

Культура расследования событий, обусловленных человеческим фактором: системный подход

Машин Владимир Анатольевич - Старший научный сотрудник Обнинского научно-исследовательского центра «Прогноз». Кандидат психологических наук.

E-mail: mashin-va@mail.ru

Любой вид человеческой деятельности можно охарактеризовать уровнем культуры её выполнения: требованиями, которые соблюдаются, методами, которые используются, и принципами, которыми руководствуются [1]. Требования, методы и принципы расследования событий, например, в атомной энергетике, представлены в документах Ростехнадзора, концерна Росэнергоатом, МАГАТЭ, ВАО АЭС.

К сожалению, в существующей практике расследований событий, обусловленных человеческим фактором, продолжает доминировать культура, ориентированная на поиск ошибочных действий персонала переднего края. В результате анализ и корректирующие меры ограничиваются, как правило, очевидными причинами и различными формами дисциплинарных взысканий в отношении виновных работников. При этом фундаментальные или коренные причины событий сохраняются, а персонал получает лишь очередное подтверждение в том, что руководство не желает решать организационные проблемы, влияющие на безопасность работ, а каждый раз ограничивается в своём расследовании исполнителями, допустившими неправильные действия.

Проиллюстрируем данную культуру двумя примерами. В первом рассмотрим несчастный случай, произошедший с электромонтёром компании Central Maine Power (CMP), предоставляющей услуги по электроснабжению в штате Мэн, США.

Смертельный случай при ремонте линии электропередач

В воскресенье, 12 декабря 1999 года, примерно в 12 часов 15 минут электромонтёр Брент Черчилль, устраняя обрыв воздушной линии электропередач (ЛЭП) на 7.2 кВ, схватил голый рукой провод, находящийся под напряжением. От удара током он повис на предохранительном поясе на высоте 9 метров. Через час безжизненное тело было снято спасателями [2].

Десять дней спустя, компания CMP, в которой 30-летний Брент отработал электромонтёром девять лет, опираясь на результаты проведённого расследования обвинила его в том, что он нарушил стандартные меры безопасности во время обслуживания ЛЭП: не надел резиновые перчатки, не проверил высоковольтный предохранитель и отсутствие напряжения, не подключил заземляющие провода. В заявлении компании было сказано: «Мы можем только глубоко сожалеть, что по причинам,

которые мы никогда не узнаем, он, по-видимому, упустил из виду некоторые жизненно важные меры безопасности» [2].

Казалось бы, всё очевидно: виновный установлен, причины определены. Но своё расследование несчастного случая с гибелью человека провело Управление по охране труда (OSHA, Министерство труда США). Следователи OSHA выяснили, что погибший электромонтёр до трагедии 12 декабря проработал 28 часов подряд, ремонтируя ЛЭП (ураганный ветер в эти дни обрушился на штат Мэн, обрывая линии электропередач). За последние 55,5 часов работы он смог урывками поспать около пяти часов. Дважды он ложился спать и дважды диспетчер оперативной службы отправлял его на устранение обрывов ЛЭП.

Как такой режим работы мог повлиять на функциональное состояние Брента, крупного и сильного мужчину, ростом 2 метра и весом 104 кг, когда-то популярного капитана школьной команды по американскому футболу? Согласно многочисленным исследованиям, длительные периоды бодрствования приводят к повышенной утомляемости, снижению бдительности (внимания) и ухудшению как когнитивных (память, мышление, восприятие), так и двигательных (точность и координация мелкой моторики) аспектов деятельности (при этом когнитивные показатели в большей степени подвержены влиянию депривации сна, чем двигательные) [3]. В одном из экспериментов было проведено сравнение относительного влияния на работоспособность человека депривации сна (28 часов бодрствования) и уровня алкоголя в крови (дозированное повышение до значений 0.10% или 1 промилле) [4]. Работоспособность оценивалась по результатам выполнения заданий, требующих когнитивных и двигательных способностей, скорости реакции, точности и координации моторики, а также внимания.

Негативная динамика показателей работоспособности была отмечена как при депривации сна, так и при повышении уровня алкоголя в крови. При этом результаты выполнения заданий лицами, не спавшими 17÷19 часов, статистически не отличались (а по ряду заданий были хуже) от результатов испытуемых, у которых уровень алкоголя в крови составил 0.05% (напомним, что согласно приказу Минздрава РФ от 29 апреля 2025 г. N 262н и пункту 6 статьи 81 Трудового кодекса РФ, состоянию алкогольного опьянения соответствует уровень алкоголя в крови 0.03%, что даёт основание работодателю уволить работника за однократное грубое нарушение трудовых обязанностей). Более длительные периоды без сна снижали работоспособность испытуемых до уровня, который был характерен лицам с уровнем алкоголя в крови 0.10% (наибольшие негативные изменения наблюдались в показателях точности, времени реакции, бдительности, зрительно-моторной координации, пространственной памяти).

Многочисленные факты о влиянии депривации сна на работоспособность человека были проигнорированы в ходе расследования компанией СМР, обвинившей Брента (проработавшего до трагедии 28 часов подряд) в грубом нарушении мер безопасности при обслуживании ЛЭП. Ведь в противном случае компания должна была взять на себя ответственность за переутомление электромонтёра, приведшее к ошибкам в его действиях, и объяснить, почему в течение 55,5 часов, предшествовавших несчастному случаю, он смог урывками поспать только около пяти часов. Как показало расследование OSHA, в чрезвычайных ситуациях (снежные бури, ураганы) в компании СМР была распространена практика, когда электромонтёры работали без сна по 36÷40 часов подряд. Возвращаясь на автомобиле в сервисный центр, они были настолько уставшими, что иной раз не могли вспомнить, кто был за рулём; их речь была невнятной, как будто они были пьяны. 34 часа без сна могли заставить взрослого мужчину положить голову на руки и заплакать, думая, что работа никогда не закончится [2].

Утром 12 декабря Brent позвонил своей невесте и сказал, что страшно устал. Уже 23 часа он не ложился спать. В 10 часов с ним связался диспетчер оперативной службы, чтобы узнать, как он себя чувствует. Он ответил, что всё в порядке. Компания СМР предоставила электромонтёрам право решать: смогут ли они продолжать работу или нет. Но в действительности электромонтёры знали, что могут быть уволены, если откажутся от сверхурочной работы. Как сказал одному электромонтёру его руководитель: «Ты можешь пойти домой, но, когда ты вернёшься, возможно, тебе придётся искать другую работу» [2].

Следователи OSHA также установили, что в нарушение федеральных правил безопасности, ремонт высоковольтной ЛЭП Brent проводил без второго электромонтёра, который мог бы оказать экстренную помощь и спасти товарища (ежегодно в компании проводились практические занятия для электромонтёров по снятию манекенов весом 102 кг с ЛЭП и выполнению сердечно-лёгочной реанимации; благодаря им один электромонтёр был спасён и продолжил работать в компании).

С целью улучшения управления работами и повышения эффективности на 25%, компания СМР в последние годы проводила жёсткую политику контроля расходов и снижения тарифов для клиентов, отслеживая действия каждого электромонтёра и фиксируя время на выполнение поставленных задач. Пять лет назад для «оптимизации численности персонала» в компании были уволены 37 электромонтёров и сокращён отдел охраны труда. Стало нормой направлять в экстренных случаях одного электромонтёра для устранения обрывов и прекратились периодические инспекции работ специалистами по охране труда, с обсуждением причин несчастных случаев и потенциально опасных ситуаций при обслуживании ЛЭП, с выявлением и устранением факторов риска. В результате в 1997 году

с одним из электромонтёров произошёл смертельный случай. Как заявила сама компания СМР, этому предшествовал 22-летний период с отсутствием гибели её сотрудников.

В день трагедии Бренту был выделен помощник, который обычно устанавливал или считывал показатели электросчётчиков, а в этот раз должен был найти опору ЛЭП и провода, требующие ремонта. Когда они прибыли к месту обрыва, Брент отправил своего помощника проверить высоковольтный предохранитель на опоре ЛЭП (обязанность квалифицированного электромонтёра), объяснив, что для этого нужно ударить кувалдой по опоре. Если предохранитель перегорел, плавкая ставка, скорее всего, должна упасть на землю. Помощник, рабочий день которого длился уже 18 часов, выполнил указания Брента и вернувшись сообщил, что плавкая ставка не упала (а значит провода могли находиться под напряжением). Брент ответил: «Хорошо», затем подошёл к опоре с оборванными проводами и, надев когти и предохранительный пояс, начал свой последний подъём. Когда от удара тока он повис на поясе, его напарник смог только вызвать помощь по рации. У него отсутствовала какая-либо подготовка и средства для спасения Брента.

По итогам расследования OSHA компания СМР наняла дополнительно 20 электромонтёров для обслуживания ЛЭП; назначила девять координаторов по безопасности для участия в расследованиях несчастных случаев, обучения персонала и контроля за соблюдением требований безопасности при выполнении работ; обязала направлять электромонтёров парами для выполнения работ на ЛЭП и ввела требование семичасового отдыха после 17 часов работы, а в условиях чрезвычайной ситуации – после 24-часовой смены.

После смерти Брента Черчилля в штате Мэн в мае 2000 года был принят первый в США закон, ограничивающий сверхурочные работы 40 часами в неделю [5].

Расследование, которое провела компания СМР, показательно для культуры, ориентированной на поиск персонала переднего края, допустившего нарушения, и возложение на него вины за происшествие. Оперативно были установлены и проанализированы неправильные действия электромонтёра в ходе ремонта оборванного провода ЛЭП. Уже через десять дней компания обвинила своего работника в грубой небрежности при выполнении своих обязанностей, придя к выводу, что это стало коренной причиной его гибели (все организационные факторы, которые могли повлиять на его действия, были отклонены в ходе расследования как малозначимые [2]).

Расследования, ориентированные на недостатки персонала, логично завершаются рекомендациями по проведению внеплановых инструктажей (безопасность работ при устранении обрывов проводов ЛЭП); включением разбора допущенных нарушений, которые привели к происшествию, в программу периодического обучения (охрана труда

при обслуживании ЛЭП). Могут появиться дополнительные плакаты в помещениях для персонала, напоминающие о правилах электробезопасности и предупреждающие об угрозах при обслуживании электрооборудования.

Но насколько эффективны будут эти меры, если электромонтёры, как в нашем примере, продолжают по 30–40 часов без сна устранять обрывы проводов ЛЭП после ураганов, обессиленные физически и психически, с нарушенными когнитивными и двигательными функциями, когда рядом нет даже квалифицированного напарника, способного оказать помощь в критической ситуации? Без решения этих организационных вопросов вероятность повторения трагических событий крайне высока.

Именно на это указали выводы расследования OSHA, ориентированного на определение и анализ системных (организационных) недостатков, обусловивших ошибки и нарушения в действиях Брента. Повышая свою эффективность, компания уволила 37 электромонтёров, значительно увеличив нагрузку на персонал в чрезвычайных ситуациях. Дополнительно под сокращение попал отдел охраны труда и специалисты, которые оперативно отслеживали и реагировали на угрозы, возникающие на рабочих местах.

Очевидно, что, если бы компания CMP ограничилась выводами своего расследования, в этом случае не были бы приняты меры по увеличению штатной численности электромонтёров, не привлечены дополнительные специалисты в отдел охраны труда, требование об обслуживании ЛЭП двумя электромонтёрами осталось бы без внимания, а в режим работы электромонтёров не были бы внесены изменения, ограничивающие периоды бодрствования. И какие полезные уроки могли бы извлечь другие энергосбытовые предприятия, получив краткое сообщение о результатах расследования компанией CMP несчастного случая, с выводами о причинах, связанных с недостатками в действиях электромонтёра, и стандартными корректирующими мерами? Самое печальное состоит в том, что потребовалась гибель человека и вмешательство OSHA, чтобы руководство наконец обратило внимание на условия, в которых работают её электромонтёры. Как горестно заметил руководитель службы эксплуатации систем водоснабжения на одном из отечественных предприятий: «Наше оборудование настолько старое, изношенное, что ребята идут его ремонтировать, как на «передовую». Я иногда думаю, что должен кто-то реально погибнуть, прежде чем наше руководство обратит на это внимание и займётся, наконец, этой проблемой, о которой я устал им напоминать».

Культура расследования, ориентированная на получение доказательств виновности персонала, вовлечённого в происшествие, игнорирует ситуационные факторы, которые могли повлиять на правильность его действий (в случае с Брентом это отсутствие квалифицированного напарника, выраженное переутомление с нарушением когнитивных и

двигательных функций). Такая культура охотно принимает ошибку в качестве объяснения (атрибуции) произошедшего, приписывая человеку небрежность, халатность, некомпетентность, безответственность, неосторожность или невнимательность. Как показали эксперименты [6], люди склонны объяснять поведение других через их личностные характеристики, игнорируя ситуационные факторы, которые оказывали влияние на их действия. Данный феномен получил в психологии название «фундаментальная ошибка атрибуции».

Например, в актовом зале одного предприятия выступающие нередко спотыкались на ступеньках, ведущих к трибуне, что вызывало смех и язвительные замечания по поводу их «неуклюжести», «неловкости», «неосмотрительности», и, конечно, «невнимательности». После одного случая (споткнулся руководитель предприятия), выяснилось, что последняя ступенька была выше других (условие, которое провоцировало ошибочные действия – запинания). После приведения ступенек к общей высоте случаи спотыканий прекратились.

Культура расследования, ориентированная на недостатки персонала, основана на личностном подходе, объясняющим его поведение и причины случившегося через личностные характеристики работников (внутренние факторы), как в случае с радиационной аварией, произошедшей 30 сентября 1999 года в здании опытной реконверсии радиохимического завода компании JCO в городе Токаймура (Япония) [7]. Уже через неделю официальный представитель компании JCO заявил прессе, что авария произошла из-за «редкой человеческой ошибки», допущенной «троицей простофиль», пытавшихся пораньше уйти с работы и спровоцировавших своими необдуманными действиями самый серьёзный ядерный кризис в стране [8]. В это время двое из «троицы простофиль», получивших смертельную дозу облучения, боролись за свою жизнь в больнице Токийского университета (один умрёт через 82 дня, второй – через 210 дней). Последующее независимое расследование аварии полностью опровергнет заявление компании JCO, выявив серьёзные организационные недостатки и просчёты самой компании и регулирующего органа. По результатам расследования правительство Японии отзовёт у компании лицензию на выполнение работ с урановыми материалами, что приведёт к полному её отказу от ядерных контрактов и закрытию завода в Токаймура.

Культура расследования, ориентированная на недостатки системы, основана на системном подходе, ставящим своей целью проанализировать ситуационные (внешние) условия, способствовавшие ошибочным действиям персонала, и организационные факторы, благодаря которым эти условия возникли и сохранялись [9, 10, 11].

В таблице 1 приведены базовые принципы, характерные для двух культур расследования событий, обусловленных человеческим фактором [12, 13].

Личностный подход	Системный подход
• Человеческая ошибка является основной причиной событий. • Безопасность присуща системам благодаря требованиям проектирования и эксплуатации. • Главная угроза безопасности исходит от ненадёжности человеческого фактора. • Влияя на надёжность человеческого фактора через отбор, обучение, процедуры и дисциплинарные меры можно обеспечить безопасность.	• Людям свойственно ошибаться, но человеческая ошибка является не причиной, а симптомом организационных недостатков. • Безопасность не присуща социотехническим системам. Люди ежедневно порождают безопасность через практики и решения на всех уровнях эксплуатации и управления. • Системы функционируют в потоке противоречивых целей (финансовых, экономических, производственных), которые люди должны преследовать, одновременно обеспечивая безопасность. • Человеческая ошибка неразрывно связана с условиями на рабочем месте. Обеспечение безопасности строится на устранение недостатков программ и процессов, отвечающих за эти условия.

Таблица 1. Основные принципы двух культур расследования событий, обусловленных человеческим фактором.

Различия двух культур расследования определяют то, что мы ищем, и то, что мы находим. Исследователи всегда ограничены целями и задачами расследования, явно (через процедуры, положения) или неявно (через ожидания) формулируемыми руководством: что искать и что следует найти. Принцип *«мы можем найти только то, что ищем»* оказывает влияние как на сбор и анализ нужных данных, так и на формулирование и обоснование нужных гипотез, причин, выводов и рекомендаций [14]. Второй пример, который мы рассмотрим, в полной мере иллюстрирует эту мысль.

Несчастный случай при производстве переключений в электроустановке

Это происшествие произошло в будничный день на одном из отечественных предприятий.

В 19:00 сменный электромонтёр (СЭМ-1) участка эксплуатации энергетического оборудования (УЭЭО) приступил к работе и в 19:30 получил задание от своего сменного

инженера-энергетика (СИЭ) на оформление бланка переключений по выводу из работы (в резерв без напряжения) ячейки 2 ПС 313 РУ-6 кВ.

В 20:00 СЭМ-1 подготовил бланк переключений № 34, который был проверен и подписан СЭМ-2 и СИЭ. После этого от СИЭ было получено разрешение на выполнение работ по производству переключений.

В 20:40, прибыв на ПС 313, СЭМ-2 по телефону получил от СИЭ разрешение на начало оперативных переключений по бланку переключений № 34.

В 20:50 СЭМ-2 и СЭМ-1 приступили к выводу из работы (в резерв без напряжения) ячейки 2 ПС 313. Согласно бланку переключений № 34 и в соответствии с требованиями пункта 30 «Правил переключений в электроустановках» [15], непосредственно операции выполнял СЭМ-1, контролировал его действия – СЭМ-2.

Работы выполнялись с применением мобильной видеофиксации переключений, мобильная видеокамера во время съёмки была закреплена на каске СЭМ-2. Кроме того, в помещении ПС 313 РУ-6 кВ велась съёмка стационарной видеокамерой.

В соответствии с требованиями, установленными пунктом 3.9 «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» [16], СЭМ-1 при производстве оперативных переключений был одет в комплект защиты от действия электрической дуги (ботинки, костюм, каска со щитком, диэлектрические и х/б перчатки). СЭМ-2, не являясь лицом, непосредственно выполняющим переключения, в соответствии с принятыми на предприятии нормами был одет в хлопчатобумажный костюм (брюки и куртка), бельё нательное, носки х/б, кожаные ботинки и каску.

В 20:51 по команде СЭМ-2, СЭМ-1 со щита управления ПС 313 отключил масляный выключатель (МВ) ячейки 2 ПС 313.

В 20:53 по команде СЭМ-2, СЭМ-1 выполнил проверку отключённого состояния МВ ячейки 2 ПС 313.

В 20:54 по команде СЭМ-2, СЭМ-1 снял предохранители цепей соленоида включения МВ ячейки 2 ПС 313.

В 20:55 по команде СЭМ-2 «Отключить линейный разъединитель (ЛР) ячейки 2», СЭМ-1 ошибочно предпринял попытку отключить ЛР соседней ячейки 4 ПС 313, находящейся в работе и под нагрузкой. При этом блок-замок ЛР ячейки 4 не позволил его отключить, согласно алгоритму работы блокировки (при включённом положении МВ

ячейки 4 действует электромагнитная блокировка, препятствующая отключению ЛР ячейки 4).

В 20:55 СЭМ-2, являясь лицом, контролирующим переключения, предпринял попытку отключения ЛР ячейки 4 ПС 313, используя электромагнитный ключ для снятия блокировки. При этом блок-замок ЛР ячейки 4 повторно не позволил отключить разъединитель, согласно алгоритму работы блокировки.

В 20:56 СЭМ-2 при помощи плоскогубцев, переданных ему СЭМ-1, механическим способом произвёл деблокировку привода ЛР ячейки 4 и отключил находящийся под нагрузкой ЛР ячейки 4, что привело к возникновению электрической дуги и короткому замыканию в ячейке 4 ПС 313. В результате термического воздействия электрической дуги, на СЭМ-2 загорелась спецодежда и папка с бланками переключений, включая бланк переключений № 34. При этом СЭМ-1, находящийся рядом и использовавший комплект защиты от действия электрической дуги, повреждений не получил.

В 21:00 со щита управления ПС 313 СЭМ-2 сообщил о случившемся СИЭ, который немедленно доложил по телефону о происшествии старшему начальнику смены, начальнику УЭЭО.

В 21:25 СЭМ-2 в сопровождении СЭМ-1 прибыл в медпункт предприятия. СЭМ-2 получил ожог пламенем от вольтовой дуги. Степень тяжести повреждения была отнесена к категории «лёгкая».

В 23:50 нормальное электроснабжение потребителей 0,4 кВ на предприятии было восстановлено.

В ходе расследования несчастного случая было установлено, что СЭМ-2 был опытным специалистом, почти 27 лет отработавшим без замечаний в должности сменного электромонтёра по ремонту и обслуживанию электрооборудования. В период его работы с ним были проведены первичный, повторные, внеплановые и целевые инструктажи на рабочем месте. За четыре месяца до происшествия он прошёл периодическое обучение и проверку знаний по охране труда. В ходе обучения он был ознакомлен с ТОП-10 опасностей при выполнении работ на предприятии, включая «Опасность поражения при возникновении высоковольтной дуги» и «Опасность поражения электрическим током при ремонте и обслуживании действующих электроустановок и электрооборудования», которым была присвоена категория «высокого риска» (возможность смертельного исхода).

Согласно Заключению периодического медицинского осмотра, проведённого за два месяца до происшествия, СЭМ-2 не имел медицинских противопоказаний к работе с вредными и/или опасными веществами и производственными факторами. Также было

установлено, что во время происшествия пострадавший не был в состоянии алкогольного, наркотического или иного токсического опьянения.

Согласно протоколу опроса СЭМ-2, с работами, приведшими к происшествию, он был хорошо знаком и выполнял их с периодичностью не реже 1 раза в месяц. Несчастный случай он объяснил своей невнимательностью и полностью признал свою вину.

Комиссия по расследованию проанализировала видеозаписи происшествия и выявила следующие нарушения порядка переключений по бланкам, выполняемых с участием контролирующего лица, согласно требованиям «Правил переключений в электроустановках» [15] и внутренних инструкций.

СЭМ-1 (лицо, непосредственно выполнявшее переключения по бланку):

1. При повторении команды контролирующего лица (СЭМ-2) на отключение ЛР ячейки 2 ПС 313, СЭМ-1 не взялся рукой за рукоятку привода ЛР ячейки 2 ПС 313 и не продемонстрировал контролирующему лицу правильность выбора коммутационного аппарата.

2. После неудачной попытки разблокировать блок-замок привода ЛР ячейки 4 ПС 313 не остановил оперативные переключения с целью:

- проверки правильности выбранного присоединения и коммутационных аппаратов;
- проверки наличия напряжения в цепях электромагнитной блокировки и исправности электромагнитного ключа;
- сообщения СИЭ о неисправности электромагнитной блокировки привода ЛР.

3. Не препятствовал изменению распределения обязанностей между лицом, выполняющим переключения в электроустановках, и контролирующим лицом, позволив СЭМ-2 выполнять операции с ЛР ячейки 4 ПС 313.

4. Оказывал помощь СЭМ-2 в ошибочных действиях по деблокировке замка привода ЛР ячейки 4 ПС 313.

5. Не применял индивидуальный сигнализатор напряжения, обязательный к применению в РУ выше 1000 В.

СЭМ-2 (лицо, контролировавшее переключения по бланку):

1. Перед выдачей команды на отключение ЛР ячейки 2 ПС 313 не убедился в том, что СЭМ-1 правильно выбрал привод ЛР, который ему предстояло отключить.

2. После неудачной попытки СЭМ-1 разблокировать блок-замок привода ЛР ячейки 4 ПС 313 СЭМ-2 не остановил оперативные переключения с целью:

- проверки правильности выбранного присоединения и коммутационных аппаратов;
- проверки наличия напряжения в цепях электромагнитной блокировки и исправности электромагнитного ключа;

- сообщения СИЭ о неисправности электромагнитной блокировки привода ЛР.

3. После неудачной попытки СЭМ-1 разблокировать блок-замок привода ЛР СЭМ-2 самовольно изменил распределение обязанностей между лицом, выполняющим переключения в электроустановках, и контролирующим лицом, взяв на себя роль лица производящего переключения, после чего произвёл ошибочное отключение ЛР ячейки 4 ПС 313.

4. Не запросив разрешения на деблокировку замка привода ЛР, самовольно, при помощи плоскогубцев, механическим способом произвёл деблокировку блок-замка привода ЛР ячейки 4 ПС 313.

5. При отключении ЛР не применил диэлектрические перчатки и средства защиты лица от воздействия электрической дуги.

Сменный инженер-энергетик (отдающий команды на производство переключений):

1. В соответствии с должностной инструкцией СИЭ не организовал работу подчинённого персонала смены с соблюдением требований правил, рабочих инструкций и других документов, в связи с чем был допущен несчастный случай при выполнении переключений по бланку № 34.

2. В соответствии с должностной инструкцией СИЭ не проконтролировал выполнение сменного задания.

Основными (коренными) причинами несчастного случая Комиссия определила:

1. Ошибочные действия персонала (отключение ЛР на соседней, находящейся под напряжением ячейке, с применением недопустимого способа деблокировки замка посредством механического воздействия с помощью плоскогубцев).

2. Невыполнение требований безопасности при проведении оперативных переключений (неприменение средств индивидуальной защиты при проведении оперативных переключений, несоблюдение требований безопасности в соответствии с распределением обязанностей лицом, выполняющим переключения и лицом, контролирующим переключения, установленным бланком переключений № 34).

В качестве способствующей причины происшествия Комиссия указала на необеспечение контроля со стороны СИЭ за ходом выполнения работы.

По результатам расследования несчастного случая Комиссия установила факт грубой неосторожности в действиях СЭМ-2, повлёкших вред его здоровью и ущерб оборудованию, и определила степень его вины в размере 25%.

Используя принципы системного подхода к расследованию событий, обусловленных человеческим фактором, рассмотрим неправильные действия персонала, выявленные в ходе расследования несчастного случая.

Сменный инженер-энергетик

Согласно пункту 19 «Правил переключений в электроустановках» [15], в производстве переключений должен принимать участие персонал: (1) отдающий команды (разрешения, подтверждения) на производство переключений, (2) выполняющий переключения и (3) контролирующий переключения. СИЭ выполнял функции отдающего команды и в его обязанности не входил непосредственный контроль переключений, так как это разные функции, установленные Правилами. За контроль переключений отвечал СЭМ-2.

Комиссия отметила, что СИЭ не организовал работу персонала смены с соблюдением правил и требований рабочих инструкций и других документов, что привело к несчастному случаю. Но Комиссия не указала, с соблюдением каких правил и требований СИЭ должен был организовать работу персонала смены, чтобы не допустить несчастного случая. Требование должностной инструкции СИЭ о контроле выполнения сменного задания не может распространяться на непосредственный контроль переключений [15], да и просто трудно выполнимо, поскольку в смену могут параллельно производиться несколько переключений разными группами СЭМ (не считая другие задачи сменного персонала УЭЭО).

Сменные электромонтёры

В ходе производства переключений СЭМ-1 (выполнявший переключения) ошибочно выбрал ячейку 4 ПС 313, вместо ячейки 2, а затем активно помогал СЭМ-2 деблокировать и отключить находящийся под нагрузкой привод ЛР ячейки 4. Всё это время он не выступал в роли очевидца несчастного случая (как это представлено в акте), он был активным участником происшествия. Только благодаря комплекту защиты от термического воздействия электрической дуги он не получил повреждений.

Комиссия перечислила неправильные действия, допущенные СЭМ-1, но при этом не предоставила никакой информации о том, приходилось ли раньше ему выполнять такую работу (пункт 2.14 Методических рекомендаций Роструда по расследованию несчастных случаев [17]). Комиссия не указала, что СЭМ-1 – молодой специалист, недавно допущенный к самостоятельной работе по ремонту и обслуживанию действующих электроустановок, не имевший должного опыта выполнения переключений, описанных в бланке № 34.

Последовательность действий, приведших к несчастному случаю, была запущена ошибочным (непреднамеренным) выбором СЭМ-1 ячейки 4 ПС 313, вместо ячейки 2. Это распространённая человеческая ошибка (ошибка-действие или «промах»), вызванная близостью внешне одинаковых коммутационных аппаратов [18, 19]. В пункте 83 Правил переключений в электроустановках [15] перечислены общие требования к порядку

переключений по бланкам для предупреждения подобных ошибок. Комиссия не выяснила, почему персонал приступил к производству переключений, не прочитав надписи на ячейке для проверки правильности выбора (ошибка-бездействие или «упущение»)? Почему СЭМ-1 не взялся рукой за рукоятку привода ЛР во время повторения содержания операции («упущение»)? Почему СЭМ-1 не применял индивидуальный сигнализатор напряжения («упущение»; правда Комиссия не указала, а был ли обеспечен им СЭМ-1)? Почему СЭМ-2 не убедился в правильности выбранного СЭМ-1 привода ЛР перед указанием на выполнение операции («упущение»)? И самое важное: являлось ли это обычной практикой персонала УЭЭО при производстве переключений по бланкам, выработанной многолетним опытом успешного выполнения подобных заданий (пункт 2.14 Методических рекомендаций по расследованию несчастных случаев [17])?

Следует заметить, что согласно видеозаписи, СЭМ-1 всё-таки коснулся рукой рукоятки привода ЛР (это был привод ячейки 4) во время повторения содержания операции, зачитанной СЭМ-2. Но сделал это быстро, машинально. Ячейки в помещении ПС 313 располагались в два ряда, с проходом между ними: слева - нечётные, справа – чётные. Ячейка 2 была первой с правой стороны, а ячейка 4, соответственно, вторая. Этим можно объяснить, почему СЭМ-1, возможно, в первый раз самостоятельно выполняющий столь ответственные переключения, волнуясь, переживая, думая о предстоящей операции с ЛР, сразу, как на «автомате», направился к приводу ячейки 4, которая была *вторая* в правом ряду. Чтобы прочесть номер ячейки ему необходимо было поднять голову, но внимание СЭМ-1 в этот момент было полностью сфокусировано на рукоятке привода ЛР ячейки 4, расположенной снизу. Эту рукоятку он и коснулся ладонью во время повторения содержания операции. Все последующие действия выполнялись в нижней части ячейки 4.

Возникает резонный вопрос, а почему СЭМ-2, как контролирующее лицо, не остановил СЭМ-1 и не указал ему на ошибку с выбором ячейки? Почему он не прочитал надпись на ячейке? Здесь необходимо обратиться к методу партнёрской проверки (Peer-Checking) из пакета инструментов, разработанного Институтом по эксплуатации АЭС (INPO, США) для повышения надёжности деятельности человека (HPI) [9, 20, 21]. Данный метод направлен на предупреждение ошибок исполнителя (СЭМ-1) через проверку контролирующим лицом (СЭМ-2) правильности его действий. В описании к этому методу INPO приводит практики, которые следует избегать, и которые могут помочь понять, почему данный барьер безопасности оказался неэффективным [20]:

- Контролирующее лицо предполагает, что исполнитель не допустит ошибки.
- Исполнитель или контролирующее лицо не проводят тщательную самопроверку, предполагая, что это сделает другой.

- Исполнитель менее внимателен к выполняемым действиям, полагая, что контролирующее лицо обнаружит любые проблемы.

Наиболее очевидно, что молодой специалист СЭМ-1, недавно допущенный к самостоятельной работе, при выполнении ответственных действий мог в полной мере полагаться на контроль со стороны СЭМ-2, у которого за плечами богатый и успешный опыт производства переключений. Но этот же успешный опыт мог сыграть с СЭМ-2 злую шутку, породив самоуспокоенность, уверенность, ожидание, что очередной напарник (СЭМ-1) не допустит ошибки в выборе правильной ячейки, и судя по его старательности, исполнительности, внимательности, проведёт тщательную самопроверку каждой операции, включая чтение надписи при выборе требуемой ячейки.

Метод партнёрской проверки представляет собой пример административного контроля в общепринятой иерархии мер управления опасными факторами (рис. 1) [22–24]. На эффективность использования данного метода оказывает, как показано выше, значительное влияние человеческий фактор, поэтому правилами как раз и были предусмотрены оперативные блокировки – более надёжная мера технического контроля для исключения ошибок при выборе коммутационного аппарата.

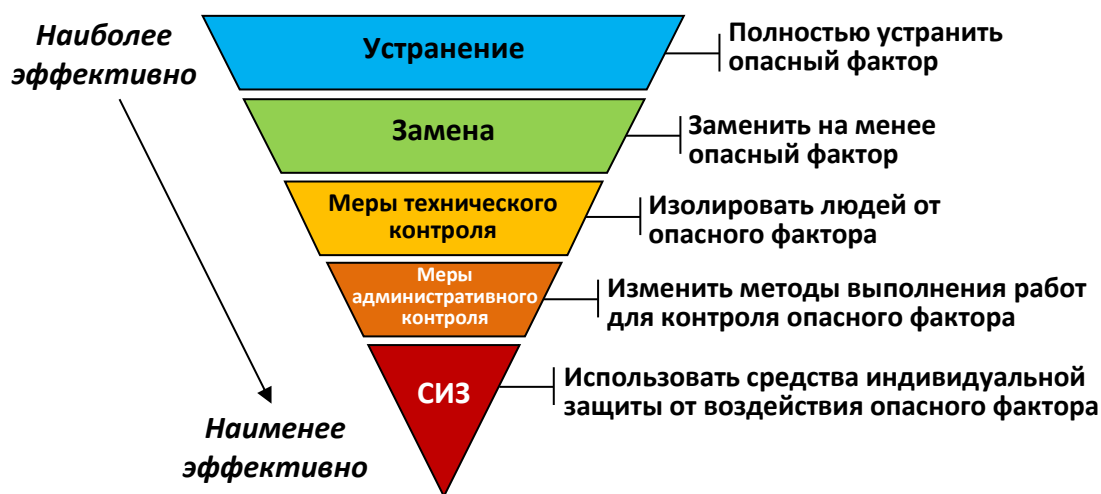


Рисунок 1. Иерархия мер управления опасными факторами (рисками) [19].

Следующий центральный момент в последовательности действий, приведших к несчастному случаю, является попытка СЭМ-2 механическим способом, при помощи плоскогубцев, снять электромагнитную блокировку для отключения ЛР ошибочно выбранной ячейки 4 ПС 313, не остановив оперативные переключения с целью [15]:

- проверки правильности выбранной ячейки и ЛР;
- проверки наличия напряжения в цепях электромагнитной блокировки и исправности электромагнитного ключа;
- сообщения СИЭ о неисправности электромагнитной блокировки привода ЛР;

- внесения соответствующей записи о прекращении переключений в бланк переключений и оперативный журнал.

Согласно пункту 171 Правил переключения в электроустановках [15], оперативному персоналу, выполняющему переключения, запрещается самостоятельно выводить из работы оперативную блокировку. Деблокирование разрешается только после выяснения причин отказа блокировки и по разрешению уполномоченного на это лица. В этом случае бланк переключений должен быть составлен заново с внесением в него (и в оперативный журнал) операций по деблокированию.

Комиссия не выяснила, почему опытный, квалифицированный, дисциплинированный СЭМ-2 грубо нарушил установленные требования. В отличие от ошибки (непреднамеренного отклонения от правильного порядка производства работ), в данном случае отклонение от требований было осознанным, преднамеренным, что позволяет классифицировать эти действия СЭМ-2 как нарушение [25, 26] (рис. 2).



Рисунок 2. Диаграмма классификации неправильных действий человека [26].

В действительности Комиссия установила, но пожелала не включать в акт по несчастному случаю ряд обстоятельств, проливающих свет на понимание поведения СЭМ-2. Согласно собранным ею данным, случаи отказов блок-замков приводов ЛР были неединичными и персонал неоднократно в своей работе сталкивался с этим. Это не являлось чем-то необычным для специалистов. В 2014 году в журнале «Энергобезопасность и энергосбережение» были опубликованы результаты отечественных исследований надёжности используемых блок-замков, согласно которым вероятность того, что система блокировки прослужит 20 лет (средний срок эксплуатации) не превышает 1%. При этом ремонт существующих блок-замков нецелесообразен из-за большого количества неисправных и ненадёжных элементов. Авторы исследования пришли к выводу, что необходим новый подход к организации оперативных блокировок как на действующих, так и на строящихся энергетических объектах [27].

Столкнувшись с проблемой частого отказа блок-замков (важного физического барьера безопасности на пути возможных ошибочных действий и бездействий персонала) руководство УЭЭО переложило её решение на плечи сменных электромонтёров. Была выработана общая практика, при которой возникшие проблемы с электромагнитной блокировкой решались «на месте»: без остановки оперативных переключений, информирования СИЭ о неисправности, вызова уполномоченного лица для получения разрешения на деблокировку, без внесения изменений в бланк переключений и соответствующих записей в оперативный журнал. Всё это требовало значительных временных ресурсов и ставило под угрозу выполнение сменных заданий.

Комиссия также не выяснила, почему проблемы с электронной блокировкой не были транслированы на уровень высшего руководства, а если это было сделано, то почему руководство предприятия не предприняло должных мер, закрыв глаза на нарушение физического барьера безопасности, предназначенного для предотвращения ошибочных операций с коммутационными аппаратами при производстве переключений [15]? Если бы этот барьер был надёжен, оперативному персоналу не пришлось бы регулярно использовать плоскогубцы для самостоятельного деблокирования блок-замков с целью своевременного выполнения сменных заданий. С учётом всех обстоятельств, такие действия персонала можно классифицировать как рутинные ситуационные нарушения (рис. 2) – преднамеренное отклонение от установленных правил или требований для выполнения сменного задания в условиях ограниченных ресурсов (временных, человеческих, материальных) [25, 26]. Согласно системному подходу, причины ситуационных оптимизирующих нарушений лежат в недостатках действующих на предприятии программ

и процессов, обеспечивающих надёжность и безопасность производства переключений в электроустановках, а не в личностных (психологических) особенностях персонала.

Отдельно необходимо остановиться на понятии «грубая неосторожность» в действиях пострадавшего, согласно выводам Комиссии. Гражданский кодекс РФ напрямую не расшифровывает термин «грубая неосторожность». Но в статье 401 ГК РФ указано, что неосторожность определяется, когда лицо *не предвидело* наступления вредных последствий своих действий, хотя при должной внимательности должно было их предвидеть. Это является ключевым моментом в различении понятий «простая неосторожность» и «грубая неосторожность». В последнем случае потерпевший *предвидит* наступление вредных последствий своих действий, но самоуверенно надеется на свои навыки, умения, опыт, удачу (безрассудное нарушение, рис. 2) [26, 28]. С полным основанием можно полагать, что СЭМ-2 не предвидел наступления вредных последствий (возникновения электрической дуги и короткого замыкания) от деблокирования при помощи плоскогубцев привода ЛР ячейки ПС 313, поскольку ошибочно полагал, что блок-замок ЛР ячейки просто в очередной раз отказал. Его решения и действия опирались на прошлый опыт и обычную (рутинную) практику, принятую среди персонала УЭЭО.

Примером грубой неосторожности (или безрассудного нарушения) может служить несчастный случай, произошедший летом 2022 года на одном из отечественных предприятий. Слесарю и стажёру поручили провести осмотр канализационных колодцев. Во время осмотра одного из колодцев слесарь (опытный, высококвалифицированный специалист, лидер малой группы) решил спуститься вниз для более детального обследования. Стажёр (молодой специалист) заметил, что это нарушение правил охраны труда. Согласно действующим правилам организации работ в ограниченных и замкнутых пространствах, для спуска в колодец требуется наряд-допуск на производство газоопасных работ, наличие газоанализатора для предварительного анализа воздуха в колодце, дополнительный наблюдающий, проверка загазованности лаборантом, шланговый (изолирующий) противогаз, страховочные системы безопасности для экстренного подъёма (канаты, тренога). Важность соблюдения перечисленных требований диктует суровая статистика (с которой опытный слесарь безусловно был знаком). Только в 2022 году в России при выполнении работ в ограниченных и замкнутых пространствах произошло 15 групповых несчастных случаев, в результате которых погибло 38 и пострадало 15 человек. Но слесарь проигнорировал слова молодого, «зелёного» работника, спустился и потерял сознание из-за отравления канализационными газами (метаном, сероводородом). Только благодаря стажёру, который не стал спускаться вниз, чтобы вытащить напарника (причина групповых смертельных случаев при выполнении работ в ограниченных и замкнутых

пространствах), а немедленно вызвал спасателей, слесаря оперативно достали из колодца, оказали первую помощь и вовремя доставили в больницу, где он несколько дней пробыл в коме. Восстановление прошло успешно. Предвидел ли потерпевший возможные вредные последствия своих действий? Да, но хотел показать себя крутым и самоуверенно надеялся на удачу, как это было не раз в прошлом (игра «в русскую рулетку»).

Следует ещё раз отметить в рассматриваемой ситуации действия молодого стажёра, который, по факту, противопоставил себя опытному и авторитетному специалисту, настаивая на усвоенных в ходе подготовки правилах охраны труда. Это крайне сложно, как показывают расследования многочисленных инцидентов. Примером может служить крупнейшая за всю историю авиации катастрофа, произошедшая 27 марта 1977 года, когда в гигантском пожаре двух столкнувшихся самолётов на взлётной полосе аэропорта Лос-Родос острова Тенерифе погибло 583 человека [10]. За штурвалом одного из Boeing 747, который преждевременно был переведён в режим взлёта, находился командир Якоб ван Зантен, один из лучших пилотов нидерландской авиакомпании KLM (лётный стаж 25 лет, 11700 лётных часов, из них 1545 на Boeing 747), руководитель отдела лётной подготовки персонала авиакомпании и капитан-инструктор (обучение и оценка как молодых, так и опытных пилотов), эксперт по полётам на тяжёлых авиалайнерах, известный всей Голландии [29]. После длительного ожидания из-за задержки рейса командир, спеша вылететь, начал разбег, ошибочно полагая, что у него есть разрешение от диспетчера на взлёт (проблемы радиосвязи), и не подозревая, что на покрытой облаками взлётной полосе находился другой Boeing 747 авиакомпании Pan American. У бортинженера Boeing 747 KLM из услышанных обрывков переговоров между диспетчером и Boeing 747 Pan Am возникли сомнения в том, что взлётная полоса свободна (диспетчер попросил сообщить, когда Boeing 747 Pan Am освободит полосу). Осторожно и неуверенно бортинженер (540 часов налёта на Boeing 747 в течение года) спросил у командира и второго пилота (налетавшего 95 часов на Boeing 747 после базовой и квалификационной проверки командиром ван Зантен по окончании подготовки), освободил ли Boeing 747 Pan Am взлётную полосу? Получив от командира в резкой форме утвердительный ответ (из-за практически нулевой видимости всё внимание его было сфокусировано на удержание самолёта по центру полосы), бортинженер больше не задавал вопросов. Последняя возможность избежать трагедии была упущена.

Катастрофа на Тенерифе, когда бортинженер под давлением авторитета командира отбросил свои сомнения, привела к разработке и повсеместному внедрению программ управления ресурсами экипажа (CRM) для обучения лётного состава методам взаимодействия и обмена информацией с целью минимизации человеческого фактора как

источника ошибок через улучшение коммуникации, руководства и совместного принятия решений. Авиакомпании всё чаще внедряют обучение CRM для персонала по техническому обслуживанию. В одном из исследований изучалось влияние курсов CRM, связанных с техническим обслуживанием в 150 авиаремонтных центрах США. Было установлено, что обучение CRM приводит к снижению уровня производственного травматизма и уменьшению количества инцидентов с повреждением воздушных судов при техническом обслуживании, увеличивая частоту их вылетов [10].

Персонал УЭЭО не проходит обучение по темам CRM, включая методы осознанного сопротивления командам или действиям, отданным или выполняемым опытными и авторитетными электромонтёрами, которые могут иметь негативные последствия. В атомной энергетике этим целям служит обучение методу «Критически взвешенного отношения» (Questioning Attitude) из пакета инструментов HPI INPO [9, 20, 21]. Данный метод рекомендован к использованию:

- При наличии неопределённости, замешательства или сомнения.
- Если есть "внутреннее чувство", что "что-то неправильно".
- Если возникают непредвиденные изменения условий.
- Если есть противоречия или расхождения между планами, процедурами и реальными условиями.
- При принятии решения, касающегося важной работы.

Сложно было ожидать от молодого СЭМ-1, не имеющего должной подготовки и опыта, другой реакции в отношении действий многоопытного СЭМ-2, когда последний приступил к самостоятельному деблокированию замка привода ЛР ячейки 4 ПС 313.

Трагедия на Тенерифе может служить также ярким примером одного из центральных принципов повышения надёжности деятельности человека, который приложим к системному подходу при расследовании событий, обусловленных человеческим фактором [9, 30–33]:

«Людам свойственно ошибаться, и даже самые лучшие специалисты допускают ошибки».

Обладая многолетним опытом, высокой квалификацией, обширными знаниями, люди в определённых условиях могут совершать ошибки, имеющие значимые и даже катастрофические последствия. Но эти ошибки не носят преднамеренный характер и важно выяснить в ходе расследования, почему командир Boeing 747 KLM или контролирующий производство переключений СЭМ-2 действовали таким образом в сложившихся обстоятельствах. Важно разобраться в причинах ошибочных действий, а не искать

"виновных", извлечь ценные уроки, а не раздавать "наказания". Ошибка – это лишь исходная точка анализа событий, обусловленных человеческим фактором [34].

Методические рекомендации по расследованию несчастных случаев [17] содержат указания о необходимости выяснить, проводился ли инструктаж по работе, при выполнении которой произошло происшествие. Из материалов расследования следует, что инструктаж перед производством переключений на действующей электроустановке для СЭМ-1 и СЭМ-2 не проводился. В отечественных нормативных документах отсутствует требование о проведении подобных инструктажей, в отличие, например, от Стандарта электробезопасности NFPA 70E [35], разработанного Национальной ассоциацией пожарной безопасности США, с учётом стандарта OSHA 29 CFR § 1926.952, в котором указано, что проведение инструктажа перед производством переключений должно включать обсуждение любых опасностей, характерных для предстоящей работы, необычных условий при выполнении переключений и мер предосторожностей.

В Руководстве по безопасности МАГАТЭ «Система управления для ядерных установок» GS-G-3.5 [36] подчёркивается, что инструктажи перед работой служат распознаванию ситуаций, которые с определённой вероятностью могут привести к ошибкам, и в ходе них должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- Каковы критические шаги или ситуации, когда возможны ошибочные действия?
- Каковы защитные барьеры, предупреждающие их возникновение?

Метод проведения инструктажа до начала работ (Pregob Briefing) входит в набор инструментов НРІ INPO [20, 21]. В частности, в ходе его проведения рекомендовано обсуждение следующих вопросов:

- риски для безопасности при выполнении работы,
- особые меры предосторожности,
- извлечённые полезные уроки из предыдущих происшествий,
- средства индивидуальной защиты,
- критерии прекращения работы (непредвиденные ситуации, изменения в условиях).

Все эти вопросы не обсуждались СИЭ и электромонтёрами до начала производства переключений. Согласно данным расследования, электромонтёры были ознакомлены с ТОП-10 рисков в области охраны здоровья и безопасности труда, включая опасность поражения электрическим током при ремонте и обслуживании электрооборудования. Но перед работой никто с ними не обсудил риски ошибочного выбора ячейки 2 ПС 313 с наложением отказа электронной блокировки привода ЛР; какие меры следует использовать для предупреждения возможных ошибок при выборе нужной ячейки и каковы условия для прекращения работ с последующим информированием СИЭ.

Необходимость проведения подобных инструктажей перед началом работ объясняется ещё и тем, что типовые бланки переключений (как бланк № 34), перечисляя операции для выполнения, не содержат стандартные меры предупреждения ошибочных действий (например, прочтение вслух надписи ячейки перед её выбором, необходимость взяться за рукоятку нужного привода ЛР при повторении команды на его отключение, проверка контролирующим лицом критических шагов, условия прекращения работ).

И самое главное: *«Людам свойственно ошибаться»*. Поэтому инструктажи перед началом работ (с обсуждением опасностей и мер предупреждения) крайне важны, даже если работы поручены опытным, высококвалифицированным, надёжным специалистам. Несчастный случай с СЭМ-2 служит тому подтверждением.

В заключение рассмотрим полное признание своей вины СЭМ-2, заявившего членам Комиссии, что его невнимательность стала причиной несчастного случая. Такое признание освобождает от необходимости более глубокого анализа причин происшествия, поскольку основной виновник установлен, и причина несчастного случая определена. Но может ли признание потерпевшего служить основанием для подобных выводов? Рассмотрим это на примере исследования случайных падений при монтаже опалубки для бетонирования полов строящегося 17-этажного жилого дома в Бразилии [37].

Обычно строительная компания использовала сборные опалубки с деревянными стойками и балками. Но в этот раз было принято решение внедрить новую поддерживающую систему из металлических стоек и балок вместо деревянных. Такие системы были недавно разработаны в Европе и, согласно поставщику, имели многочисленные преимущества: экономия времени, труда, материалов; повышение устойчивости конструкции и качества полов; снижение числа несчастных случаев с использованием гвоздей и молотков. Бригада из шести плотников и шести разнорабочих занималась монтажом опалубки перекрытий из металлических стоек, балок и фанерной палубы. Согласно исследованию, в течение запланированных 8 месяцев наблюдений при выполнении данных работ произошло пять падений членов бригады с высоты 3 метра. Выяснилось, что в новой системе опалубки отсутствовала возможность надёжно закреплять листы фанеры. Рабочим приходилось через пробы и ошибки учиться, куда можно безопасно наступать, передвигаясь по листам фанеры, чтобы не провалиться с трёхметровой высоты.

Несмотря на очевидные проблемы с надёжностью крепления листов фанеры, руководители и специалист по охране труда утверждали, что основными причинами падений являлись недостатки внимания и неосторожность рабочих, которые неправильно передвигались по листам фанеры (*«фундаментальная ошибка атрибуции»*). Например, специалист по охране труда заявил:

«Работник наступил на самый край листа фанеры палубы для бетонирования. В итоге лист перевернулся. Почему? Потому что работник наступил не туда».

Следует заметить, что специальной подготовки или инструктажа по «правилам передвижения по листам фанеры» работники не получали. И поразительно то, что сами работники объясняли свои падение через «спешку», «невнимательность»:

«Я укладывал листы фанеры, шёл и наступил на один лист не туда. Лист перевернулся, и я упал. Неприятно. Это спешка. Спешка - враг хорошего».

«Чтобы сделать правильный шаг, вам следует знать, что всегда нужно наступать на определённую часть листа. Нельзя отвлекаться. Если наступишь на опасное место, лист перевернётся, понимаете? Таким образом, вы всегда должны следить за тем, куда наступаете. Если кто-то спешит или, возможно, несёт лист фанеры, он может не увидеть, куда наступает, и провалиться. Он должен быть осторожным, немного заглядывать вперёд, вытягивая руки, отодвигая лист от себя, чтобы смотреть себе под ноги и медленно идти».

Жёсткий график работ (отсюда спешка работников); переноска больших листов фанеры, затрудняющих обзор; отсутствие инструктажей о существующих рисках и «правилах передвижения по листам фанеры» (в бригаду часто привлекали новеньких с других объектов, двое из них провалились) служили причинами, способствовавшими падениям с трёхметровой высоты. Но коренные причины лежали в организационных факторах: недостатки процесса управления изменениями (непроверенная на надёжность недавно разработанная, по сути, экспериментальная система опалубки), недостатки надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда (руководители и специалист по охране труда возлагали ответственность за происшествия на работников, игнорируя проблемы с надёжностью новой системы опалубки).

В культуре расследований, ориентированной на недостатки персонала, как показало данное исследование, сами потерпевшие начинают считать себя ответственными за несчастные случаи при наличии явных организационных недостатков. Рабочие винили себя в своих падениях. Поэтому они не обращались к руководству за тем, чтобы исправить новую систему опалубки, а научились ходить безопасно по щитам фанеры (достаточно знать "правильный способ ходьбы", чтобы не падать).

В случае с СЭМ-2 мы имеем аналогичную ситуацию. Когда надёжность применяемых электронных блокировок была поставлена под сомнение, руководство не предприняло своевременных усилий для восстановления этого важного барьера для безопасного производства переключений. Решение проблемы было переложено на плечи сменного

персонала. И когда этот важный физический барьер безопасности в очередной раз отказал, всю вину на себя взял СЭМ-2, объяснив случившееся своей «невнимательностью».

Итак, Комиссией было проведено расследование несчастного случая с СЭМ-2. Исходя из требований стандарта предприятия о расследовании производственных нарушений (*«должны быть выявлены конкретные виновники»*), а также ожиданий руководства, были определены причины и виновные в несчастном случае (СЭМ-2, СЭМ-1 и СИЭ), на которых были наложены дисциплинарные взыскания в виде выговора и лишения годового бонуса на 100%.

Но какова эффективность подобных мер? Устраняют ли они коренные причины происшествия? Нет. Такие меры могут только негативно повлиять на атмосферу открытости и доверия на предприятии [38], поскольку руководство знало о проблемах с электромагнитной блокировкой, но не предприняло мер для её решения. А когда очередной отказ блок-замка привёл к несчастному случаю, то вся вина была возложена на исполнителей, игнорируя роль организационных процессов, отвечающих за безопасность работ электромонтёров. Перекладывание всей ответственности на оперативный персонал, который допустил ситуационное нарушение, не устранило существующие организационные недостатки и не способствовало культуре справедливых отношений – организационной среде, признающей за человеком возможность ошибки, но при этом ясно и последовательно определяющей приемлемое («честные» ошибки) и неприемлемое (безрассудные нарушения) поведение (рис. 2) [9, 10, 12, 25, 39, 40].

Системный подход к расследованию несчастного случая с СЭМ-2 высветил недостатки существующих на предприятии программ сбора, учёта и анализа сообщений о небезопасных условиях, небезопасных действиях и потенциально опасных ситуациях [41]. Информация о проблемах с электромагнитной блокировкой была известна, зафиксирована в оперативных журналах. Но по ней не было предпринято никаких реальных шагов для решения. Напротив, в нарушение всех правил и требований была внедрена практика, когда электромонтёры могли самостоятельно деблокировать отказавшие блок-замки.

На основании официального расследования было подготовлено видео с действиями работников по деблокированию блок-замка ЛР ячейки 4 ПС 313 РУ-6 кВ (https://vk.com/video-225259308_456239442), в котором перечислены ошибки и нарушения оперативного персонала. Но при этом отсутствует объяснение, почему же очень опытный, проработавший без каких-либо замечаний свыше 26 лет электромонтёр самовольно, не остановив переключения, не поставив в известность СИЭ, нарушив все мыслимые требования и правила, «ломает блокировку ячейки 4»? Данное видео прекрасно характеризует культуру расследования, ориентированную на недостатки персонала, на

поиск и наказание виновных среди непосредственных исполнителей, игнорируя недостатки организационных процессов, обеспечивающих безопасность выполняемых работ.

Выводы

Культура расследования, нацеленная на поиск и наказание отдельных виновных, является показателем низкой культуры безопасности.

«Мы можем найти только то, что ищем». Ограничивая анализ поведением лишь вовлечённых в событие лиц, мы лишаемся возможности понять организационные проблемы, создавшие условия для совершения неправильных действий.

Неправильные действия персонала переднего края являются симптомами недостатков процессов и программ, предназначенных для создания и поддержания безопасных условий на рабочих местах.

Расследования событий, обусловленных человеческим фактором, основанные на системном подходе, коренными причинами чаще называют организационные проблемы, а не возлагают вину на персонал переднего края [7, 19, 26, 28, 34, 41–43].

Людам свойственно ошибаться, и наказывая отдельных исполнителей за неправильные действия из-за «невнимательности», «забывчивости», мы сохраняем небезопасные условия на рабочих местах (например, переутомление или ненадёжные блок-замки), которые в будущем могут спровоцировать новые события.

Корректирующие меры, связанные с наказанием и призывами быть осторожнее, внимательнее, имеют лишь весьма ограниченную эффективность и во многих случаях могут причинить больше вреда моральному климату в коллективе, атмосфере доверия и открытости, чувству самоуважения и справедливости [10, 12, 44].

Культура справедливых отношений, важная для формирования атмосферы доверия и открытости, для достижения эффективности программ учёта и анализа предвестников значимых событий [38, 41], строится на ясном различении в ходе расследования приемлемого (ответственность организации за событие) и неприемлемого поведения (ответственность индивида за событие). Для выполнения такой оценки и понимания причин действий персонала в ходе событий важно включать в состав Комиссий по расследованию специалистов по человеческому фактору [45–47].

Культура расследования, ограничивающая область поиска и анализа действиями исполнителей на переднем крае, не позволяет извлечь важные уроки и донести их до персонала других организаций. Действия электромонтёра, который взялся голый рукой за провод, находящийся под напряжением 7.2 кВ, или СЭМ-2, с помощью плоскогубцев сломавшего электромагнитную блокировку привода ЛР ячейки подстанции РУ-6 кВ,

совершенно бессмысленны, безумны и непонятны, если отсутствует понимание условий, в которых они выполнялись, и причины, которые к ним привели.

Список литературы

1. *Машин, В.А.* Формирование и развитие культуры безопасности на атомных станциях [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2016. – № 8. – С. 2–9.
2. *Kearns, M.* The Death of Lineman [Text] / M. Kearns // Sun Journal. – March 12, 2000. <http://web.archive.org/web/20250124190913/https://www.mkearnsreporter.com/DeathOfLineman.html>
3. *Pilcher, J.J.* Effects of sleep deprivation on performance: a meta-analysis [Text] / J.J. Pilcher, A.I. Huffcutt // Sleep. – 1996. – Vol. 19. – No. 4. – P. 318–326. <https://doi.org/10.1093/sleep/19.4.318>
4. *Williamson, A.M.* Moderate sleep deprivation produces impairments in cognitive and motor performance equivalent to legally prescribed levels of alcohol intoxication [Text] / A.M. Williamson, A.M. Feyerb // Occupational and Environmental Medicine. – 2000. – Vol. 57. – P. 649–655. <https://doi.org/10.1136/oem.57.10.649>
5. *Walsh, M.W.* As Hot Economy Pushes Up Overtime, Fatigue Becomes a Labor Issue [Text] / M.W. Walsh // The New York Times. – Sept. 17, 2000. <https://www.nytimes.com/2000/09/17/business/as-hot-economy-pushes-up-overtime-fatigue-becomes-a-labor-issue.html>
6. *Ross, L.* The intuitive psychologist and his shortcomings: Distortions in the attribution process [Text]: L. Ross. / In L. Berkowitz (Ed.) Advances in experimental social psychology. – Vol. 10. – New York: Academic Press. – 1977. – P. 173–220.
7. *Машин, В.А.* Культура безопасности: вопросы контроля и надзора [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2016. – № 8. – С. 2–9.
8. *Farley, M.* Nuclear Workers Appeared Unaware of Dangers [Text] / M. Farley // Los Angeles Times. – Oct. 7, 1999. <https://www.latimes.com/archives/la-xpm-1999-oct-07-mn-19738-story.html>
9. *Машин, В.А.* Повышение эффективности деятельности персонала АЭС [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2013. – № 5. – С. 2–10.
10. *Reason, J.* Managing maintenance error. A practical guide [Text]: J. Reason, A. Hobbs. – CRC Press. – 2009. – 183 p.
11. *Guidelines for safety investigations of accidents* [Text] / Working Group on Accident Investigation. European Safety Reliability and Data Association (ESReDA). – 2009. – 77 p. https://www.esreda.org/wp-content/uploads/2016/07/ESReDA_GLSIA_Final_June_2009_For_Download.pdf
12. *Reason, J.* Managing the Risks of Organizational Accidents [Text]: J. Reason. – Taylor & Francis. – 2016. – 272 p.

13. Dekker, S.W.A. Accidents are Normal and Human Error Does Not Exist: A New Look at the Creation of Occupational Safety [Text] / S.W.A. Dekker // International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. – 2003. – Vol. 9. – No. 2. – P. 211–218.
14. Lundberg, J. What-You-Look-For-Is-What-You-Find – The consequences of underlying accident models in eight accident investigation manuals [Text] / J. Lundberg, C. Rollenhagen, E. Hollnagel // Safety Science. – 2009. – Vol. 47. – No. 10. – P. 1297–1311.
15. Правила переключений в электроустановках [Текст] / Приказ Минэнерго РФ от 13.09.2018 № 757. – 117 с.
16. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок [Текст] / Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н. – 134 с.
17. Методические рекомендации по расследованию несчастных случаев [Текст] / Управление государственного надзора в сфере труда Федеральной службы по труду и занятости. – 2017. – 34 с.
18. Машин, В.А. О нарушениях в работе атомных станций, обусловленных человеческим фактором [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2012. – № 3. – С. 9–15.
19. Машин, В.А. Культура безопасности: инженерия человеческих факторов [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2022. – № 3. – С. 8–20.
20. Human Performance Tools for Workers. General Practices for Anticipating, Preventing, and Catching Human Error During the Performance of Work [Text] / INPO 06-002 Good Practice. – INPO. – April 2006. – 46 p.
21. Машин, В.А. Культура безопасности: методы предупреждения неверных действий человека [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2018. – № 2. – С. 2–12.
22. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования [Текст]: ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007. – М.: Росстандарт, 2013. – 28 с.
23. Manuele, F.A. ANSI/AIHA/ASSE Z10-2012: An Overview of the Occupational Health & Safety Management Systems Standard [Text] / F.A. Manuele // Professional Safety, April 2014. – P. 44–51.
24. Свод практических правил по охране труда при эксплуатации машин и механизмов [Текст]: Группа технической поддержки по вопросам достойного труда и Бюро МОТ для стран Восточной Европы и Центральной Азии. – МОТ, 2014. – 156 с.
25. Машин, В. А. Культура безопасности и система сбора, учёта, классификации и анализа событий низкого уровня [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2012. – № 8. – С. 20–28.
26. Машин, В.А. Культура безопасности: принцип организационного обучения [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2021. – № 10. – С. 34–50.

27. *Борисов, Р.К.* Анализ состояния систем оперативных блокировок безопасности на энергообъектах [Текст] / Р.К. Борисов, С.С. Жуликов, А.А. Уситвина // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2014. – № 1 (55). – С. 5–9.
28. *Машин, В.А.* Культура безопасности труда и охраны здоровья [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2020. – № 11. – С. 43–54.
29. *Human Factors Report on the Tenerife Accident* [Text] / Air Line Pilots Association of the United States. – 1978. – 97 p. <https://web.archive.org/web/20070927003718/http://www.project-tenerife.com/engels/PDF/alpa.pdf>
30. *Human Performance Reference Manual* [Text] / INPO 06-003, INPO. – 2006. – 146 p.
31. *Human Performance Improvement Handbook. Volume 1: Concepts and Principles* [Text] / USDOE-1028-2009, DOE. – 2009. – 175 p.
32. *Принципы эффективной работы персонала* [Text] / WANO GL 2002-02, БАО АЭС. – 2003. – 14 с.
33. *Managing Human Performance to Improve Nuclear Facility Operation* [Text] / IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-2.7, IAEA. – 2013. – 39 p.
34. *Машин, В.А.* Культура безопасности. Принципы анализа событий на АЭС [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2015. – № 9. – С. 39 – 48.
35. *NFPA 70E Standard for Electrical Safety in the Workplace* [Text] / National Fire Protection Association. – 2021. – 122 p. <https://fire-gas.com/storage/2024/06/NFPA-70-E-2021.pdf>
36. *Система управления для ядерных установок. Руководство по безопасности* [Текст] / Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GS-G-3.5, МАГАТЭ. – 2011. – 183 с.
37. *Filho, J.M.J.* Organizational factors related to occupational accidents in construction [Text] / J.M.J. Filho, E.D. Fonseca, F.P.A. Lima, F.J.C.M. Duarte // Work. – 2012. – No. 41 – P. 4130–4136. <http://dx.doi.org/10.3233/WOR-2012-0708-4130>
38. *Машин, В.А.* Культура безопасности: принцип атмосферы доверия в организации [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2018. – № 9. – С. 2–14.
39. *Managing Human Resources in the Field of Nuclear Energy* [Text] / IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-2.1. – IAEA. – 2009. – 103 p.
40. *Industrial Safety Guidelines for Nuclear Facilities* [Text] / IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-3.3. – IAEA. – 2018. – 264 p.
41. *Машин, В.А.* Культура безопасности: предвестники значимых событий [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2023. – № 3. – С. 34–48.
42. *Машин, В.А.* Культура безопасности: Система учёта опыта эксплуатации [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2017. – № 7. – С. 2–13.

43. *Машин, В.А.* Культура безопасности: Система учёта человеческого фактора [Текст] / В.А. Машин // Электрические станции. – 2017. – № 8. – С. 11–22.
44. *Основные принципы учёта человеческого фактора в руководстве по техническому обслуживанию воздушных судов* [Текст]: Дос 9824-AN/450. – Международная организация гражданской авиации (ИКАО). – 2003. – 230 с.
45. *НП-004-08* Положение о порядке расследования и учёта нарушений в работе атомных станций [Текст]: Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. – Приказ Ростехнадзора от 05.03.2011 N 103. – Ростехнадзор. – 2011. – 33 с.
46. *РД ЭО 1.1.2.01.0163-2016* Организация расследования значимых для безопасности и надёжности событий на атомных станциях. Положение [Текст]: АО «Концерн Росэнергоатом». – 2016. – 113 с.
47. *РД ЭО 1.1.2.09.0095-2010* Методические указания по анализу причин событий, значимых для безопасности и надёжности, пожаров, несчастных случаев, повреждений зданий и сооружений на атомных станциях [Текст]: АО «Концерн Росэнергоатом». – 2011. – 133 с.