятным отклонением 150 метров был отмечен в 850 метрах от точки, где и был обнаружен лежащий на дне «Курск».

Участниками этих событий были АПЛ США SSN-769 «Toledo» и SSN-691 «Memphis», а также АПЛ Великобритании «Splendid», которая в 1986 году уже сталкивалась с АПЛ СССР К-12.

Но теперь события развивались иначе, чем в 1969 году. Первым позвонил президент США.

Интернет-сайт «Правды» сообщил 22 августа 2000 года, что инцидент в Баренцевом море мог стать началом третьей мировой войны, но президенты России и США договорились о мирном урегулировании. Ведь пробоина с загнутыми вовнутрь краями по правому борту между торпедным и командным отсеками «Курска» такая же, как от торпеды Mk-48 (неужели ее вырезали при «спасательных» работах?), а нос «Memphis» был смят. Об этом на французском телевидении рассказал документальный фильм Ж. Карре «Курск: подводная лодка в мутной воде».

Почему же АПЛ «Memphis» и «Toledo», отличающиеся «оперением», при анализе событий «черного августа» 2000 года часто путают? Не потому ли, что заход 18 августа в норвежский порт Берген «для ремонта антенн» одной из них был частью операции по выводу из-под удара другой, как и возврат на базы английских АПЛ «из-за обнаружения неисправности реактора одной из них».

Во имя чего погибли 118 российских и 7 американских моряков? Во имя чего про-

пали без вести 269 человек южнокорейского Boeing-747 рейса KAL 007 — главного фигуранта операции Bursting Star, начатой спецслужбами США и Южной Кореи против СССР 31 августа 1983 года?

В 1983 году обломки самолета искали наши, американцы, японцы... Людей и Boeing так и не нашли. Нашли в разных местах обломки нескольких военных самолетов США, сбитых над Сахалином (не Су-15, а «сюрпризом» для США в те годы МиГ-31?). Но тогда СССР назвали «империей зла», и в очередной раз после Карибского кризиса возникла угроза 3-й мировой войны.

В 1989 году американский суд отклонил иски против правительства СССР. В 1990 году французский журналист М. Брюн установил, что фактическое место падения пассажирского Boeing находилось в 500 километрах южнее указанного в официальном сообщении, а один из сбитых самолетов США был закамуфлирован под него. В 1997 году Токийский суд признал авиакомпанию KAL виновной в гибели пассажиров [13, 14].

Урок «говорить правду, сразу и всю» не пошел впрок.

И потому прав тот, кто первым... особенно, если кому-то очень хочется верить.

Трагедия Южной Осетии это только подтвердила.

Так почему же катастрофы все повторяются и повторяются? И каждый раз в новой сфере.

Потом начинаются массовые проверки по типовому сценарию «кто виноват». А по сценарию «что делать» — только материальная помощь. Но людей-то не вернешь, а сфер еще много.

ПРЕДЫСТОРИЯ «КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ФЕНОМЕНА» [1, 15, 16]

В 1967 году авиакомпания Pan Am установила, что из 1200 снятых по наработке двигателей и других систем Boeing-707 и Boeing-727 требовали замены 33. Перевод этих самолетов на обслуживание по техническому состоянию уже в 1968 году дал экономии в 147 000 человеко-часов и 3 591 000 долларов.

В то же время повышение качества элементной базы самолетов проявилось в виде тенденции к увеличению периодичности технического обслуживания и упрощению критериев его назначения. Так, в ВВС США периодичность осмотров самолетов С-141 до начала войны во Вьетнаме составляла 360...440 часов по налету. А с 1966 года из-за повышения интенсивности полетов осмотр по налету заменили календарным осмотром: основной — через 70 дней, промежуточный — через 35 дней. Через три года эти сроки были увеличены еще на треть.

К началу 1970-х годов в США эксплуатация военной техники по календарному сроку и наработке привела к потерям боеготовности на 40%. Более того, непрерывное усложнение техники превратило систему технического обеспечения эксплуатации (СТОЭ) в инфраструктуру, превзошедшую по масштабам сферу эксплуатации. Дошло до того, что проведение технического обслуживания и ремонта палубной авиации ВМС США с использованием специальных средств измерений и контроля, разрабатывавшихся для каждой бортовой системы отдельно, привело к нехватке площадей палубных ремонтных мастерских для размещения контрольного оборудования. Поэтому необходимость ограничения непомерно растущих эксплуатационных расходов привела к разработке в США программ СТОЭ по состоянию и по уровню надежности.

Эти программы 2-го поколения (СТОЭ-2) основывались на приспособлении бортового оборудования к агрегатной



75 человек

Саяно-Шушинская ГЭС, 17 августа 2009 г.



122 человека

Куйбышевское водохранилище, 10 июля 2011 г., теплоход «Булгария»



Челябинск, 1 сентября 2011 г., утечка брома



43 человека

Ярославль, 7 сентября 2011 г., авиакатастрофа самолёта Як-42Д

замене, что снижало требования к квалификации персонала и существенно повышало эффект технического обслуживания. Так, в 1960-1970 годах была разработана программа профилактики «Reliability — Centered Maintenance», ориентированная на поддержание надежности техники, которая значительно сократила трудоемкость и стоимость обслуживания двигателей самолета DC-10 и уменьшила более чем на 50% количество запасных двигателей стоимостью каждого более миллиона долларов. А в 1972 году в ВМС США была введена в действие программа СТОЭ авиации по состоянию «Improved Maintenance Program». За первые 9 месяцев в эскадрилье VP-40 она уменьшила трудозатраты на регламентные работы на 35%, сократила простои при обслуживании на 79% и повысила боеготовность на 40%.

Поэтому в 1974 году все самолеты противолодочной обороны P-3 и S-3 были переведены на новый режим технического обслуживания, что сократило расходы почти на 40%, простои — на 38%, а необходимое количество изделий оборотного фонда — более чем в два раза.

Улучшение контролепригодности техники, разработка автоматизированной системы контроля, прогнозирования и диагностирования AIDAPS, универсальных средств измерений и контроля модульного типа для палубной авиации ВМС США дали суммарный экономический эффект порядка 1,4 миллиарда долларов. А в начале 1980-х годов с введением АСУ ЗИП министерство обороны США сократило ежегодные расходы на запасные части на 8 миллиардов.

Эталонем технического обслуживания стала программа СТОЭ-2 Boeing-747: для 6% узлов этого самолета критерием управления стал ресурс или наработка, для 31% — определяющие параметры доступных контролю без демонтажа агрегатов, а для 63% — уровень надежности.

И в 1983 году NASA заключило контракт на техническое обеспечение эксплуатации Space Shuttle с фирмами Lockheed Space Operation, Morton Thiokol, Grumman и с пионером эксплуатации авиационной техники по состоянию — фирмой Pan American.

На фоне положительных моментов негативные последствия реализации в СТОЭ-2 алгоритмов управления параметрами, составом, структурой и режимами содержания объектов эксплуатации, к характеристикам которых предъявляются повышенные требования, длительное время считались маловероятными. Проблема здесь заключалась в ряде обстоятельств.

Во-первых, обслуживание по техническому состоянию допустимо только в тех случаях, когда внезапный отказ элемента объекта не создает предпосылок к аварии или катастрофе.

В конструкции Space Shuttle насчитывалось более двух тысяч критичных в плане безопасности элементов. Из них 748 относились к категории особо кри-

тичных, в т.ч. и сто элементов конструкции стартового ускорителя. При таком количестве высоконадежных элементов известные схемы расчета вероятностей независимых случайных событий приводят к абсурдным результатам. Нобелевский лауреат Р. Фейнман публично высмеял расчеты NASA методом FMEA вероятности катастрофы в 10-м запуске Challenger — 1:10000. А начальник отдела безопасности и надежности в программе Space Shuttle Ч. Харлан прямо заявил: «Люди просто не понимали опасности, связанной с кольцевыми прокладками, и, если бы им представили правильные значения вероятности прогара прокладок, то они бы не поверили этим цифрам». В итоге президентская комиссия пришла к выводу о неправомерности межполетного обслуживания Space Shuttle на тех же принципах, что и обслуживание магистральных авиалайнеров.

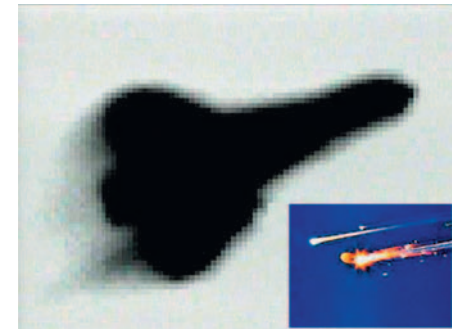
Альтернативой FMEA был широко распространенный в ядерной энергетике метод PRA, который давал оценку разрушения реактора в среднем раз в 3000...5000 реакторо-лет. Сомнения в PRA возникли после аварии на АЭС Tree Mile Island в США, а окончательно этот метод был отклонен после катастрофы в Чернобыле, когда эта оценка опустилась ниже 1500 реакторо-лет.

Во-вторых, если в СТОЭ-1 одинаковость программ обслуживания однотипных объектов в одинаковых условиях ведет к статистической однородности данных об их надежности, то индивидуальность программ СТОЭ-2 ведет к статистической неоднородности данных такого рода.

Хотя руководитель программы Space Shuttle Р. Томпсон считал самообманом попытки систематизации неисправностей, но именно этого и не было сделано руководством NASA с информацией о надежности злополучных уплотнительных колец —



Columbia: тот самый кадр



Columbia: Последние минуты

прокладок. Повреждения основных колец отмечались и ранее. Начиная с полета STS-10, они стали фиксироваться более чем в 50% запусков. Специалисты Rockwell International и Morton Thiokol в декабре 1982 и июле 1985 годов подавали руководству NASA докладные записки о недопустимости запусков при температуре воздуха ниже -4°C , но эффективных мер принято не было. Более того, появились дефекты резервных колец, причем к 28 января 1986 года, когда произошла трагедия «Challenger», имевшего наибольшее число запусков среди Space Shuttle, общее число повреждений достигло 25, а руководство Morton Thiokol продолжало получать пошвышенное вознаграждение.

На 2 марта 2002 года, к моменту второй трагедии, наибольшее число запусков было у «Columbia». И на этот раз анализ телевизионных кадров помог бы избежать катастрофы. И запас времени был. Но это было потом, а в 2011 году программу Space Shuttle закрыли.

В-третьих, статистическая неоднородность данных о техническом состоянии объектов эксплуатации приводит к необходимости их деления на статистически однородные выборки, т.е. к уменьшению их объема. К тому же еще А.Н. Колмогоров предупреждал, что «частотный подход, основанный на понятии предельной частоты при стремящемся к бесконечности числе испытаний, не позволяет обосновать применимость результатов теории вероятностей к практическим задачам, в которых мы имеем дело с конечным числом испытаний».

NASA для обеспечения надежности Space Shuttle использовало тот же методический подход и те же программные средства, которые применялись в космических программах Mercury и Gemini — FMEA, CA, FMCA, FTA и WCA. Но когда в 1988 году выяснилось, что более совершенная программа CORDS расчета динамических характеристик системы управления Space Shuttle имеет погрешности от 2,5 до 20(!)%, были подняты те же вопросы, что и после гибели 27 января 1967 года экипажа космического корабля Apollo-1. Кроме того, комиссия сделала вывод о неадекватности обслуживания Space Shuttle как магистральных авиалайнеров.

Дело в том, что указанные выше программы использовались для статистического оценивания надежности и обоснования периодичности осмотров самолетов B-747, B-757, B-767, L-1011 и DC-10. Так, периодичность технических осмотров типа А, С и D в наиболее совершенной системе технического обслуживания самолетов B-747 с 50, 800 и 9 000 часов по полету в начале эксплуатации была доведена к 1985 году соответственно до 330, 4 000 и 22 000 часов.

Два года после «катастрофического феномена» специалисты Boeing в 46 авиакомпаниях мира обследовали состояние 72 магистральных самолетов. В 1988 году периодичность осмотров со-

кратили. Двигатели Pratt and Whitney JT8D на B-737 и A-320 заменили CFM-56 с увеличенной частотой контроля и сокращением периодичности осмотров их крепления с 600 полетов до 300.

Анализ кинетики роста трещин на основе механики разрушений и усталостные испытания при расследовании причин разрушения гермофюзеляжа японского B-747 подтвердили, что при правильном выборе периодичности осмотров катастрофического отказа не произошло бы. К аналогичному выводу привело и расследование катастрофы B-737 в Манчестере все в том же августе 1985 года после обнаружения термоусталостных трещин в жаровых трубах отказавшего Pratt and Whitney JT8D. Как и в предыдущем случае, эти трещины не были выявлены в ходе гарантийного обслуживания, проводившегося в ряде случаев с нарушением регламента.

Так, Федеральная авиационная администрация США, проверив 35 авиакомпаний, вскрыла 1284 нарушения. Пилотов Eastern Air Lines заставляли не фиксировать отказы и выполнять рейсы на неисправных самолетах. Eastern Air Lines оштрафовали на 9,5 миллионов, Pan American — на 2 миллиона долларов, а в ряде авиакомпаний полеты просто приостановили.

А причиной увеличения периодичности технических осмотров самолетов было снижение эксплуатационных затрат. Всего 1% этих затрат для крупных авиакомпаний составляет 5 миллионов долларов годовой экономии, не говоря уже о банальном невыполнении обслуживания, тогда как совершенствование самолетов за 10 лет снижало долю затрат на обслуживание и ремонт в эксплуатационных расходах с 12 до 10%.

В-четвертых, техническое обслуживание по состоянию требует эффективного решения измерительных задач прогнозирующего контроля, по данным которого это обслуживание должно быть организовано. При этом особого внимания требуют определение полноты и глубины контроля, а также установление границ контрольных допусков на аварийные параметры [9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ


Ответ на вопрос о непрерывной повторяемости катастроф был известен еще сразу же после «катастрофического феномена 1985-1986 годов».

Дилемма «безопасность или выгода» официально не существует.

А «владельцы заводов, газет, пароходов», скупившие за бесценок техническое наследие СССР, дожимают его ресурс до предельного состояния, заботясь лишь о максимальной прибыли... с «молчаливого согласия» чиновников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левин С.Ф. Гарантированность программ обеспечения эксплуатации техники. — Киев: Знание, 1989.

2. Эльясберг П.Е. Измерительная информация: сколько ее нужно? Как ее обрабатывать? — М.: Наука, 1983.
3. Левин С.Ф. Погрешности измерений и вычислений как причина «катастрофического феномена 1985-1986 годов» в авиационной и ракетно-космической технике. — КИПиС. — 2000. — № 3.
4. Карпан Н.В. Чернобыль. Месть мирного атома. — Днепропетровск: ИКК Баланс-Клуб, 2006.
5. Дмитриев В.М. Чернобыльская катастрофа. — <http://n-tru/tp/ie/ck.htm> 28.05.2010.
6. Адамов Е.О. и др. Канальный ядерный энергетический реактор РБМК. — М.: НИКИЭТ, 2006.
7. Горбачев Б. Чернобыльская авария. — <http://n-tru/tp/ie/ca.htm> 22.12.2002.
8. «3 архівів ВУЧК, ГПУ, НКВД, КГБ». Спец. выпуск № 1. — Київ: Сфера, 2001.
9. Левин С.Ф. Контроль технических объектов по аварийным и определяющим параметрам. — Киев: Знание, 1992.
10. Приложение I к INSAG-7: О причинах и обстоятельствах аварии на 4 блоке Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г./Доклад Комиссии Госпромомнадзора СССР, 1991.
11. Левин С.Ф. Катастрофический феномен «1985-1986»: Продолжение. — Контрольно-измерительные приборы и системы. — 2010, № 6; 2011, №№ 1-2.
12. Левин С.Ф. Катастрофический феномен 1985-1986 гг.: Подводная часть. — Контрольно-измерительные приборы и системы. — 2005. — №№ 3-4.
13. Мухин Ю., Брюн М. Третья мировая над Сахалином, или Кто сбил корейский лайнер? — М.: Алгоритм, 2008.
14. Левин С.Ф. Катастрофический феномен «1985-1986»: Пролог. — Контрольно-измерительные приборы и системы. — 2010. — №№ 3-5.
15. Левин С.Ф. «Катастрофический феномен 1985-1986 годов» в авиационной и ракетно-космической технике. — Метрологическое обеспечение испытаний и эксплуатации сложных объектов. — М.: ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского, 1996. — С. 3-29.
16. Левин С.Ф. Техническое обеспечение эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники. — Конструкции из композиционных материалов. — 2001. — № 4. — С. 48-66. 

The Catastrophic Phenomenon of 1985-1986. The time when in different countries simultaneously mass failures of aviation, aerospace, nuclear and other complex equipment occurred. Catastrophes happened before, but just then at the minimum of solar activity were set tragic records of man-made disasters, and the reaction of the international community to them was proportional to the number of measuring instruments in cars, airplanes, spacecraft, and nuclear power plants. The article tells about the circumstances of these events and their background.