

Культура безопасности: предвестники значимых событий

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

E-mail: mashin-va@mail.ru

На примерах из различных отраслей промышленности, транспорта и атомной энергетики рассмотрена важная роль программ учёта предвестников значимых событий для извлечения уроков из многочисленных потенциально опасных ситуаций и событий низкого уровня и предупреждения серьёзных инцидентов. Реализация программ учёта предвестников значимых событий способствует снижению риска причинения ущерба человеку, оборудованию, производственному процессу или окружающей среде, укреплению атмосферы доверия и открытости, а также развитию проактивного организационного обучения и высокой культуры безопасности. Рассмотрены барьеры для выявления и сообщения персоналом о потенциально опасных ситуациях и событиях низкого уровня, а также базовые принципы эффективного внедрения и развития программ учёта предвестников значимых событий. Представленный материал будет полезен при решении задач внедрения и поддержания программ учёта предвестников значимых событий как на АЭС, так и на других типах электростанций.

Ключевые слова: культура безопасности, программа учёта предвестников значимых событий, потенциально опасная ситуация, событие низкого уровня.

Когда на энергопредприятии не происходят значимые события (отклонения, нарушения или несчастные случаи, требующие обязательного учёта и уведомления управляющей компании и уполномоченных государственных органов для последующего официального расследования и принятия корректирующих мер), это не является показателем высокого уровня безопасности [1]. Всякий раз, когда отсутствие значимых событий придавало предприятию, компании или отрасли уверенность в своей надёжности и способности предвидеть проблемы и поддерживать барьеры глубокоэшелонированной защиты для любых отклонений и нарушений режимов нормальной эксплуатации, возникали новые непредвиденные проблемы, которые приводили к тяжёлым авариям или катастрофам.

Так, 25 сентября 1998 года произошла крупная авария на заводе по стабилизации сырой нефти компании Esso в Лонгфорде (Австралия). После ремонта теплообменников при подаче горячей нефти в предварительно непрогретое оборудование произошло разрушение сварных швов, что привело к взрыву и пожару. В результате погибло двое, и получили различные травмы 8 рабочих (экономические потери - около 800 млн. дол.). Основным показателем безопасности в компании Esso было число травм с временной потерей трудоспособности (LTI). В 1997 году компания стала победителем в Австралии по этому показателю (нулевые значения) и была удостоена отраслевой награды за

высокий уровень безопасности (5 млн. отработанных человеко-часов без травм) [2]. В ходе расследования аварии в Лонгфорде было выявлено одиннадцать нарушений Закона об охране труда и промышленной безопасности, на компанию был наложен рекордный для Австралии штраф в размере 2 млн. долл. Кроме этого, компания выплатила 32.5 млн. долл. предприятиям, которые понесли материальный ущерб в результате аварии.

На 3-й Международной конференции, посвящённой исследованиям человеческого фактора при эксплуатации АЭС (ICNPO-III, 8-10 сентября 1999 года, Япония), председатель Комиссии по ядерной безопасности Японии с гордостью отметил исключительно высокий уровень культуры безопасности на японских АЭС. На той же конференции председатель Центрального экологического совета и вице-председатель Форума атомной промышленности Японии предложил ввести новый раздел безопасности - "Anzen-do" (буквально - "путь безопасности"), как вклад уникального японского способа мышления и национальной традиционной культуры в обеспечении надёжности японских АЭС, имеющих 40-летнюю безаварийную историю эксплуатации [3]. Пройдёт менее 12 лет и 11 марта 2011 года весь мир облетит новость о радиационной аварии на АЭС Фукусима-1 с расплавлением ядерного топлива на трёх реакторах. Аварии будет присвоен максимальный, 7-й уровень по Международной шкале ядерных событий (INES). Из загрязнённых радиацией районов будут эвакуированы свыше 150 тысяч человек, которым эксплуатирующая компания ТЕРСО выплатит к 2015 году свыше 40 млрд. долл. По оценкам, полная ликвидация последствий аварии, включая демонтаж реакторов, займёт около 40 лет. В июле 2022 года суд Токио признает виновными пятерых бывших руководителей ТЕРСО (включая президента компании) в неспособности предотвратить аварию на АЭС Фукусима-1 и обяжет их возместить ущерб в размере около 95 млрд. долл. Менее чем через месяц после конференции ICNPO-III, 30 сентября 1999 года в ходе выполнения работ в здании опытной реконверсии радиохимического завода компании JCO в городе Токаймура (Япония) произошла авария с возникновением самопроизвольной цепной реакции, в ходе которой трое работников получили значительные дозы облучения (двое - смертельные) [4]. Инциденту был присвоен четвёртый уровень по шкале INES. Комиссия по расследованию установила, что на этом предприятии до радиационной аварии были достигнуты высокие показатели безопасности труда: в течение последних двух лет не было зарегистрировано ни одного несчастного случая. В связи с этим руководство компании рапортовало о высоком уровне культуры безопасности и надёжности производства на заводе в Токаймура. По результатам расследования аварии правительство Японии отзовёт у JCO лицензию на выполнение работ с урановыми

материалами, а компания полностью откажется от ядерных контрактов и закроет завод в Токаймура. К 2000 году компания выплатит по искам жителей Токаймура около 130 млн. долл.

6 марта 2002 года на крышке корпуса реактора АЭС Дэйвис-Бесси, остановленного по требованию Комиссии по ядерному регулированию США (NRC) для проведения ультразвукового контроля патрубков СУЗ (системы управления и защиты ядерного реактора), была обнаружена раковина объёмом 2050 см³ (отсутствовало 15,9 кг углеродистой стали). Разрушение распространилось вглубь крышки корпуса реактора, имеющей толщину 16,84 см, обнажив наплавку из нержавеющей стали толщиной 5,10÷7,97 мм, выполненную на внутренней стороне крышки. Как показал анализ, материал наплавки достиг предела текучести под действием давления теплоносителя первого контура и в любой момент мог разрушиться при работающем реакторе. Для обнаружения коррозии с крышки корпуса реактора потребовалось удалить около 408 кг твёрдых отложений борной кислоты. Коррозия была вызвана трещиной одного из патрубков СУЗ и не была своевременно обнаружена из-за принятой на АЭС практики игнорирования отложений борной кислоты на крышке для сокращения времени простоя реактора при перегрузке топлива (начиная с 1993 года работы по удалению борной кислоты с крышки корпуса реактора не проводились). Тем не менее, в своём ежегодном отчёте, выпущенном в апреле 2002 года, эксплуатирующая компания с гордостью заявила, что АЭС Дэйвис-Бесси смогла добиться в 2001 году значения КИУМ (коэффициента использования установленной мощности) равного 99,8%, достигнув самых верхних позиций в мире по этому ключевому показателю надёжности и безопасности АЭС (станция постоянно демонстрировала высокие показатели КИУМ). Инцидент 2002 года стоил эксплуатирующей компании судебных процессов и свыше 670 млн. долл. Лишь в марте 2004 года NRC предоставила согласие на возобновление работы АЭС Дэйвис-Бесси [5].

23 марта 2005 года на одном из крупнейших нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) компании British Petroleum (BP) в Техас-Сити (США) произошёл мощный взрыв, за которым последовал пожар. Погибло 15 работников, 180 получили травмы, три нефтеперерабатывающие установки были разрушены. В результате аварии BP выплатила по искам 2,1 млрд. долл. и 1 млрд. долл. был выделен компанией на последующее повышение безопасности НПЗ в Техас-Сити. Расследование установило, что НПЗ BP в Техас-Сити с 1997 года сделал ставку на поведенческий подход к обеспечению безопасности (Behavior-Based Safety - это процесс управления безопасным поведением людей, в котором действия работника рассматривают как основную причину несчастных

случаев и аварий). Были внедрены программы наблюдений за выполнением персоналом своих задач для предоставления немедленной обратной связи о наблюдаемых условиях и действиях, которые не соответствуют политике предприятия в области безопасности. В 2004 году почти весь персонал НПЗ ВР в Техас-Сити прошёл подготовку по безопасному поведению, было выполнено 48 тыс. поведенческих наблюдений. В результате показатель травматизма и заболеваемости на НПЗ ВР в Техас-Сити был в 8 раз ниже, чем в среднем на промышленных предприятиях США. Снижение этого показателя преподносилось компанией ВР как очевидный успех в области охраны труда и как признак повышения промышленной безопасности. Управление по охране труда США (OSHA) практически не проводило плановых проверок НПЗ, поскольку завод демонстрировал низкие показатели травматизма и заболеваемости. Уже после аварии в ходе своего расследования OSHA обнаружило свыше 300 фактов нарушения требований по охране труда на НПЗ ВР в Техас-Сити. Совет по химической безопасности США (CSB) по результатам расследования катастрофы пришёл к заключению, что уровень травматизма и заболеваемости является очень плохим показателем промышленной безопасности, а программы безопасности, основанные на поведении, можно считать ещё одним способом, которым компании не поощряют сообщения о травмах и манипулируют цифрами [6].

Исследования в различных отраслях промышленности и транспорта свидетельствуют, что любому значимому событию предшествуют многочисленные потенциально опасные ситуации (Near Misses) и события низкого уровня (Low Level Events), имеющие сходные наборы причинных факторов и отличающихся лишь наличием или отсутствием конкретных обстоятельств, которые определяют масштабы последствий [7–10] (рис. 1).

Во многих случаях руководство предприятий и организаций было информировано до аварии о потенциально опасных ситуациях и событиях низкого уровня, но необходимые корректирующие меры своевременно не предпринимались в угоду финансовых или производственных показателей:

- Расследование аварии 28 марта 1979 года на втором блоке АЭС Три-Майл-Айленд (ТМІ-2, США) выявило многочисленные события-предвестники, которые могли бы предупредить частичное расплавление активной зоны реактора, если бы они были должным образом рассмотрены, проанализированы и учтены разработчиками реакторной установки (компанией В&W), регулирующим органом и эксплуатирующей организацией. Например, во время аварии произошло заклинивание импульсного предохранительного устройства (ИПУ) компенсатора давления. Из-за противоречивой индикации состояния ИПУ, операторы не смогли своевременно диагностировать его

отказ, что привело к потере теплоносителя первого контура и расплавлению не менее 45% активной зоны реактора (лишь на 142-й минуте запорный клапан перед ИПУ был закрыт) [13]. Комиссия по расследованию установила, что до аварии на АЭС ТМІ-2 на реакторных установках компании В&W было зафиксировано девять случаев с заклиниваем ИПУ. Но причины отказа не были рассмотрены и устранены, а важная для операторов АЭС информация так и не была включена в программы подготовки [14].

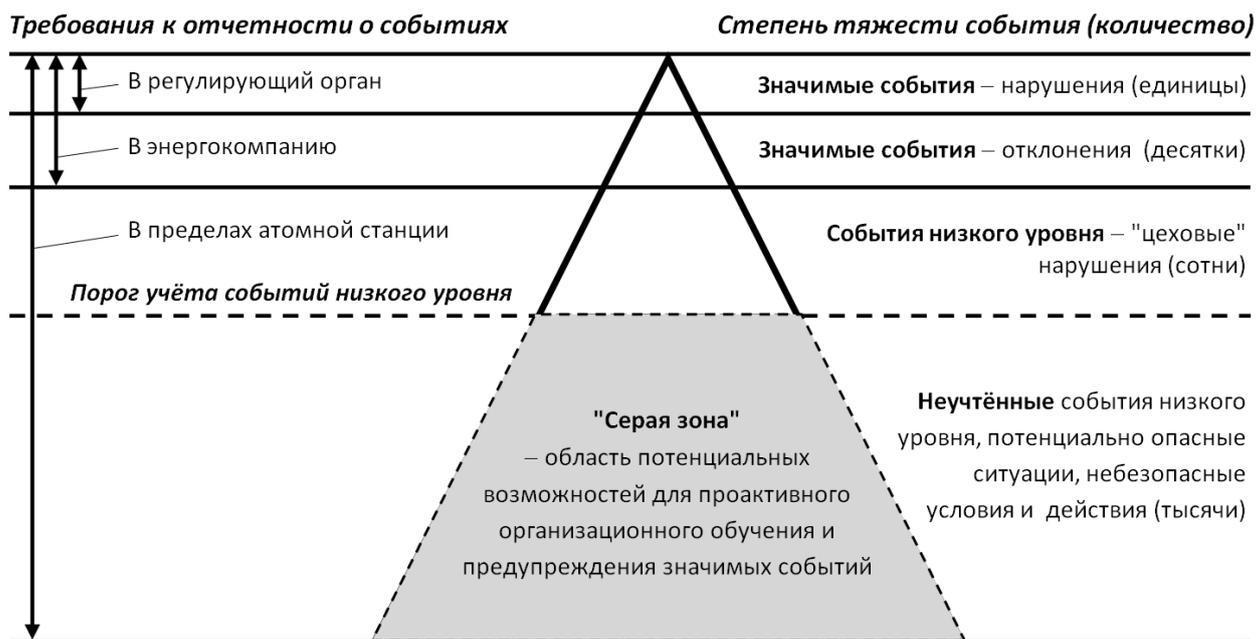


Рисунок 1. Пирамида тяжести событий на АЭС и требований к их учёту [11, 12].

- 28 января 1986 года произошла катастрофа космического многоразового корабля "Челленджер" из-за разгерметизации на 73-й секунде после старта уплотнительных колец правого твёрдотопливного ускорителя и прорыва струи горячих газов. Это вызвало взрыв внешнего топливного бака (высотой с десятиэтажный дом и вмещающего около 2 млн. литров жидкого кислорода и водорода), с последующим разрушением корабля и гибелью всех 7 астронавтов. В президентском отчёте об аварии были подробно описаны многочисленные случаи, когда после полётов инженеры фиксировали проблемы с узлами уплотнений секций твёрдотопливных ускорителей корабля, обусловленные температурой воздуха при запуске ниже +12 °С. Перед стартом температура скрытых от солнца секций правого твёрдотопливного ускорителя из-за рекордных ночных заморозков была ниже 0 °С. Проблемы с герметичностью соединений секций твёрдотопливных ускорителей будут решены после катастрофы [15].

- 5 октября 1999 года произошло лобовое столкновение двух пассажирских составов вблизи лондонского железнодорожного вокзала Паддингтон, в результате которого погиб 31 пассажир (включая двух машинистов) и более 400 получили травмы. Столкновение было вызвано проездом одного из поездов на запрещающий красный свет светофора SN120. Расследование показало, что в районе вокзала Паддингтон с февраля 1993 года по июль 1999 года было зафиксировано 67 случаев проезда на запрещающий красный свет светофора, из них 8 – для SN120 [16]. Трагедию можно было бы предотвратить системой автоблокировки (срабатывание тормозов при прохождении поезда на красный свет), которую не приняли как слишком дорогостоящую. Система будет внедрена уже после трагедии.
- 1 февраля 2003 года многоразовый космический корабль "Колумбия" сгорел в плотных слоях атмосферы при возвращении на Землю. Специально созданная Комиссия по расследованию катастрофы пришла к выводу, что причиной стало разрушение плитки наружного теплозащитного слоя на левой плоскости крыла орбитального аппарата, вызванное ударом оторвавшегося куска теплоизоляционной пены топливного бака при старте. Во время вхождения в атмосферу Земли, горячие газы проникли внутрь орбитального аппарата, вызвав взрыв и разрушение конструкции. Экипаж из 7 астронавтов погиб. Расследование установило многочисленные отчёты о мелких повреждениях плиток наружного теплозащитного слоя орбитального аппарата из-за падений на них кусков теплоизоляционной пены топливного бака при старте. Комиссия получила фотодоказательства воздействия кусков пены теплоизоляции на плитки теплозащитного слоя (что являлось нарушением требований к эксплуатации) для 65 стартов космических кораблей из 79. Специальная бригада рабочих занималась заменой таких плиток перед подготовкой кораблей к полётам. Уже после первого полёта "Колумбии" в 1981 году потребовалось заменить свыше 300 плиток [17]. Проблема повреждения теплозащитного слоя в итоге привела к закрытию программы многоразовых космических кораблей.
- Расследование взрыва 23 марта 2005 года на НПЗ ВР в Техас-Сити установило, что причиной аварии стало переполнение ректификационной колонны (высотой 51 м) низкооктановыми углеводородами (рафинатом) во время запуска установки изомеризации после плановых ремонтных работ. В процессе заполнения колонны рафинатом, для оптимизации запуска установки операторы превысили номинальный уровень жидкости (2 м), отключив предупредительную сигнализацию. Верхний предел измерения единственного датчика контроля уровня жидкости в колонне (введённой в

эксплуатацию в 1976 году) не превышал 2.7 м. Как установили эксперты, при уровнях рафината в колонне выше 3 м датчик начинал показывать значения ниже 2.7 м (так за 16 минут до взрыва фактический уровень жидкости в колонне составлял 48 м, а на дисплее у операторов высвечивалось значение 2.4 м). Согласно данным ЭВМ, в 13 из 16 предыдущих запусков установки изомеризации операторы превышали номинальный уровень жидкости в процессе заполнения колонны рафинатом. Каждый такой запуск потенциально мог закончиться катастрофой, но не один из них не был расследован [6].

Опыт, накопленный в различных отраслях промышленности, транспорта и атомной энергетики свидетельствует, что программы учёта и расследования редких значимых событий являются необходимой частью любой информационной системы по обеспечению безопасности, но сами по себе недостаточны для эффективного управления безопасностью [7, 18–20]. Опасные производственные объекты не могут позволить себе право учиться традиционным методом проб и ошибок и должны избегать самоуспокоенности, которая может возникнуть, если учиться только на своих успехах [21]. Поэтому многие организации стали развивать у себя программы учёта предвестников значимых событий (ПЗС), собирая и анализируя многочисленные сообщения о небезопасных условиях и действиях, о потенциально опасных ситуациях и событиях низкого уровня с целью извлечения уроков для предупреждения серьёзных инцидентов [22].

Ключевым моментом в развитии программ учёта ПЗС стало расследование катастрофы Boeing 727, рейс 514 авиакомпании TWA. 1 декабря 1974 года рейс 514 врезался в гору Маунт-Уэзер, в 46 км от Вашингтонского международного аэропорта. Погибли все 85 пассажиров и 7 членов экипажа [23]. В ходе расследования было установлено, что причиной катастрофы стала коммуникативная ошибка: неправильная интерпретация командиром рейса 514 сообщения от авиадиспетчера Вашингтонского международного аэропорта. Из-за сложных погодных условий (низкая облачность, дождь, местами мокрый снег), полёт проходил по приборам, следуя указаниям авиадиспетчеров. Командир рейса 514, получив разрешение от авиадиспетчера Вашингтонского международного аэропорта выполнить заход на посадку (минимальная высота полёта не была указана), интерпретировал сообщение, как право немедленно начать снижение до высоты 1800 футов (высота начального этапа захода на посадку). При этом авиадиспетчер полагал, что экипаж должен был руководствоваться имеющейся на борту схемой захода на посадку и сохранять минимальную высоту полёта 3400 футов пока не пересечёт гористую местность

(Голубой хребет), расположенную по маршруту рейса 514, и уже после этого приступить к снижению.

Комиссия по расследованию решила опросить все экипажи, которые прибыли в Вашингтонский международный аэропорт в день трагедии. Это позволило установить, что примерно за полчаса до катастрофы рейса 514 аналогичное разрешение от авиадиспетчера для выполнения захода на посадку по приборам ещё до пересечения Голубого хребта получил командир Boeing 727 авиакомпании American Airlines. Но приняв сообщение, командир дополнительно запросил у авиадиспетчера минимальную высоту полёта (3400 футов) и благополучно совершил посадку. В этот же день, через шесть часов после катастрофы рейса 514, другой лайнер авиакомпании TWA получил от авиадиспетчера разрешение выполнить по приборам заход на посадку без указания минимальной высоты полёта. Командир лайнера был хорошо знаком с рельефом местности на участке маршрута, поэтому приступил к снижению для захода на посадку уже после пересечения Голубого хребта.

Оба случая являются примерами потенциально опасных ситуаций, когда при наличии небезопасных условий (полёт по приборам и гористая местность) и небезопасного действия (отсутствие указаний авиадиспетчера о минимальной высоте полёта при выдаче разрешения на выполнение захода на посадку), действия пилотов (запрос у авиадиспетчера минимальной высоты полёта в первом случае и снижение для захода на посадку уже после пересечения Голубого хребта во втором) позволили избежать авиакатастрофы.

В ходе расследования Комиссия также установила, что в октябре 1974 года (за шесть недель до трагедии рейса 514) авиакомпания United Airlines получила сообщение от экипажа, который совершил посадку в Вашингтонском международном аэропорту (сообщение было направлено в программу добровольных сообщений по вопросам безопасности полётов, инициированную авиакомпанией в январе 1974 года). После приземления экипаж обсудил заход на посадку и пришёл к пониманию, что они снизились до высоты 1800 футов ещё до пересечения Голубого хребта. Командир следовал той же логике, что и командир рейса 514, упустив из виду минимальную высоту на этом участке маршрута, обозначенную на схеме захода на посадку. Потенциально опасная ситуация не переросла в авиакатастрофу лишь благодаря фактору случайности (счастливому случаю): возможно маршрут лайнера пролегал между вершинами гор или отсутствовала сильная турбулентность с потерей высоты воздушным судном (как в случае рейса 514).

После рассмотрения полученного от пилотов сообщения, авиакомпания United Airlines направила уведомление для своих лётных экипажей, в котором напомнила, что они должны руководствоваться минимальной высотой, указанной на схеме захода на посадку, прежде чем начинать снижение по приборам после получения разрешения от диспетчера (согласно действующим на тот момент инструкциям, диспетчеры не были обязаны сообщать о минимальной высоте пилотам при выдаче такого разрешения). Комиссия по расследованию отметила, что крайне важные напоминания, сделанные авиакомпанией United Airlines для своих экипажей, могли бы предотвратить катастрофу рейса 514, но они не вышли за её пределы, поскольку на тот момент отсутствовал механизм обмена подобной информацией между авиакомпаниями.

Потеря важной для безопасности полётов информации, доступной одной авиакомпании, но не доступной другим, стало толчком для создания в 1976 году Федеральным управлением гражданской авиации США (FAA) единой Системы добровольных сообщений о безопасности полётов (ASRS), в рамках которой к апрелю 2001 года было получено и обработано 500 тыс. сообщений, а в следующем году их количество превысило 558 тыс. [24]. Выявляемые пилотами, диспетчерами, техническим персоналом многочисленные ПЗС, которые в сочетании с другими факторами могут привести к серьёзным инцидентам или авариям, позволили аналитикам не только определять системные или организационные недостатки, но и анализировать способность людей обнаруживать отклонения и своевременно восстанавливать нормальную работу систем, предотвращая серьёзные инциденты [25]. Подобные системы добровольных сообщений позднее были реализованы в нефтегазовой промышленности, в железнодорожном транспорте, судоходстве и здравоохранении, а также в атомной отрасли [11, 12, 26, 27].

В 2000 году МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии) опубликовало требования безопасности NS-R-2 ("Безопасность атомных электростанций: эксплуатация") [28], отметив в п. 2.24 важность поощрения всех сотрудников станции сообщать о любых потенциально опасных ситуациях, имеющих отношение к её безопасности. В 2006 году МАГАТЭ выпустило "Основополагающие принципы безопасности" SF-1 [29], где одним из ключевых способов повышения безопасности указывалось выявление и анализ ПЗС в рамках организованного процесса учёта опыта эксплуатации и деятельности, с последующим принятием соответствующих мер (п. 3.17). В 2011 году МАГАТЭ подготовило специальные требования безопасности SSR-2/2 ("Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация") [30], в которых на

эксплуатирующую организацию возлагалась ответственность за развитие у персонала станции положительного отношения к информированию о ПЗС (п. 5.31). В 2018 году МАГАТЭ издало специальное руководство по безопасности SSG-50 ("Учёт опыта эксплуатации ядерных установок") [31], в котором подчеркнуло необходимость эксплуатирующих организаций учитывать в своих программах опыта эксплуатации все ПЗС (п. 2.23), поощрять персонал выявлять и сообщать о ПЗС (п. 2.27), а также определять и анализировать тенденции на основе ПЗС (п. 2.56) для извлечения уроков и предупреждения более значимых событий.

ПЗС, включающие в себя небезопасные условия и действия (бездействия), потенциально опасные ситуации и события низкого уровня, служат организациям с высокой культурой безопасности в качестве предупреждающих сигналов о возможных серьёзных инцидентах. Они не требуют обязательного учёта и расследования, но предоставляют бесценные возможности для проактивного организационного обучения [32] и своевременного предупреждения серьёзных инцидентов, имеющих аналогичные причинные факторы (рис. 2).

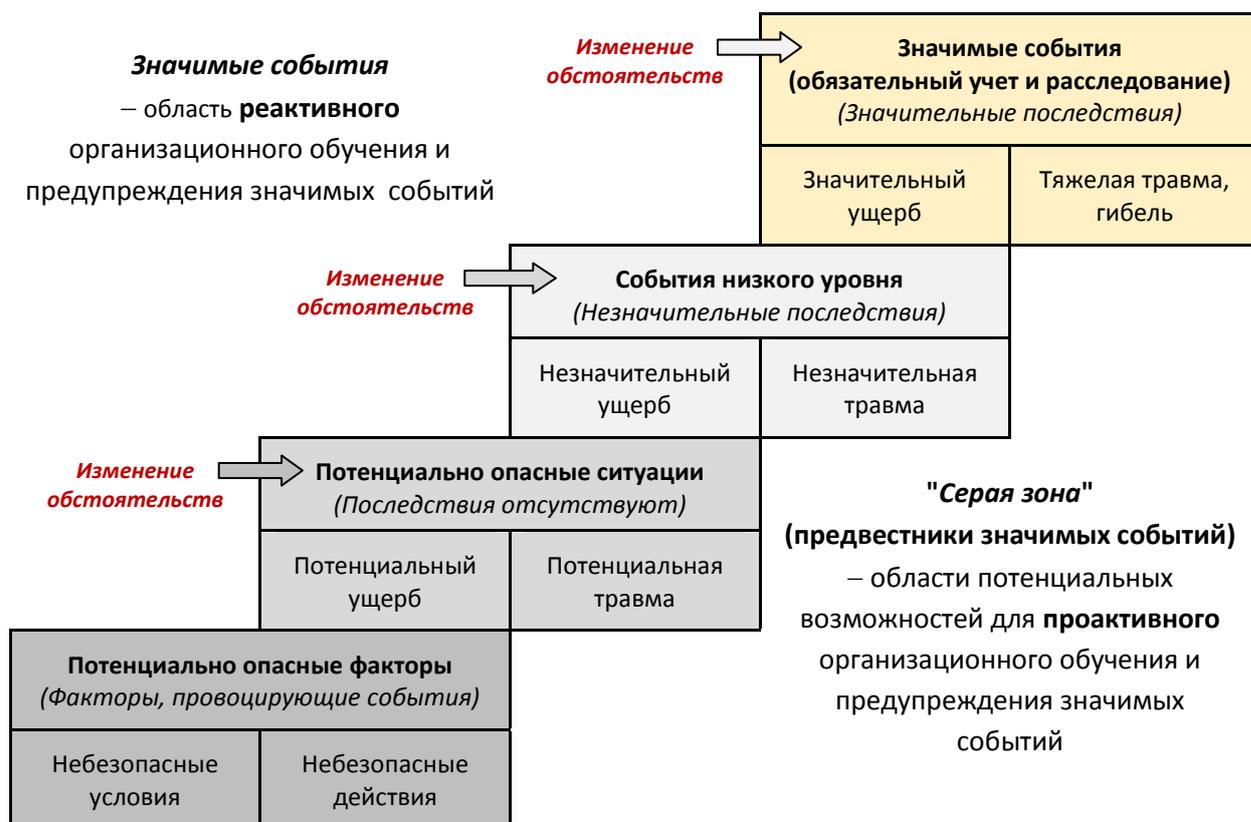


Рисунок 2. Области реактивного и проактивного организационного обучения для предупреждения значимых событий.

Приведём варианты возможных потенциально опасных ситуаций на примере сближения воздушных судов (ВС) в полёте:

- Пилот одного из ВС вовремя замечает опасное сближение, что потребовало выполнить уклонение по высоте (действия пилота предупредили столкновение).
- Авиадиспетчер замечает на своём мониторе конфликтную ситуацию между двумя ВС и даёт указание изменить курс (действия диспетчера предупредили столкновение).
- Система предупреждения столкновений ВС в воздухе предоставила пилоту прямые указания о действиях, необходимых для предотвращения столкновения (инженерно-технические средства предупредили столкновение).
- Пилот одного из ВС решил изменить высоту курса до момента возможного столкновения (роль фактора случайности).

Выражение "Near Miss" возникло в годы Второй мировой войны и первоначально означало взрыв авиационной бомбы в достаточной близости от корабля, чтобы повредить его корпус [33]. Позднее смысл выражения несколько изменился и им стали характеризовать ситуацию, в которой опасность или проблему едва удалось избежать (например, столкновение между автомобилями удалось избежать в последнюю секунду благодаря маневру уклонения, экстренному торможению или элементарному везению) [34]. В этом значении данный термин широко распространился в авиации, энергетике, промышленности, медицине.

В отечественных документах, касающихся вопросов безопасности АЭС и охраны труда, можно найти большое разнообразие перевода термина "Near Miss": "возможное, но реально не случившееся событие"; "случай/событие, близкое к ошибке/отказу/аварийной ситуации"; "опасное происшествие"; "едва произошедшее событие"; "событие, которое удалось избежать"; "почти случившееся/произошедшее событие/инцидент"; "предпосылка к инциденту"; "событие без последствий"; "угроза возникновения опасного события/аварийной ситуации/инцидента"; "потенциально опасная ситуация". Последний вариант наиболее точно отражает смысл термина "Near Miss".

Потенциально опасная ситуация - это совокупность небезопасных условий и действий (бездействий), которые не привели к событию (причинению ущерба человеку, оборудованию, производственному процессу или окружающей среде) только благодаря своевременным решениям или действиям, инженерно-техническим барьерам или фактору случайности. В одном из исследований 110 сообщений о потенциально опасных ситуациях при строительстве крупного медицинского объекта, серьёзные последствия

16.3% ситуаций были предотвращены различными барьерами безопасности (действиями персонала или инженерно-техническими средствами), а 83.7% - фактором случайности [35].

Потенциально опасные ситуации не имеют последствий для производства и безопасности, что отличает их от событий низкого уровня [36], но это не делает их менее ценными в качестве ПЗС. Выявление и анализ потенциально опасных ситуаций и событий низкого уровня являются ключевыми элементами определения и управления рисками до того, как работник получит травму, производство остановится, будет причинён ущерб оборудованию, имуществу или окружающей среде [37].

В основе потенциально опасных ситуаций, событий низкого уровня и значимых событий лежат общие причинные факторы (непосредственные и коренные), и лишь конкретные обстоятельства определяют масштаб последствий. Данный подход играет важную роль в обеспечении проактивного организационного обучения и служит основой программ учёта ПЗС, развиваемых в различных отраслях, включая атомную энергетику [11, 12, 27, 38, 39]. Эффективность реализации и развития программ учёта ПЗС обеспечивается следующими базовыми принципами культуры безопасности [40]:

1) Приверженность руководства ("*Слова подтверждаются делами*")

Приверженность руководителей всех уровней целям и задачам программы учёта ПЗС признаётся наиболее важным фактором внедрения организационных изменений, а также изменений поведения персонала, направленных на повышение безопасности [41–45]. Руководители должны участвовать в разработке и реализации программы, иметь чёткое представление об её структуре, достоинствах и потенциальных уязвимостях [1]. Высшее руководство не только декларирует цели и задачи программы, но и обеспечивает их достижение выделением необходимых ресурсов. Оно обеспечивает и контролирует участие в программе руководителей среднего и нижнего звена (специальная подготовка, выделение времени для сопровождения программы, оценка деятельности по реализации программы). Руководители должны принимать участие в обучающих семинарах по программе, подчёркивая важность для безопасности организации сообщений о ПЗС [37].

В одном из исследований были представлены результаты внедрения программы учёта ПЗС на двух предприятиях металлургической промышленности Дании [43]. На предприятии, где руководители демонстрировали приверженность программе, её внедрение сопровождалось ростом числа сообщений о событиях низкого уровня в 14.5 раз, о потенциально опасных ситуациях - с 0 до 1883 (в среднем, 1.8 сообщения на одного

рабочего в год). Через шесть месяцев реализации программы за увеличением числа сообщений о ПЗС последовало снижение показателя ЛТІ. На втором предприятии не удалось внедрить программу учёта ПЗС. Сообщений о потенциально опасных ситуациях не поступало. Отсутствовали значимые изменения показателя ЛТІ и событий низкого уровня. Основной причиной неудачи авторы исследования определили отсутствие приверженности руководства, которое поддержало идею внедрения программы, но так и не воплотило это решение в жизнь, в конкретные действия. После первых заявлений руководство перестало уделять программе должное внимание, обеспечивать её необходимыми ресурсами для анализа важных для безопасности сообщений и реализации необходимых корректирующих мер. В итоге сотрудники стали рассматривать программу как очередное увлечение руководства, к которому оно быстро потеряло интерес.

2) Вовлечённость сотрудников ("*Активное участие персонала в программе*")

Сотрудники должны быть мотивированы и заинтересованы сообщать о выявленных ПЗС, привлекаться к участию для последующего их рассмотрения. Например, в одном из исследований [37] в начале строительства на площадке вывешивалась статистика травматизма для всеобщего обозрения. После внедрения программы ПЗС, когда усилия были сосредоточены не на отсутствии несчастных случаев (что скорее стимулирует занижение показателей производственного травматизма [22]), а на безопасности выполнения работ, внимание было переключено на число сообщений о ПЗС, которое было прямым индикатором усилий и активности самих сотрудников в области безопасности. Строительные бригады хотели ежедневно знать, сколько было сообщений о небезопасных условиях и действиях, потенциально опасных ситуациях и событиях низкого уровня, и насколько хорошо они справлялись с предотвращением значимых событий. Именно такое внимание может создать среду, реально свободную от травм и других происшествий.

3) Атмосфера доверия и открытости ("*Свободное сообщение о выявленных проблемах*")

Для поощрения сообщений о ПЗС необходимо формировать атмосферу доверия и открытости на основе культуры справедливых отношений, в которой ясно установлена граница между приемлемыми и неприемлемыми (требующими дисциплинарных мер) действиями [46, 47]. Данный принцип имеет первостепенное значение для реализации всех программ, связанных с изменением поведения человека, включая сообщения о ПЗС [1, 38, 48]. Это то, что мы изначально ожидаем от зрелой культуры безопасности. Установлено, что одним из факторов, который способствует высокой чувствительности и внимательности к ПЗС в организациях высокой надёжности (HRO), является

информационная открытость: среда, способствующая свободному потоку информации о потенциальных рисках, доведения её до сведения ключевых лиц, принимающих решения, включая персонал "передней линии" и высшее руководство [1].

Рассмотрим пример, иллюстрирующий роль руководства в формировании атмосферы открытости и доверия, в котором матрос атомного авианосца ВМФ США во время проведения на корабле тренировочных полётов обнаружил, что потерял инструмент на взлётной палубе. Он знал, что, если инструмент засосёт в воздухозаборник реактивного двигателя, это может привести к катастрофе. Но он также знал, что признание в потере инструмента может остановить тренировочные полёты и грозить ему наказанием. Военный моряк доложил о своей оплошности командиру авиационной боевой части. Взлёты с авианосца были прекращены, а находящиеся в воздухе около дюжины боевых самолётов перенаправлены для посадки на сухопутные аэродромы (что повлекло за собой значительные дополнительные расходы). После этого командир приказал сотням экипажей выстроиться в шеренгу, чтобы прочесать каждый дюйм палубы. Инструмент был найден, а матрос не только не был наказан за свою оплошность, но и отмечен командиром перед строем за мужество в её признании [49].

В программе учёта ПЗС можно выделить ряд стадий, необходимых для выявления, сообщения и отбора важной для безопасности информации, с последующим анализом причин, принятием и реализацией мер по предупреждению серьёзных инцидентов (рис. 3).

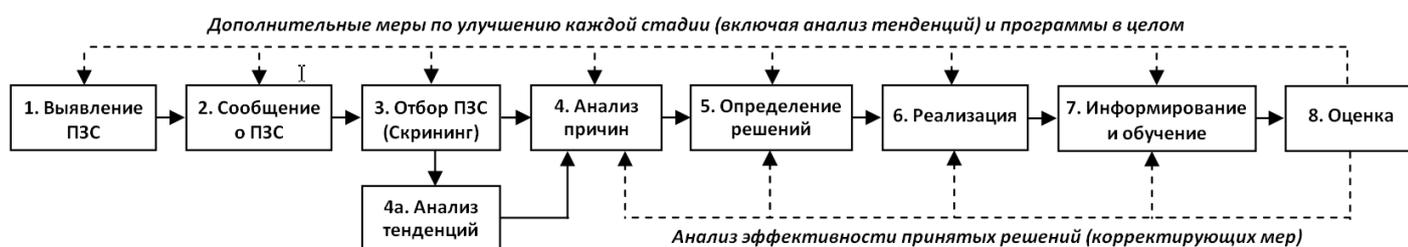


Рисунок 3. Основные стадии программы учёта предвестников значимых событий.

За счёт успешного выполнения каждой стадии программы достигается снижение риска возникновения значимых событий, предвестниками которых служат выявленные небезопасные условия и действия, потенциально опасные ситуации и события низкого уровня [50]. Рассмотрим барьеры, которые препятствуют выявлению и сообщению о ПЗС, снижая эффективность всей программы.

Стадия 1. Выявление предвестников значимых событий

Чтобы успешно распознавать ПЗС, персонал должен понимать суть небезопасных условий и действий, потенциально опасных ситуаций и событий низкого уровня, их роль в развитии значимых событий, а также связанные с ними риски причинения ущерба человеку, оборудованию, производственному процессу или окружающей среде. Отсутствие подготовки персонала по этим вопросам определяется в качестве одного из барьеров, препятствующих предоставлению сообщений о ПЗС [44, 45, 50]. Культура безопасности организаций высокой надёжности поощряет глубокое понимание ПЗС, облегчая обнаружение и исправление факторов, способных привести к аварии [1]. Отсутствие значимых последствий у потенциально опасной ситуации или у события низкого уровня – это лишь отсрочка смертельного выстрела при игре в "русскую рулетку". Слишком часто действующие на "переднем крае" исполнители отмечают после серьёзного инцидента, что "все знали об этой проблеме". Одна из задач программ учёта ПЗС состоит в том, чтобы своевременно собрать информацию о проблеме, "о которой мы все знаем", для последующего анализа и принятия решений, прежде чем она вызовет аварию или несчастный случай.

Крайне важно донести до персонала мысль, что если сегодня, благодаря обстоятельствам (например, "счастливому случаю"), потенциально опасная ситуация не имела последствий, завтра она может привести к тяжёлой травме или серьёзному материальному ущербу. Если действия оператора предупредили перерастание потенциально опасной ситуации в значимое событие, необходимо понять, почему был задействован этот барьер безопасности, и устранить причину, которая к этому привела, а также проинформировать других операторов, как следует действовать в подобной ситуации. Если кто-то может извлечь пользу для себя из информации оператора, о ней следует сообщить [50]. Персонал должен руководствоваться одним простым принципом: всё, что несёт риск причинения ущерба человеку, оборудованию, производственному процессу и окружающей среде, подлежит сообщению в программу учёта ПЗС для анализа и принятия соответствующих мер. Для примера, в программе ASRS пилотам и диспетчерам рекомендуется сообщать обо всём, что они считают важным для безопасности и эксплуатации полётов.

Стадия 2. Сообщение о предвестниках значимых ситуаций

Выявленная, например, потенциально опасная ситуация, может иметь лишь ограниченную ценность для работника, который её распознал, если о ней не будет

сообщено, чтобы провести требуемый анализ и принять соответствующие меры. Поэтому важно обеспечить сообщение и учёт всех выявленных ПЗС.

Например, система ASRS руководствуется следующими положениями для стадии сообщений о ПЗС [1, 48]:

- Добровольный, профессиональный характер сообщений;
- Чётко определённый иммунитет от дисциплинарных взысканий за предоставленную информацию, исключаящий "преднамеренные небезопасные действия";
- Гарантирование конфиденциальности с возможностью перезвонить для уточнения сообщения (доступ к персональным данным открыт только экспертам).

Ряд исследований позволил определить барьеры, препятствующие сообщению персоналом о ПЗС [1, 44, 45, 50, 51].

1) Возможные обвинения со стороны руководства, страх наказания и негативных последствий

Страх наказания является следствием господствующей культуры в организации, когда любое значимое событие требует поиска виновных [52, 53]. Когда расследования инцидентов не анализируют организационные факторы, не устраняют коренные причины в системе управления, а нацелены на определение человеческих ошибок с возложением основной ответственности на исполнителей "переднего края", с применением к ним дисциплинарных взысканий [1, 7]. В такой среде у сотрудников мало оснований для участия в добровольной программе сообщений о ПЗС, и получить информацию о небезопасных действиях и потенциально опасных ситуациях становится маловероятным [20, 37, 44, 54, 55].

Например, Комиссия по расследованию катастрофы космического шаттла "Челленджер" выявила серьёзную проблему после интервьюирования технических специалистов, работающих на орбитальном аппарате [15]. На предприятии существовала политика, которая освобождала специалистов от наказания за случайное повреждение орбитального аппарата во время обслуживания при условии, что о повреждении будет оперативно сообщено. Но затем эта политика иммунитета от наказания перестала соблюдаться. Специалисты привели примеры, когда сотрудники были наказаны после признания в случайном причинении ущерба. В итоге, сотрудники старались не сообщать о случайных повреждениях из-за недоверия к руководству и страха потерять работу.

Вместо поиска виновных с целью наказания, следует начать учиться на ошибках и переводить уроки в системные решения. Поскольку невозможно устранить все

человеческие ошибки, задача состоит в том, как сделать систему, во первых, менее способствующей ошибкам и, во вторых, более устойчивой к ним, предупреждая серьёзные последствия [1, 56]. Если сотрудники постоянно спотыкаются о ступеньку на лестнице, не пора ли перестать обвинять их в невнимательности, неосторожности, халатности, недобросовестности, небрежности, неосмотрительности, неуклюжести, а переключить внимание на эту ступеньку, высота которой выше предыдущих?

Негативные последствия сообщений о ПЗС для респондентов могут носить крайне изошрённый характер. Например, руководитель может раз за разом ставить работника на выполнение самой тяжёлой работы или крайне однообразных, вызывающих монотонию и скуку операций; возлагать лишь на него дополнительные обязанности, когда кто-то болеет или находится в отпуске; постоянно придирается к качеству выполненных им работ.

Начальный период реализации программы должен продемонстрировать следование руководства принципу предоставления иммунитета от наказаний лицам, сообщаящим о ПЗС. Согласно культуре справедливых отношений, от дисциплинарных мер не могут быть освобождены лица, злоупотребившие алкоголем или психоактивными веществами, фальсифицировавшие информацию, пытавшиеся осознанно причинить ущерб, а также преднамеренно нарушившие правила или процедуры, самоуверенно полагая, что смогут избежать последствий. За исключением этих случаев, сообщения в программу ПЗС никогда не должны приводить к "перекладыванию вины" на отдельных сотрудников [1, 7, 56]. В отчёте Национальной инженерной академии США приведён пример, когда чёткое определение ситуаций и событий, заслуживающих дисциплинарных взысканий (преднамеренные небезопасные действия), увеличило в 30 раз число сообщений о ПЗС в одном медицинском учреждении [1].

Согласно исследованиям W. G. Bridges [44], число сообщений о ПЗС может возрасти от 10 до 100 раз всего за один год, если руководство сумеет доказать своим сотрудникам, что не будет заниматься поиском виновных для последующего наказания. Например, в 1998 году в крупной бумажной компании США на один инцидент с ущербом для производства приходилось 0.2 сообщения о ПЗС. Руководством компании было принято решение увеличить число сообщений. На четырёх комбинатах компании было проведено обучение руководителей высшего звена и персонала о важности таких сообщений для безопасности и производства. Через шесть месяцев на трёх комбинатах соотношение значимых событий и сообщений составило 1:20. Благодаря анализу ПЗС и устранению коренных причин производственные убытки на этих комбинатах снизились почти на 95% по сравнению с предыдущим годом. На четвёртом комбинате не произошло увеличение

сообщений о ПЗС, поскольку директор комбината проводил политику обвинений и наказаний в отношении лиц, предоставивших сообщения. Производственные убытки также не сократились. Через девять месяцев директор этого комбината был заменён.

W. G. Bridges рассматривает соотношение числа серьёзных инцидентов к числу сообщений о ПЗС в качестве основного показателя доверия сотрудников к своему руководству [44]. Согласно данным М. Williamsen [37], если на каждую незначительную травму своего сотрудника (требующую небольшое лечение) организация не получает около 50 сообщений о потенциально опасных ситуациях и событиях низкого уровня, значит существуют серьёзные проблемы культуры безопасности, создающие барьеры для проактивного организационного обучения и извлечения уроков из таких ситуаций и событий. Данное соотношение может варьироваться для различных предприятий и отраслей. Например, в крупной американской металлургической компании Alcoa на один значимый инцидент (потеря продукции, остановка производства) приходится около 80 потенциально опасных ситуаций (не менее четырёх сообщений на каждого работника в месяц) [44]. Согласно Американской ассоциации по промышленной санитарии (АИНА), на каждую зарегистрированную травму приходится от 10 до 100 потенциально опасных ситуаций и событий низкого уровня [22].

Необходимо помнить, что любое наказание, не отвечающее культуре справедливых отношений и заявленному иммунитету от дисциплинарных взысканий, выступает сильнейшим демотивирующим фактором для предоставления персоналом сообщений о ПЗС, подрывая доверие к программе и руководству. Персонал будет активно участвовать в программе учёта ПЗС, если он считает её справедливой и направленной на обеспечение безопасной среды, а не поиска виновных [1].

При определении корректирующих мер по результатам рассмотрения таких сообщений, руководство должно также тщательно проанализировать, не воспринимаются ли они сотрудниками как наказание. В таких случаях следует искать альтернативные решения [50].

2) Давление со стороны коллег (упрёки, насмешки, угрозы)

Страх "потерять лицо", репутацию, поддержку и уважение тех, с кем постоянно работаешь, общаешься, получаешь помощь и советы. Какова будет реакция коллег, если описанная ситуация выставляет группу или руководителя в плохом свете ("*не надо было высовываться*"), если результатом рассмотрения сообщения будут дополнительные рабочие задачи для группы, обязательное использование громоздких СИЗ при

выполнении работ ("*ничего было шум подымать*") [37]? Кроме этого, допущенная ошибка может вызывать у человека смущение, неловкость, стыд и чувство вины перед товарищами [51–53]. Исследования доказывают, что негативное отношение коллег к сообщениям о потенциально опасных ситуациях и событиях низкого уровня может иметь большее значение, чем даже отсутствие признания [37, 45].

3) Ощущение бесполезности, тщетности усилий

Общее мнение, что предоставление сообщений о ПЗС – это пустая трата времени. Убежденность, что ничего не будет сделано, поскольку руководство игнорирует сообщения. Никто толком сообщениями не занимается и не собирается предпринимать каких-либо мер для решения проблем. Ведь потенциально опасные ситуации не оставляют травм или повреждённое оборудование, а последствия событий низкого уровня крайне незначительные. Кроме этого, часто просто нет никаких доказательств того, что они вообще имели место. Руководителям, у которых и так хватает обязанностей, часто желательно их проигнорировать. Они могут полагать, что если последствий не было, значит, персонал успешно справился с ситуацией и система устойчива к возможным отклонениям и нарушениям. С другой стороны руководителей может напрягать большое число сообщений о ПЗС от своих подчинённых, особенно, если вышестоящее руководство негативно реагирует на рост таких сообщений. В этих случаях руководители могут негативно воспринимать сообщения о потенциально опасных ситуациях и событиях низкого уровня, "сигнализирующих о низкой эффективности их работы" [37]. Кроме этого во время нормальных режимов эксплуатации руководители в большей степени уделяют внимание техническим отказам и состоянию оборудования. Внимание к небезопасным условиям и действиям, которые имели место в потенциально опасных ситуациях или событиях низкого уровня, резко возрастает лишь при возникновении значимого события, обусловленного человеческим фактором [7].

В итоге у работников нет оснований полагать, что их сообщения будут восприняты должным образом и по ним будут приняты меры. Нет ничего более разочаровывающего, когда "опускаются руки", одолевает досада от собственного бессилия и неверия в свои силы, чем сообщить о чём-то важном, чтобы потом узнать, что никаких ответных мер не было предпринято [37].

4) Отсутствие положительных стимулов, поощряющих сообщение

Положительная мотивация не ограничивается программами материального поощрения за сообщения о ПЗС. Ряд предприятий отказались от использования программ

материального поощрения для этих целей. Их основные усилия направлены на создание атмосферы доверия [45], на предоставление своевременной обратной связи респондентам о ходе рассмотрения их сообщений и принятых мерах [48], на привлечении этих лиц к анализу причин и выработке решений по их устранению [45]. Положительный опыт, извлечённые уроки из ПЗС распространяются среди всего персонала, снижая риски и предупреждая развитие значимых событий. Такое проактивное организационное обучение, повышающее безопасность людей, оборудования, производства, окружающей среды, является мощным мотивационным фактором предоставления сообщений о ПЗС. В ряде случаев оправданно признание руководством индивидуальных вкладов в программу учёта ПЗС.

5) Ожидания руководства по программе скорее демотивируют сотрудников

На одной зарубежной АЭС была разработана и внедрена программа сообщений о ПЗС [7]. Персонал станции прошёл соответствующую подготовку по выявлению и сообщению о них. Программа требовала анализа всех сообщений, которые классифицировались по трём классам потенциальной значимости для безопасности. За короткое время при поддержке руководства программа завоевала уважение среди персонала, который свободно сообщал о ПЗС, что в итоге позволило достичь значительных улучшений надёжности деятельности персонала и повысить устойчивость системы к ошибкам. Через несколько лет прошла реорганизация в управляющей компании, новое руководство приняло решение оценивать эффективность работы станции через сокращение регистрируемых малозначимых событий. Результат был мгновенным и впечатляющим. Число сообщений о событиях низкого уровня снизилось на 50% в первый месяц и продолжило снижаться. Сообщения о потенциально опасных ситуациях почти полностью прекратились. Никто из сотрудников не хотел ставить под удар своё положение и должность. Хорошо функционирующая программа сообщений о ПЗС была разрушена недалёковидной новой политикой в области оценки эффективности работы станции, и доверие к ней персонала было подорвано.

Высшее руководство, согласно W. G. Bridges [44], должно быть очень обеспокоено, когда существует незначительное число сообщений о ПЗС, поскольку это означает, что недостатки в системах управления не обнаруживаются и не исправляются. Согласно данным J. S. Carroll, типичная АЭС, внедрившая программу учёта ПЗС, выявляет более 2000 потенциально опасных ситуаций или событий низкого уровня в год, 90% из которых были бы ранее просто проигнорированы [1].

Рост сообщений должен быть одной из целей внедрения и развития программы учёта ПЗС. Например, компания Airservices Australia (организация воздушного движения в Австралии) в своём ежегодном отчёте за 2006 год посчитала увеличение более чем на 300% за последние пять лет сообщений диспетчеров аэропортов о потенциально опасных ситуациях не как снижение стандартов обслуживания ВС, а как отражение организационной культуры, которая признаёт важность предоставления подобной информации для определения стратегий предупреждения значимых событий [57].

Следует также учитывать, что цели безопасности, устанавливаемые с точки зрения количества нежелательных событий (например, нулевой уровень травматизма), с поощрением персонала, работающего без происшествий, неминуемо приводят к занижению отчётности по важным для безопасности событиям [56].

6) Принятие риска персоналом "переднего края"

Приемлемость риска на уровне исполнителя может основываться на двух позициях: *"Потенциально опасные ситуации являются частью моей работы и не могут быть устранены"* и *"Я справлялся с подобными ситуациями раньше, и в будущем со мной ничего не случится"* [58]. Например, как показало расследование катастрофы космического шаттла "Колумбия", инженеры и менеджеры считали, что отрыв кусков пенной теплоизоляции топливного бака при старте является чем-то неизбежным, а серьёзные последствия от удара по плиткам теплозащитного слоя орбитального корабля крайне маловероятным, чтобы поставить под угрозу безопасность выполнения полёта [17]. В исследовании Т. van der Schaaf и L. Kanse [51] операторы химического предприятия сообщили лишь о 10% потенциально опасных ситуаций и событий низкого уровня в своей работе. Они считали не стоящими внимания ситуации с хорошо известными для их коллег рисками, поскольку сообщения о них имели минимальный обучающий потенциал (*"об этом и так все знают"*). Кроме этого они полагали, что излишне сообщать о возникшей проблеме, если сами могут её устранить (*"сам допустил ошибку, сам исправил"*). В конечном счёте, если последствий не было, ситуацию можно считать неважной. Но практика доказывает, что принцип *"всё хорошо, что хорошо кончается"* несовместим с тем, как должны функционировать организации высокой надёжности [51].

7) Потеря рабочего времени, желание избежать задержек в работе

Предоставление сообщения о ПЗС может рассматриваться как дополнительная рабочая нагрузка в условиях, когда специалист и так перегружен текущими задачами и времени

хронически не хватает. Часто это ведёт к задержке сообщения о ПЗС, отсутствию принятия своевременных мер и росту риска возникновения значимого события. М. Williamsen привёл в своей статье [37] случай с мастером, который на строительной площадке заметил кусок арматуры, торчащий из земли. Мастер спешил по срочным делам и решил принять необходимые меры позднее. Но когда он освободился и вернулся к опасному куску арматуры, рядом с ним он обнаружил тяжелораненого коллегу. Поэтому в ходе различных форм обучения следует добиваться понимания персоналом важности своевременного сообщения о ПЗС для принятия надлежащих мер.

8) Отказ от принципа добровольного предоставления сообщений

Сотрудникам предписывают сообщать определённое число ПЗС, иначе это может сказаться на оценке их деятельности. Более того, несообщение о потенциально опасном событии или событии низкого уровня может повлечь дисциплинарные взыскания [22]. Такие решения скорее демотивирует персонал и на фоне нужного объёма сообщений, их ценность и значимость для безопасности резко снижается. Интерес к программе падает, сама программа приобретает формальный характер. Следует помнить, что люди будут сообщать о ПЗС, если они чувствуют некоторую внутреннюю ценность этих сообщений для улучшения безопасности и производства [48]. Люди не будут сообщать просто потому, что есть политика или указания руководства, согласно которым им следует это делать. Поэтому необходимо признать ошибочность требований об обязательности сообщений и поощрять принцип добровольности [1].

Отдельно следует остановиться на вопросе анонимности и конфиденциальности сообщений. Различные исследования предлагают использовать возможность для анонимного сообщения в начальный период реализации программы, когда сотрудники могут испытывать понятные опасения по поводу возможных дисциплинарных мер. По мере роста доверия к программе, число анонимных сообщений должно сокращаться, что важно для проведения углублённого анализа и возможности получения дополнительной уточняющей информации [48]. Сама доля анонимных сообщений в общем количестве может выступать показателем атмосферы доверия и открытости в организации. Другим показателем этого важного для формирования и развития культуры безопасности принципа выступает число сообщений о собственных небезопасных действиях (ошибках, нарушениях правил), ставших причинами потенциально опасных ситуаций или событий низкого уровня [59].

9) Форма для сообщения запутанная, требует много времени для заполнения

Необходимо специально разработать и апробировать форму (бумажную и/или электронную), которая была бы удобной и простой для быстрого заполнения, не требующей много времени и не вызывающей затруднений после небольших пояснений [45, 48]. Форма должна найти поддержку среди сотрудников, воспринимающих её как средство, помогающее лаконично, но достаточно полно изложить сообщение для последующего рассмотрения. Следует также предусмотреть доступность бумажных или электронных форм для предоставления сообщений о ПЗС.

На каждой стадии программы учёта ПЗС может происходить потеря потенциала для проактивного организационного обучения. Важно осуществлять постоянный мониторинг эффективности отдельных стадий, наряду с регулярными внутренними и независимыми оценками реализации программы в целом.

Увеличение числа зарегистрированных ПЗС после 6-12 месяцев реализации программы является первым показателем успешности её внедрения и эффективности стадий выявления и сообщения о ПЗС [22]. Например, внедрение программы учёта ПЗС железнодорожной компанией Chiltern Railways (Великобритания) привело к росту числа сообщений почти в 70 раз [45]. Внедрение программы учёта ПЗС в ряде медицинских учреждений США (по инициативе Министерства по делам ветеранов) увеличило долю сообщений о потенциально опасных ситуациях при оказании медицинских услуг с 0.05% до 95% [1].

Долгосрочный эффект использования программы учёта ПЗС дополнительно выражается в снижении показателей травматизма и росте производственных показателей:

- После внедрения программы учёта ПЗС в нефтегазовом секторе норвежской компании Norsk Hydro, на одном из её предприятий число зарегистрированных потенциально опасных ситуаций увеличилось с 0 в 1985 году до 1800 в 1997 году (около 0.5 сообщений на одного работника в год). Рост числа сообщений сопровождался снижением показателя LTI на 75%. На другом предприятии компании за семь лет число сообщений возросло в 10 раз, а показатель LTI снизился на 60% [60].
- Внедрение программы учёта ПЗС в нефтяной компании из Саудовской Аравии привело к увеличению числа сообщений о ПЗС до 2000 в год при 25 значимых инцидентах (соотношение 80:1). Проанализировав причины около 500 сообщений (25%), компания смогла сократить число значимых инцидентов с 65 до 25 за два года

и, что очень важно, её производственные убытки за тот же период сократились более чем на 90% [61].

- Крупная строительная компания США реализовала программу учёта ПЗС при строительстве электростанции. В начале реализации программы число зарегистрированных потенциально опасных ситуаций составляло в среднем 1 или 2 в месяц (около 0.005 сообщений на одного сотрудника). Через три месяца число сообщений увеличилось почти в 40 раз. Этот показатель продолжил расти и более чем в 100 раз превысил значения при запуске программы (около 0.6 сообщений на одного сотрудника). Благодаря этой программе за 18 месяцев строительных работ компания отработала 3.1 млн. часов без травм (LTI = 0). Также она позволила укрепить атмосферу доверия и открытости в компании, вовлечь и поощрить сотрудников к выявлению и контролю ранее неизвестных или "приемлемых" рисков, а также повысила авторитет руководства через видимые позитивные решения и действия [37].
- Крупная химическая компания SABIC (Саудовская Аравия) решила оценивать безопасность своих дочерних компаний не по количеству значимых инцидентов или травм, а по соотношению зарегистрированных сообщений о ПЗС к числу значимых событий. В результате в течение года одна из дочерних компаний достигла соотношения 77:1 и добилась при этом сокращения производственных убытков примерно на 90% [44].
- Целью исследования на одном из предприятий американской компании Delta Star (производство силовых трансформаторов и мобильных модульных подстанций) было определение краткосрочного влияния внедрения программы учёта ПЗС на число регистрируемых несчастных случаев [62]. Если в течение шести месяцев до начала реализации программы было зарегистрировано 25 несчастных случаев (в среднем четыре за месяц), то за тот же период после начала реализации – девять (снижение на 64%, к концу периода - только один несчастный случай за месяц).

Важная задача, которую решают успешные организации при внедрении программы учёта ПЗС, это борьба с самоуспокоенностью, порождаемой многолетними успехами в области безопасности. Именно этим руководствовалась голландская химическая компания, которая решила внедрить программу учёта ПЗС на одном из своих заводов по производству ароматических углеводородов [63]. Завод демонстрировал отличные показатели в области охраны труда: 16 лет (примерно 5 млн. человеко-часов) работы с нулевым уровнем производственного травматизма. Но руководство компании полагало,

что длительный период работы предприятия без серьёзных травм (запаздывающий показатель безопасности) означает, что система управления безопасностью не имеет обратной связи в отношении скрытых (латентных) проблем. Значительное количество несущественных ошибок и отказов происходит без какого-либо систематического понимания их причин, которые рано или поздно могут привести к серьёзным травмам или инцидентам. Ещё одним поводом для беспокойства со стороны руководства компании было опасение, что после длительного времени работы без травм, люди начинают меньше заботиться о безопасности во время выполнения работ, проявляют самоуспокоенность и теряют бдительность к опасностям на своих рабочих местах [7, 32]. Благодаря внедрению программы количество сообщений о ПЗС (опережающий показатель безопасности) уже в начальный период возросло в 3 раза, достигнув 100-120 сообщений в год. Около половины их составляли сообщения о потенциально опасных ситуациях, остальные – о незначительных травмах с оказанием первой помощи (события низкого уровня).

Выводы

Системы учёта и расследования редких значимых событий (нарушений и отклонений от режимов нормальной эксплуатации) являются необходимой частью любой информационной системы безопасности, но сами по себе недостаточны для обеспечения эффективного управления безопасностью [7]. Многочисленные потенциально опасные ситуации и события низкого уровня для организаций с высокой культурой безопасности служат предвестниками значимых событий и предоставляют широкие проактивные возможности для извлечения уроков, которые они используют для избежания более серьёзных и редких событий [38].

Комитет Национальной инженерной академии США (NAE), в рамках реализации проекта "Предвестники аварий", пришёл к выводу, что программа учёта ПЗС может быть и часто является экономически эффективной. Затраты, связанные с достижением снижения рисков с помощью этой программы, намного ниже, чем предполагаемые затраты при её отсутствии, когда предвестники систематически не анализируются, а риски сохраняются [1].

Мы никогда не сможем точно сказать, сколько инцидентов и несчастных случаев было предотвращено за счёт внедрения или улучшения программы учёта ПЗС. Но организации, в которых наблюдалось резкое увеличение числа сообщений о ПЗС, отмечали последующее резкое сокращение производственных убытков и других расходов [44].

Такие отрасли, как ядерная энергетика, химическая промышленность, авиация, подвержены авариям, которые могут быть настолько серьезными, но и настолько редкими, что преимущества сбора и анализа многочисленных ПЗС становятся неоспоримыми.

Долгосрочной целью развития программ учёта ПЗС должен стать обмен конфиденциальной информацией относительно потенциально опасных ситуаций и событий низкого уровня между предприятиями и отраслями промышленности, транспорта и медицины для повышения потенциала проактивного организационного обучения на основе внешнего опыта [1].

Список литературы

1. *Accident Precursor Analysis and Management: Reducing Technological Risk Through Diligence* [Text] / J. R. Phimister, V. M. Bier, H. C. Kunreuther (Eds). – The National Academies Press, 2004. – 220 p.
2. *Hopkins, A. Lessons from Longford: The Esso Gas Plant Explosion* [Text] / A. Hopkins // CCH Australia Ltd, 2000. – 8 p.
3. *Tsuchiya, S. An Analysis of Tokaimura Nuclear Criticality Accident: A systems approach* [Text] / S. Tsuchiya, A. Tanabe, T. Narushima, K. Ito, K. Yamazaki // Proceedings of the 19th International Conference of the System Dynamics Society. July 23-27, 2001. – Atlanta, Georgia USA, 2001. – 10 p. – (https://proceedings.systemdynamics.org/2001/papers/Tsuchiya_1.pdf)
4. *Машин, В. А. Культура безопасности: вопросы контроля и надзора* [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2016. – № 9. – С. 2–12.
5. *Машин, В. А. Культура безопасности: Анализ коренных причин* [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2018. – № 11. – С. 2–14.
6. *Refinery Explosion and Fire. BP, Texas City, Texas. March 23, 2005* [Text]: CSB Investigation Report No. 2005-04-1-TX. – Washington: Chemical Safety Board, 2007. – 341 p. – (<https://www.csb.gov/file.aspx?DocumentId=5596>)
7. *Near miss reporting as a safety tool* [Text] / T. W. van der Schaaf, D. A. Lucas, A. R. Hale (Eds.) // Butterworth-Heinemann, 1991. – 152 p.
8. *Van Vuuren W. Organisational failure: an exploratory study in the steel industry and the medical domain* [Text] / W. van Vuuren // The Netherlands: Eindhoven University of Technology, 1998. – 161 p.

9. *Drupsteen, L.* What is learning? A review of safety literature on learning from incidents [Text] / L. Drupsteen, F. W. Guldenmund // *Journal of Contingencies and Crisis Management.* – 2014. – Vol. 22, No. 2. – P. 81–96.
10. *Industrial Safety Guidelines for Nuclear Facilities* [Text]: IAEA Nuclear Energy Series, No. NP-T-3.3. – IAEA, 2018. – 264 p.
11. *Отслеживание тенденций низкоуровневых событий и случаев, близких к ошибкам, с целью улучшения состояния безопасности на атомных электростанциях* [Текст]: IAEA-TECDOC-1477. – МАГАТЭ, 2005. – 78 с.
12. *Low level event and near miss process for nuclear power plants: Best practices* [Text]: IAEA Safety Reports Series, No 73. – IAEA, 2012. – 104 p.
13. *Машин, В. А.* Культура безопасности: система учёта опыта эксплуатации [Текст] / В. А. Машин // *Электрические станции.* – 2017. – № 7. – С. 2–13.
14. *The Need for Change: The Legacy of TMI* [Text]: Report of the President's Commission on the Accident at Three Mile Island. – Washington: Government Printing Office, 1979. – 178 p. – (<http://large.stanford.edu/courses/2012/ph241/tran1/docs/188.pdf>)
15. *Report of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident* [Text]: The Rogers Commission Report, Vol. I. – Washington: Government Printing Office, 1986. – 263 p. – (https://sma.nasa.gov/SignificantIncidents/assets/rogers_commission_report.pdf)
16. *The Ladbroke Grove Rail Inquiry. Part 1 Report* [Text]: The Rt Hon Lord Cullen PC. – HSE Books, 2001. – 298 p. – (https://www.railwaysarchive.co.uk/documents/HSE_Lad_Cullen001.pdf)
17. *Columbia Accident Investigation Board* [Text]: CAIB Report, Vol. I. – Washington: Government Printing Office, 2003. – 248 p. – (http://govinfo.library.unt.edu/caib/news/report/pdf/vol1/full/caib_report_volume1.pdf)
18. *Van der Schaaf, T.W.* Near-Miss reporting in the chemical process industry: An Overview [Text] / T.W. van der Schaaf // *Microelectronics Reliability.* – 1995. – Vol. 35, No. 9–10. – P. 1233–1243.
19. *Jones, S.* The importance of near-miss reporting to further improve safety performance [Text] / S. Jones, C. Kirchsteiger, W. Bjerke // *Journal of Loss Prevention in the Process Industries.* – 1999. – Vol. 12, No. 1. – P. 59–67.

20. *Reason J.* Managing the Risks of Organizational Accidents [Text] / J. Reason // Taylor & Francis, 2016. – 272 p.
21. *Barriers to learning from incidents and accidents* [Text]: ESReDA guidelines. – European Safety, Reliability & Data Association, 2015. – 45 p.
22. *How to improve safety climate on your construction site. Guidance Document* [Текст]: American Industrial Hygiene Association, 2017. – 36. p.
23. *Aircraft Accident Report: Trans World Airlines, Inc. Boeing 727-231, N54328, Berryville, Virginia, December 1, 1974* [Text]: NTSB-AAR-75-16. – National Transportation Safety Board, 1975. – 111 p. – (<http://libraryonline.erau.edu/online-full-text/ntsb/aircraft-accident-reports/AAR75-16.pdf>)
24. *ASRS: The Case for Confidential Incident Reporting Systems* [Text] / NASA ASRS Pub. 60. – NASA, 2001. – 7 p.
25. *Accident Precursor Analysis and Management: Reducing Technological Risk Through Diligence* [Text] / J. R. Phimister, V. M. Bier, H. C. Kunreuther (Eds). – The National Academies Press, 2004. – 220 p.
26. *Best Practices in Identifying, Reporting and Screening Operating Experience at Nuclear Power Plants* [Text]: IAEA-TECDOC-1581. – IAEA, 2007. – 75 p.
27. *Best practices in the management of an operating experience programme at nuclear power plants* [Text]: IAEA-TECDOC-1653. – IAEA, 2010. – 46 p.
28. *Безопасность атомных электростанций: эксплуатация. Требования безопасности* [Текст]: Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № NS-R-2. – МАГАТЭ, 2003. – 49 с.
29. *Основополагающие принципы безопасности. Основы безопасности* [Текст]: Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № SF 1. – МАГАТЭ, 2007. – 34 с.
30. *Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация. Конкретные требования безопасности* [Текст]: Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-2/2. – МАГАТЭ, 2011. – 84 с.
31. *Operating Experience Feedback for Nuclear Installations. Specific Safety Guide* [Text]: IAEA Safety Standards Series, No. SSG-50. – IAEA, 2018. – 68 p.
32. *Машин, В. А.* Культура безопасности: принцип организационного обучения [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2021. – № 10. – С. 34–50.

33. *Ammer, C.* The American Heritage Dictionary of Idioms [Text] / C. Ammer. – Houghton Mifflin, 1997. – 729 p.
34. *The Farlex Idioms and Slang Dictionary* [Text] / Farlex International. – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. – 472 p.
35. *Cambraia, F. B.* Identification, analysis, and dissemination of information on near misses: A case study in the construction industry [Text] / F. B. Cambraia, T. A. Saurin, C. T. Formoso // Safety Science. – 2010. – Vol. 48, No. 1. – P. 91–99.
36. *Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования* [Текст]: ГОСТ Р 54934-2012 OHSAS 18001:2007. – М.: Стандартинформ, 2012. – 27 с.
37. *Williamsen, M.* Near-Miss Reporting: A Missing Link in Safety Culture [Text] / M. Williamsen // Professional Safety. – 2013. – Vol. 58, No. 5. – P. 46-50.
38. *Ключевые вопросы практики повышения культуры безопасности: INSAG-15* [Текст]: Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности. – МАГАТЭ, 2015. – 48 с.
39. *Industrial Safety Guidelines for Nuclear Facilities* [Text]: IAEA Nuclear Energy Series, No. NP-T-3.3. – IAEA, 2018. – 264 p.
40. *Машин, В. А.* Формирование и развитие культуры безопасности на атомных станциях [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2016. – № 8. – С. 2–9.
41. *Zohar, D.* Modifying Supervisory Practices to Improve Subunit Safety: A Leadership-Based Intervention Model [Text] / D. Zohar // Journal of Applied Psychology. – 2002. – Vol. 87, No. 1. – P. 156–163.
42. *Flin, R.* Danger-Men at Work Management Influence on Safety [Text] / R. Flin // Human Factors and Ergonomics in Manufacturing. – 2003. – Vol. 13, No. 4 – P. 261–268.
43. *Nielsen, K.J.* The prevention of occupational injuries in two industrial plants using an incident reporting scheme [Text] / K.J. Nielsen, O. Carstensen, K. Rasmussen // Journal of Safety Research. – 2006. – Vol. 37, No. 5. – P. 479–486.
44. *Bridges W. G.* Gains from Getting Near Misses Reported [Text] / W. G. Bridges // Prepared for Presentation at 8th Global Congress on Process Safety. Houston, TX. April 1-4, 2012. – Process Improvement Institute, 2012. – 24 p.
45. *Learning from incidents, accidents and events* [Text]: Energy Institute, London. – 2016. – 108 p.

46. *Машин, В. А.* Культура безопасности: принцип атмосферы доверия в организации [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2018. – № 9. – С. 2–14.
47. *Машин, В. А.* Культура безопасности и система сбора, учета, классификации и анализа событий низкого уровня [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2012. – № 8. – С. 20–28.
48. *O’Leary, M.* Confidential incident reporting systems create vital awareness of safety problems [Text] / M. O’Leary, S. L. Chappell // Journal of the International Civil Aviation Organization. – 1996. – Vol. 51, No. 8. – P. 11–13, 27.
49. *Landau, M.* The Arrogance of Optimism: Notes on Failure-Avoidance Management [Text] / M. Landau, D. Chisholm // Journal of Contingencies and Crisis Management. – 1995. – Vol. 3, No. 2. – P. 67–80.
50. *Phimister, J.R.* Near-Miss Incident Management in the Chemical Process Industry [Text] / J.R. Phimister, U. Oktem, P.R. Kleindorfer, H. Kunreuther // Risk Analysis. – 2003. – Vol. 23, No. 3. – P. 445–459.
51. *Van der Schaaf, T.* Biases in Incident Reporting Databases: An Empirical Study in the Chemical Process Industry [Text] / T. van der Schaaf, L. Kanse // Safety Science. – 2004. – Vol. 42, No. 1. – P. 57–67.
52. *Adams, N. L.* Accident-reporting systems: A basic problem area in industrial society [Text] / N. L. Adams, N. M. Hartwell // Journal of Occupational Psychology. – 1977. – Vol. 50, No. 4. – P. 285–298.
53. *Webb, G. R.* Filtering effects in reporting work injuries [Text] / G. R. Webb, S. Redmand, C. Wilkinson, R. W. Sanson-Fisher // Accident Analysis and Prevention. – 1989. – Vol. 21, No. 2. – P. 115–123.
54. *Dekker S.* Just Culture: Balancing Safety and Accountability [Text] / S. Dekker // Ashgate, 2007. – 153 p.
55. *Машин, В. А.* Повышение эффективности деятельности персонала АЭС [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2013. – № 5. – С. 2–10.
56. *Barriers to learning from incidents and accidents [Text]: ESReDA guidelines.* – European Safety, Reliability & Data Association, 2015. – 45 p.
57. *Annual Report July 2005 – June 2006 [Text]: Airservices Australia Annual Report.* – Airservice Australia, 2006. – 147 p.

58. *Cox, S.* The structure of employee attitudes to safety: A European example [Text] / S. Cox, T. Cox // *Work & Stress*. – 1991. – Vol. 5, No. 2. – P. 93–106.
59. *Машин, В. А.* Мониторинг культуры безопасности: опережающие показатели и критерии [Текст] / В. А. Машин // *Электрические станции*. – 2019. – № 8. – С. 2–13.
60. *Jones, S.* The importance of near-miss reporting to further improve safety performance [Text] / S. Jones, C. Kirchsteiger, W. Bjerke // *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. – 1999. – Vol. 12, No. 1. – P. 59–67.
61. *Zohar, D.* The use of supervisory practices as leverage to improve safety behavior: A cross-level intervention model [Text] / D. Zohar, G. Luria // *Journal of Safety Research*. – 2003. – Vol. 34, No. 5. – P. 567–577.
62. *Templeton, K. R.* Effectiveness of the Near Miss Safety Program Relative to the Total Number of Recordable Accidents in a Manufacturing Facility [Text] / K. R. Templeton // *A Research Paper*. – Old Dominion University, 2014. – 51 p.
63. *Van der Schaaf, T. W.* Near miss reporting in the chemical process industry [Text] / T.W. van der Schaaf // *Technische Universiteit Eindhoven*. – 1992. – 127 p.