

### **Культура безопасности: методы предупреждения неверных действий человека**

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

E-mail: [mashin-va@mail.ru](mailto:mashin-va@mail.ru)

Рассмотрены требования, методы и принципы высокой культуры и надёжности деятельности персонала, выработанные в атомной энергетике. Частью этой культуры является использование методов предупреждения неверных действий человека. На основании пяти основных стадий процессного подхода к обеспечению надёжности деятельности персонала перечислены факторы, которые могут негативно влиять на формирование культуры применения методов предупреждения неверных действий человека и минимизации их последствий. Представленный материал будет полезен для решения задач обеспечения высокой надёжности деятельности персонала как АЭС, так и электростанций других типов.

**Ключевые слова:** культура безопасности, надёжность деятельности персонала, методы предупреждения неверных действий человека.

Одним из показателей культуры безопасности на АЭС является надёжность деятельности персонала: его способность безотказно выполнить свою задачу в заданных условиях, в пределах установленного периода времени и с учётом своих возможностей и ограничений [1, 2]. Для любой конкретной системы или ситуации отказ в деятельности персонала представляет собой комбинацию совершаемых человеком ошибок и нарушений (соответственно, непреднамеренных и преднамеренных неверных действий или бездействий [3]), которые приводят к отказу системы и/или опасным последствиям [1]. Повышение надёжности деятельности человека одна из центральных задач обеспечения безопасности в рамках интегрированной системы управления АЭС [4]. Для решения этой задачи атомные станции используют методы предупреждения неправильных действий персонала или инструменты повышения надёжности деятельности человека (Human Performance Tools, HPTs). Далее будут рассмотрены требования, методы и принципы культуры надёжности деятельности персонала в атомной энергетике, частью которой является использование HPTs. Особое внимание уделено факторам, негативно влияющим на применение HPTs в практике персонала АЭС.

HPTs являются частью общего подхода к повышению надёжности деятельности человека (Human Performance Improvement, HPI) [5], разработанного Институтом по эксплуатации АЭС (INPO, США). Институт был создан атомной отраслью США в декабре 1979 г. после аварии на втором энергоблоке АЭС Три-Майл-Айленд (28 марта 1979 г.) [6,

7], в соответствии с рекомендациями президентской Комиссии по расследованию. Выводы, к которым пришла комиссия, заставили регулирующий орган, проектно-конструкторские организации, эксплуатирующие компании атомной отрасли США пересмотреть место и роль человека в обеспечении безопасности АЭС и учитывать его возможности и ограничения на всех стадиях жизнедеятельности станции (включая проектирование и эксплуатацию) [7]. Человек стал рассматриваться как важный барьер системы обеспечения безопасности АЭС, отказы которого вносили существенный вклад в возникновение и развитие значимых событий на станции [8].

Первые программы INPO охватывали четыре основные области: оценку эксплуатации ядерных энергетических установок, обучение и аккредитацию программ подготовки персонала, обмен информацией по опыту эксплуатации, а также проведение консультаций и оказание специальной помощи по просьбе членов INPO и международных участников его программ. Уже к 1981 г. INPO разработал программу "Система оценки человеческого фактора" (Human Performance Evaluation System), которая стала прообразом процесса учёта опыта эксплуатации, активно используемого в настоящее время в атомной энергетике [4].

Данная программа строилась на понимании того, что человеческая ошибка не может быть устранена нами полностью, но мы можем предотвратить повторение ошибки в будущем через анализ и устранение её коренных причин и способствующих факторов (исследования INPO показали, что события, вызванные ошибкой человека, повторялись примерно в 30% проанализированных случаев) [8]. Совместно с рядом эксплуатирующих компаний, которые в 1982 г. приняли участие в пилотной программе, были разработаны условия для формирования атмосферы открытости и доверия, основанной на некарательной дисциплинарной практике [5, 9], с целью эффективного выявления, оценки и коррекции факторов, которые вызывают ошибки в деятельности человека.

Основная цель рассматриваемой программы состояла в повышении надёжности деятельности человека при эксплуатации АЭС, а именно, в уменьшении числа ошибок в ходе выполнения всех видов работ за счёт коррекции факторов, вызывающих эти ошибки [8]. Персонал поощрялся оперативно предоставлять сообщения (устно или письменно) о допущенных им ошибках, о событиях низкого уровня (Low Level Events, LLEs) и потенциально значимых событиях (Near Misses, NMs) [9] специальному координатору программы на АЭС, который проводил анализ и рекомендовал корректирующие меры по устранению причин этих ошибок. Руководители нижнего и среднего звена при возникновении в ходе выполнения работ событий, связанных с надёжностью деятельности

человека, должны были обеспечивать взаимодействие вовлечённых в события лиц с координатором программы "Система оценки человеческого фактора".

Кроме назначения координатора программы, каждая станция выделяла ему в помощь несколько технических специалистов для анализа полученных сообщений от персонала. Координатор и его помощники проходили специальную подготовку в области оценки человеческого фактора, предоставленную INPO. Благодаря разработанным INPO простым методам сбора и анализа фактов, руководствам по проведению "Системы оценки человеческого фактора" для координаторов и их помощников, а также базовым знаниям в области надёжности деятельности человека, которые они получали в ходе специальной подготовки, программа обеспечивала полные и объективные оценки человеческого фактора без привлечения специальных экспертов в этой области (инженерных психологов, эргономистов) [8].

Координатор программы "Система оценки человеческого фактора" и его помощники имели непосредственный выход на главного инженера станции или его заместителя для обсуждения вопросов надёжности деятельности человека, и отвечали следующим критериям [8]:

- были известны на станции и пользовались авторитетом у персонала;
- обладали знаниями по конструкции и эксплуатации ядерной энергетической установки (ЯЭУ), организации станции, а также по политикам, практикам, процедурам и персоналу;
- имели не менее пяти лет опыта работы на ключевых должностях, связанных с эксплуатацией и техническим обслуживанием;
- обладали эффективными навыками письменного и устного общения.

Внедрение программы основывалось на следующих принципах, которые будут далее развиты в рамках общего подхода HPI [8]:

- Число человеческих ошибок может быть уменьшено и сведено к минимуму.
- Причины незначительных событий (LLEs, NMs) часто совпадают с причинами крупных событий.
- Среда управления имеет ключевое значение:
  - Люди хотят хорошо делать свое дело;
  - Карательные меры часто не устраняют основные причины событий и могут препятствовать сообщениям об ошибках.
- Точная идентификация и коррекция причин может предупредить повторение событий или значительно уменьшить их вероятность в будущем.

- Обмен АЭС уроками, извлечёнными из событий, вызванных человеческими действиями, способствует лучшему пониманию и коррекции причин ошибок человека как отдельными станциями, так и всей атомной отраслью.

Получив сообщение от персонала станции, координатор программы "Система оценки человеческого фактора" или его помощники инициировали процесс оценки человеческого фактора, который включал в себя поиск коренных причин и определение рекомендаций по корректирующим мерам (среднее время для проведения оценки составляло 16 часов). Корректирующие меры согласовывались с руководством станции, а их реализация и эффективность отслеживались координатором программы. Кроме этого, координатор обеспечивал обратную связь для персонала, который предоставил сообщение и готовил отчёты (описание действий и условий, причин и корректирующих мер) для INPO [8].

По мере реализации на АЭС программы "Система оценки человеческого фактора" в INPO накапливался и анализировался большой объём информации (отчёты координаторов) по событиям и факторам, связанным с деятельностью человека. Так был выявлен один из эффективных инструментов для предупреждения неверных действий человека - метод самоконтроля или самопроверки. Но этот простой, отвечающий здравому смыслу инструмент не всегда применялся персоналом в ходе выполнения работ, что способствовало возникновению 28.8% ошибок, согласно отчётам. Значительная доля ошибок человека была связана с неэффективной вербальной коммуникацией, когда информация, важная для выполнения работ, терялась, искажалась, неверно воспринималась в ходе передачи от источника к приёмнику. Для улучшения вербальной коммуникации было предложено использовать практику передачи команд диспетчерами энергосистем оперативному персоналу станций, которая легла в основу метода трёхшаговой коммуникации [8]. Постепенно набор инструментов для предупреждения неверных действий человека, зарекомендовавших свою эффективность на практике, возрастал и требовал особого внимания.

В 1990 г. INPO формулирует программу "Система повышения надёжности деятельности человека" (Human Performance Enhancement System, HPES), которая явилась дальнейшим развитием "Системы оценки человеческого фактора". В программе HPES оценка человеческого фактора, поиск коренных причин и определение корректирующих мер для предотвращения повторения ошибок и событий были дополнены методами прогнозирования и предупреждения ошибок в деятельности человека, рекомендованными персоналу и руководству станций для применения на стадиях планирования, организации, выполнения и контроля работ.

Уже пилотное внедрение программы HPES на ряде АЭС показало её эффективность. Примером может служить АЭС McGuire, на которой эксплуатировались два блока с реакторами типа PWR (в отечественной терминологии ВВЭР - водо-водяные энергетические реакторы) по 1100 МВт, введёнными, соответственно, в 1981 и 1984 гг. (эксплуатирующая компания Duke Power). Показатели работы реакторных установок АЭС McGuire в начале 1990-х годов заметно снизились. Эксплуатационные события были слишком частыми. КИУМ, или коэффициент использования установленной мощности (отношение фактической энерговыработки реакторной установки за определённый период эксплуатации к энерговыработке при работе без остановок на номинальной мощности), упал в 1990 г. до 56.6% и составил в среднем 72.44% в период с 1990 по 1993 гг. Средняя длительность остановов блоков на перегрузку топлива достигла 92 дней для первого блока (1990-1994 гг.) и свыше 87 дней для второго блока (1990-1993 гг.). Ежегодные оценки технико-экономических характеристик АЭС (SALP), представляемых в Комиссию по ядерному регулированию (NRC), достигли значений, когда руководству эксплуатирующей компании необходимо было принимать серьёзные меры [10].

В 1994 г. АЭС стала одной из первых участниц пилотной программы HPES. Была сформирована разветвлённая организационная структура для обеспечения внедрения и реализации программы, которая опиралась на руководителей среднего звена. Уже в течение первого года около 75% персонала прошли подготовку по программе HPES, одной из ключевых областей которой было предотвращение отказов в деятельности человека: инструменты предупреждения неверных действий человека для менеджеров, оперативных руководителей и отдельных исполнителей. В итоге к 1999 г. резко снизилось число эксплуатационных событий, а КИУМ составил 89.17%. Длительность останова первого блока на перегрузку топлива в 1998 г. составила 33 дня и 19 часов, а второго блока (1999 г.) - 33 дня и 6 часов [10].

Развивая программу HPES и внедряя НРТs, атомная отрасль США особое внимание уделила выработке требований и принципов неуклонного повышения надёжности деятельности персонала [11]. С этой целью в конце 1993 г. INPO создал специальный комитет по анализу деятельности персонала АЭС, в который вошли представители высшего руководства энергокомпаний. Было принято решение разработать основные элементы и принципы обеспечения надёжности деятельности персонала. В апреле 1995 г. INPO создаёт специальный отраслевой комитет для обсуждения широкого спектра вопросов в области человеческого фактора, который определил совокупность характеристик поведения и действий отдельных работников и руководителей, а также

организационных факторов, способствующих повышению надёжности деятельности персонала, опубликованных в 1997 г. в "Основах высокой надёжности деятельности персонала" [12]. Именно в этом документе впервые формулируются пять базовых принципов обеспечения надёжности деятельности человека:

1. Людям свойственно ошибаться и даже лучшие совершают ошибки.
2. Ситуации, чреватые ошибками, предсказуемы, управляемы и предотвращаемы.
3. Поведение человека определяется организационными процессами и ценностями.
4. Люди достигают наивысшего уровня в своей деятельности главным образом благодаря поощрению и поддержке со стороны руководителей, коллег и подчинённых
5. Нежелательных событий можно избежать, если разобраться в причинах возникновения ошибок и применять уроки, извлечённые из прошлых событий.

Кроме того, в этом документе уделено большое внимание первостепенной роли руководителей в достижении надёжной деятельности персонала [12], а именно руководители:

- поощряют открытый обмен информацией;
- исповедуют командную работу с целью исключения ситуаций, чреватых ошибками, и укрепления защитных барьеров;
- выявляют и устраняют организационные недостатки, создающие условия для ошибки;
- подкрепляют желаемые образцы поведения на рабочих местах;
- поощряют предотвращение ошибок.

Также подчёркнута роль руководства на уровне организационных процессов и ценностей. Руководители [12]:

- создают среду, способствующую предотвращению ошибок;
- принимают меры по предотвращению или уменьшению вероятности ошибки и смягчению её последствий;
- предотвращают развитие ситуаций, чреватых ошибками;
- создают условия для постоянного улучшения работы.

Осенью 2002 года INPO провёл опрос всех АЭС США, в котором попросил указать, какие методы ими определены в качестве основного набора инструментов предотвращения неверных действий человека. Для 65 эксплуатируемых АЭС были определены следующие восемь наиболее часто упоминаемых НРТs [13]:

1. Самоконтроль (97%);

2. Партнёрская проверка (92%);
3. Трёхшаговая коммуникация (83%);
4. Использование и соблюдение процедуры (77%);
5. Инструктаж перед выполнением работ (60%);
6. Остановись, когда не уверен (57%);
7. Критическая позиция (57%);
8. Контроль шагов выполнения процедуры (42%).

В конце 2002 г. Национальная академия по подготовке в области ядерной техники и технологии (National Academy for Nuclear Training), созданная INPO, подготовила "Справочный курс по основам надёжности деятельности человека" [13]. В нём рассматривался широкий спектр факторов (индивидуальных, командных, организационных), влияющих на возникновение ошибок и нарушений в деятельности человека, а также методы для их предупреждения. Эти методы охватывали не только непосредственных исполнителей работ (кроме восьми перечисленных инструментов, материалы курса включали предварительный анализ задачи, параллельную и независимую проверки, решение проблем, маркировку оборудования, использование опыта эксплуатации), но и руководителей всех уровней (такие методы, как лидерство, наблюдения за работами, наставничество и консультирование, принятие консервативных решений, положительное подкрепление, разбор и анализ выполненных работ).

В мае 2005 г. INPO публикует "Производственные задачи и критерии выполнения", в которых формулирует требование к надёжности деятельности персонала (OR.3) [14]:

*"В соответствии с важностью поставленных задач персонал станции отбирает и применяет необходимые методы предупреждения ошибок человека с целью минимизировать частоту и последствия возможных событий".*

Ожидаемые результаты эффективной программы в области обеспечения надёжности деятельности персонала служат критериями выполнения этой задачи и охватывают организационные факторы, условия на рабочем месте, а также индивидуальное поведение. Далее приведены примеры критериев эффективной программы обеспечения надёжности деятельности персонала [14].

#### ***Критерий - организационные факторы***

- Ожидания в отношении использования и усиления применения НРТs при выполнении всех видов работ чётко установлены и доведены до сведения персонала и руководителей станции.

- Изменения в планах и графиках работ проходят критический анализ в отношении условий, которые могут привести к человеческим ошибкам и нежелательным последствиям для станции.
- Процессы обратной связи, в том числе разбор и анализ выполненных работ, а также наблюдения руководителей за выполнением работ, используются для повышения надёжности деятельности человека.
- События и тенденции, связанные с деятельностью человека, строго отслеживаются и тщательно оцениваются с целью поиска причин и способствующих факторов; информация доводится до персонала станции, чтобы повысить его понимание и осведомлённость.
- Станционные процессы эффективно используются для снижения условий, способствующих ошибкам человека при выполнении работ.

***Критерий - Условия на рабочем месте***

- На рабочей площадке созданы условия, чтобы квалифицированный персонал, физически и психически готовый к выполнению работ, был способен успешно выполнить поставленную задачу.
- Условия на рабочей площадке и потенциальные последствия тщательно анализируются перед началом работ, чтобы усилить необходимые формы поведения и уменьшить возможности для ошибки человека.
- Разнообразные меры глубоководной защиты используются на рабочей площадке в соответствии с рисками выполняемых работ, чтобы уменьшить вероятность ошибки, а также смягчить её последствия.

***Критерий - Индивидуальное поведения***

- Исполнители обращаются за дополнительной поддержкой, когда сталкиваются с неопределённостью, с неясными условиями или ситуациями, которые не отражены в утверждённых процедурах и политиках.
- Исполнители демонстрируют критическое отношение, подвергают сомнениям предположения, а также рассматривают возможные последствия прежде, чем действовать.
- Исполнители принимают на себя ответственность за свои недостатки, а также за соблюдение высоких стандартов надёжности выполняемой деятельности.
- Исполнители понимают НРТs, а также ожидания руководства и основания для применения каждого метода, чтобы избежать событий на станции.

- Исполнители рекомендуют улучшения и с готовностью сообщают о проблемах, о потенциально значимых событиях, о чреватых ошибками ситуациях.
- Исполнители выявляют и устраняют условия, которые могут привести к человеческой ошибке, усиливают использование защит, смягчающих последствия ошибок.

В апреле 2006 г. INPO публикует "Руководство по инструментам надёжности деятельности человека для работников (Общие практики для прогнозирования, предупреждения и выявления ошибок человека во время выполнения работ)" [15], которое включает описание следующих НРТs:

- Предварительный анализ задачи;
- Обзор и анализ места выполнения работ;
- Критическая позиция;
- Остановись, когда не уверен;
- Самоконтроль;
- Использование и соблюдение процедуры;
- Трёхшаговая коммуникация и фонетический алфавит;
- Инструктаж перед выполнением работ;
- Параллельная проверка;
- Независимая проверка;
- Партнёрская проверка;
- Маркировка;
- Контроль шагов выполнения процедуры;
- Приём-сдача смены;
- Разбор и анализ выполненных работ.

В декабре 2007 г. INPO публикует "Руководство по инструментам надёжности деятельности человека для менеджеров и оперативных руководителей (Общие практики для организации, планирования, мониторинга и обратной связи, которые способствуют высокой надёжности деятельности персонала)" [16], с описанием следующих НРТs:

- Цели и ожидания;
- Комитет по надзору обеспечения надёжности деятельности персонала;
- Стратегический план по обеспечению надёжности деятельности персонала;
- Лидерство;
- Ожидания в области поведения персонала;

- Оценка рисков;
- Стратегии коммуникации;
- Управление изменениями;
- Постановка задачи;
- Инструктаж перед выполнением работ;
- Консервативное принятие решения;
- Программа наблюдений;
- Определение областей особого внимания;
- Динамичная учебная деятельность;
- Период отсутствия отказов в деятельности персонала;
- Положительное подкрепление;
- Коучинг<sup>1</sup> и коррекция;
- Инструмент оценки виновности человека в событии;
- GAP анализ<sup>2</sup> деятельности персонала;
- Анализ причин ошибок человека;
- Разбор и анализ выполненных работ.

Описание НРТs в руководствах INPO имеет общую структуру:

- информация о целях и потенциальных ограничениях инструмента;
- информация, когда можно использовать инструмент;
- общепринятая практика применения инструмента;
- практики, которые следует избегать (характеристики поведения, условия, как правило, уменьшающие эффективность инструмента).

Разработанные INPO руководства предлагают АЭС расширенные перечни НРТs, из которых каждая станция отбирает инструменты, наиболее эффективные с её точки зрения для задач обеспечения надёжности деятельности своего персонала. Например, на АЭС Ringhals (крупнейшая АЭС Швеции с четырьмя реакторами общей мощностью 3560 Мвт) на индивидуальном уровне применяются следующие НРТs [17]:

- Трёхшаговая коммуникация и фонетический алфавит;
- Партнёрская проверка;

---

<sup>1</sup> Коучинг - метод профессионального обучения, который опирается на развитие индивидуальных способностей человека через самостоятельный выбор и достижение целей, направленных на улучшение его деятельности.

<sup>2</sup> GAP анализ - метод изучения несоответствий, разрывов между установленными целями, требованиями, плановыми показателями деятельности человека и текущим состоянием этой области, с выделением проблемных зон и дальнейших коррекционных мер.

- Независимая проверка;
- Инструктаж перед выполнением работ;
- Разбор и анализ выполненных работ;
- Использование эксплуатационного опыта;
- Самоконтроль;
- Критическая позиция.

В октябре 2006 г. INPO опубликовал "Справочное руководство по обеспечению надёжности деятельности персонала" [14], в котором были сформулированы основные положения HPI подхода, включая индивидуальные и организационные факторы, влияющие на надёжность деятельности персонала [5]. В 2009 г. Министерство энергетики (DOE) США публикует двухтомное "Руководство по повышению надёжности деятельности персонала" [18], первый том которого посвящён концепциям и принципам HPI подхода (изложенным в INPO 06-003 [14]), а во втором рассмотрены HPTs (отталкиваясь от руководств INPO 06-002 и INPO 07-006 [15, 16]).

В июне 2008 г. INPO выпускает "Ключевые показатели надёжности деятельности персонала (Общие практики для отслеживания, анализа тенденций и распространения информации по надёжности деятельности персонала на станции)" [19], чтобы обеспечить согласованный мониторинг и сравнение показателей надёжности деятельности персонала между различными энергоблоками и АЭС. Эти показатели удовлетворяли следующим характеристикам:

- Объективные и легко обрабатываемые;
- Количественные;
- Доступные;
- Просты для понимания.

Предложенные ключевые показатели надёжности деятельности персонала строились на числе дней работы станции, блока, подразделения, свободных от событий, связанных с деятельностью человека. Специально определены пороговые критерии на уровне АЭС и подразделений для событий, связанных с деятельностью человека, требующих обнуления счётчика дней. Анализ тенденций динамики полученных показателей даёт возможность оценить общую организационную эффективность при обеспечении надёжности деятельности персонала, выявить организационные уязвимости и извлечь ценные уроки для дальнейшего развития. Например, возрастание тренда среднего числа дней между событиями, требующими обнуления счётчика, является показателем улучшения

надёжности деятельности персонала. Были предложены следующие ключевые показатели надёжности деятельности персонала [19]:

- Частота событий, отвечающих критерию обнуления счётчика надёжной работы персонала (за последние 18 месяцев).
- Среднее число дней между последними шестью событиями обнулившими счётчик надёжной работы персонала
- Наибольшее число дней между событиями обнулившими счётчик надёжной работы персонала (за последние 18 месяцев).
- Число дней с момента самого последнего события, обнулившего счётчик надёжной работы персонала

При этом были определены негативные практики применения предложенных ключевых показателей, которые следовало избегать [19]:

- Позволять числу дней между событиями, обнуляющими счётчик надёжной работы персонала, постоянно превышать 100 дней без пересмотра (ужесточения) критерия обнуления счётчика;
- Использовать абсолютные значения показателей в качестве цели без учёта средней тенденции;
- Чрезмерно акцентировать внимание, подчёркивать неудачи отдельных лиц или рабочих групп, которые вызвали событие, требующее обнуления счётчика дней надёжной работы персонала;
- Не доводить до персонала данные по средней тенденции показателей и о том, что это означает;
- Обнулять счётчик дней для событий, которые не связаны с деятельностью человека;
- Использовать субъективные критерии (администрирование) для обнуления счётчика дней надёжной работы персонала;
- Использовать показатели счётчика дней надёжной работы персонала в качестве исходных данных для рассмотрения деятельности персонала и бонусных программ;
- Не расследовать, почему произошло событие, обнулившее счётчик дней надёжной работы персонала, с целью выявления скрытых условий, организационных недостатков для последующего организационного обучения.

Кроме ключевых, INPO были предложены дополнительные показатели состояния мер по предупреждению ошибок в деятельности человека на станции [19]:

- Показатель количества несчастных случаев на производстве.
- Количество событий, связанных с неверной установкой и монтажом оборудования.
- Количество событий, связанных с использованием процедур, инструкций.
- Количество исправлений, повторных работ по техническому обслуживанию и ремонту.
- Количество событий, вызванных подготовкой персонала.
- Количество невыполненных в срок корректирующих мер.
- Количество корректирующих мер с продлёнными сроками выполнения.
- Количество задержек внесения изменений в процедуры.
- Среднее значение задержек внесения изменений в процедуры (в месяцах).
- Количество критических замечаний, предложений по результатам наблюдений руководителей за выполнением работ.
- Количество временных эксплуатационных решений.
- Количество задержек внепланового технического обслуживания оборудования.

В 2013-2014 гг. в рамках скандинавской программы исследований в области ядерной безопасности (NKS - Nordic Nuclear Safety Research) был проведён опрос 67 специалистов в области человеческого фактора АЭС Западной Европы и Северной Америки (США и Канады). Им было предложено отметить, какие инструменты из 10 НРТs, отобранных для исследования, применяет в своей практике персонал технического обслуживания АЭС. В итоге были получены следующие результаты [20]:

- Инструктаж перед выполнением работ - 100%;
- Самоконтроль - 99%;
- Критическая позиция - 97%;
- Партнёрская проверка - 96%;
- Использование и соблюдение процедуры - 96%;
- Трёхшаговая коммуникация - 93%;
- Использование опыта эксплуатации - 93%;
- Разбор и анализ выполненных работ - 91%;
- Независимая проверка - 87%;
- Наблюдения за работами - 87%;

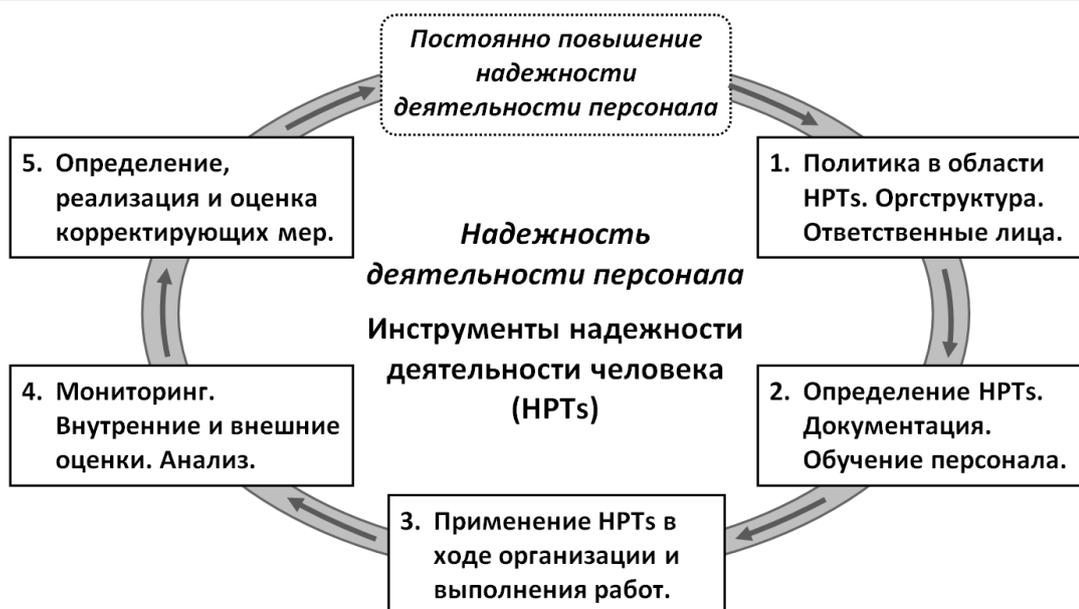


Рисунок 1. Процесс повышения надежности деятельности персонала на основе НРТs.

Широкое применение НРТs на АЭС служит важным фактором процесса повышения надёжности деятельности персонала, основанным на перечисленных требованиях, методах и принципах. Эти требования, методы и принципы формируют у персонала высокую культуру предупреждения неверных действий человека и минимизации их последствий.

Рассмотрим пять основных стадий процесса обеспечения повышения надёжности деятельности персонала на основе НРТs (см. рисунок), и остановимся на факторах, которые затрудняют эффективное применение НРТs персоналом АЭС.

#### **Стадия 1. Стратегическое планирование в области НРТs**

- Цели и задачи применения НРТs для обеспечения надёжности деятельности персонала не отражены ни в политиках, ни в ожиданиях руководства.
- На предприятии отсутствует организационная структура для обеспечения надёжности деятельности персонала, включая координаторов/ответственных лиц на уровне всего предприятия и отдельных подразделений, имеющих специальную подготовку в этой области.
- Не сформулировано требование (производственная задача) к надёжности деятельности персонала на основе использования НРТs. Не определены критерии выполнения этого требования на уровне организационных факторов и поведения отдельных индивидов.
- Не определены базовые принципы в области обеспечения надёжности деятельности человека.

- Не сформулирована центральная роль руководства предприятия в обеспечении надёжности деятельности персонала и достижении критериев выполнения этой задачи.
- Персонал не информирован о долгосрочных целях, задачах, ожиданиях руководства в отношении применения НРТs.
- Руководство не мотивирует, не подкрепляет, не усиливает использование НРТs в ежедневной практике персонала.
- На предприятии отсутствуют подготовленные в области человеческого фактора специалисты, что затрудняет сбор, анализ, поиск причин и определение корректирующих мер по событиям, связанным с деятельностью человека. Также это не позволяет в полной мере учитывать факторы, которые способствуют ошибкам человека при планировании, организации, выполнении и контроле ответственных работ.
- Выделенные ресурсы не отвечают задачам процесса обеспечения надёжности деятельности персонала.

#### ***Стадия 2. Вопросы организации применения НРТs***

- Отсутствует обоснование набора НРТs, которые применяются персоналом и руководством при планировании, организации, выполнении и контроле работ.
- НРТs ограничены индивидуальными инструментами и не охватывают уровень планирования, организации и контроля работ.
- Нет единого документа, руководства по НРТs, в котором кратко были бы изложены основные вопросы применения данных инструментов персоналом и руководством предприятия.
- Описание НРТs не структурировано, неполно и разбросано по многочисленной эксплуатационной документации.
- Отсутствие целостного описания НРТs отражается на качестве учебно-методических материалов, используемых при подготовке персонала:
  - Отсутствует информация о целях и потенциальных ограничениях инструмента.
  - Отсутствует информация, когда целесообразно использовать инструмент.
  - Отсутствует полная информация по рекомендуемой практике применения инструмента.
  - Отсутствует информация о практиках, которых следует избегать в ходе применения инструмента.

- В обучении персонала не имеется информации по НРІ подходу, в которой обосновывается применение НРТs и раскрываются базовые принципы достижения надёжности деятельности человека и учёта человеческого фактора в процессе выполнения работ. Подготовка по НРТs носит лекционный характер без практических занятий по отработке применения инструментов обучаемыми и демонстрации (включая видеоматериалы по желательным и нежелательным практикам) того, как использование НРТs способствует предупреждению ошибок человека при выполнении работ.

Рассмотрим в качестве положительного примера описание INPO и DOE инструмента "Инструктаж перед выполнением работ" [15, 18], который играет важную роль в формировании необходимой мотивации персонала для применения НРТs в своей работе.

#### **А. Общие сведения об инструменте "Инструктаж перед выполнением работ"**

Данный инструмент представляет собой совещание исполнителей и непосредственных руководителей, проводимое до выполнения работ с целью обсуждения и лучшего понимания задачи, критических шагов<sup>3</sup>, непредвиденных обстоятельств, опыта эксплуатации, рисков и связанных с ними мер безопасности. Эффективность инструктажа во многом зависит от подготовки исполнителей и руководителей (инструмент "Предварительный анализ задачи").

Объём инструктажа зависит от уровня рисков и сложности работ, а также от частоты её выполнения назначенными работниками. Это предполагает 4 типа инструктажей:

- Инструктажи для малоопасных, простых или повторяющихся задач (критические шаги отсутствуют, но всегда рассматриваются риски для исполнителей).
- Инструктажи для малоопасных, сложных или редко выполняемых работ (сложность работ может таить угрозу возникновения рисков для исполнителей).
- Инструктажи для простых или часто повторяющихся работ с высоким риском (наличие одного или нескольких критических шагов со значительным потенциальным ущербом, опасность автоматического выполнения рутинных операций с потерей осознанного контроля за действиями).
- Инструктажи для сложных или редко выполняемых работ с высоким риском (наличие одного или нескольких критических шагов со значительным потенциальным ущербом,

---

<sup>3</sup> Критический шаг - шаг процедуры, последовательности операций или действий, которые при неправильном выполнении могут нанести необратимый ущерб оборудованию, персоналу или существенно повлиять на работу станции [15, 18].

координация действий нескольких рабочих групп или сложные последовательности операций).

#### **В. Когда использовать инструмент "Инструктаж перед выполнением работ"**

- Перед выполнением работ, связанных с оборудованием станции.
- В каждую смену, если продолжительность выполнения работ превышает одну смену.
- После продолжительных задержек в выполнении работ.

#### **С. Рекомендуемая практика проведения полного инструктажа**

Детально рассмотреть следующие вопросы:

1. Цели задания, объём и характер работ.
2. Процедуры, документация к рабочему заданию, чертежи, информация при приёме смены, предварительные условия и т.д., которые будут использоваться или учитываться при выполнении поставленных задач.
3. Распределение (назначение) задач: определение и понимание функций и обязанностей, квалификации, индивидуальных ограничений. Контролирующие полномочия.
4. Риски на рабочем месте и меры их контроля:
  - Идентификация факторов опасностей на рабочем месте (включая предвестники ошибок<sup>4</sup>);
  - Используемые рабочие процедуры;
  - Особые меры предосторожности;
  - Требования на разрешение работ в условиях радиации, закрытых зон и т.п.;
  - Контроль источников энергии, в том числе разрешения и требования к расстоянию до источника;
  - Средства индивидуальной защиты;
  - Требования принципа ALARA (разумно достижимого низкого уровня облучения).
5. Надёжность деятельности человека: рассмотреть НРТs для каждого критического шага, которые соответствуют всем выявленным рискам предстоящих работ.
6. Особые требования или необычные условия (если применимо):
  - Ресурсы, инструменты и материалы.
  - Технический регламент, спецификации оборудования.
  - Состояние конструкции, системы, компонента, а также условия на рабочем месте.

---

<sup>4</sup> Предвестники ошибок - информация о наличии условий выполнения работ или задачи, которые провоцируют совершение ошибки человеком и повышают вероятность технической ошибки или неблагоприятного последствия (примерами служат спешка, недостаток знаний или опыта, прерывания или отвлечения в ходе выполнения работ) [5, 15, 18].

- Функциональное состояние, психическая готовность исполнителей к выполнению предстоящих работ.
  - Частичное использование процедур (шаги или разделы процедуры отмечены "Не применимо", "Не используется")
  - Предотвращение от попадания посторонних предметов и поддержание порядка на рабочем месте.
  - Взаимодействие с другими подразделениями.
  - Взаимодействие с другими работами, которые запланированы по окончанию или выполняются параллельно.
  - Методы коммуникации и потенциальные препятствия для их эффективности.
7. Опыт эксплуатации: чётко определить, как можно избежать при выполнении текущих работ аналогичных ошибок и событий в прошлом.
  8. Критерии остановки или паузы в работе: рассмотреть возможные непредвиденные обстоятельства, изменения в условиях задания и его объёме, а также определить лиц, ответственных за принятие решений на остановку работ.
  9. Надзор: определить степень участия старшего руководства и оперативного руководителя.
  10. Вопросы и озабоченности отдельных исполнителей, которые могут быть связаны с выполнением работ.

#### **Д. Практики проведения инструктажей, которые следует избегать**

- Не запланировано проведение инструктажа перед началом работ.
- Не выполнена оценка рисков предстоящих работ, включая риски человеческого фактора, не определены критические шаги и соответствующие НРТs.
- Не выделено время отдельным исполнителям для подготовки.
- Не конкретизировано обсуждение НРТs для данной задачи и критических шагов.
- Проведение совещания в форме монолога, без активного участия назначенных для выполнения работ лиц.
- Исполнители не могут выразить свои опасения или задать вопросы.
- Проведение отдельных инструктажей для основных исполнителей.
- Использование подхода «поваренной книги» (набора рецептов без понимания смысла действий) для рассмотрения каждого пункта контрольного списка инструктажа без оценки его применимости к текущим работам.

- Нечувствительность к тому, как установки мышления или ожидания исполнителей (сформированные прошлым опытом) могут не замечать проблемы и предупреждающие сигналы.
- Не назначать лиц, конкретно ответственных за непредвиденные обстоятельства и принятие решений на останов работ.
- Проведение совещания в шумной, отвлекающей обстановке.
- Проведение совещаний длительностью более 30 минут, что может способствовать снижению внимания и потере интереса.
- Отсутствие рассмотрения истории работы оборудования или личного опыта исполнителя как важного источника опыта эксплуатации.
- Отсутствие рассмотрения мастерства работника в отношении задачи, чтобы учесть, выполняется ли задача редко (отсутствие опыта) или часто (опасность снижения контроля).
- Охват опыта эксплуатации, не имеющего отношения к задаче.

### ***Стадия 3. Вопросы применения НРТs***

Исследования персонала технического обслуживания на АЭС Швеции позволили выделить следующие общие факторы, которые снижают готовность и возможность персонала использовать НРТs в своей работе [17]:

- Отсутствие необходимой подготовки персонала и руководства по применению конкретного инструмента.
- Отсутствие внимания либо формальный контроль руководства в отношении применения персоналом НРТs при выполнении своих работ (использование НРТs не ожидается и не поощряется).
- Выполнение НРТs носит формальный характер, для "галочки" (например, проведение наблюдений за работами лишь для выполнения плана по количеству наблюдений).
- Выполнение повседневных, простых задач, для которых уровень риска воспринимался как низкий.
- НРТs не адаптированы к текущей ситуации (например, инструктаж не отвечает уровню сложности и опасности работ).
- Ресурсы, необходимые для применения НРТs, недоступны (например, специалисты для проведения независимой проверки, опыт эксплуатации по предстоящей работе).
- Давление графика работ, спешка при выполнении заданий.

- Необходимость отвлекаться на другие задачи, переключая на них внимание с применения НРТs (например, в ходе трёхшаговой коммуникации).
- Обратная связь по допущенным ошибкам носит характер упрёков, осуждений, обвинений.
- Успешный опыт выполнения работ в прошлом без НРТs.
- Применение НРТs кажется надуманным для конкретной рабочей ситуации.
- Применение НРТs ко всем работам без оценки целесообразности использования (формирование автоматизмов, снижение контроля при выполнении НРТs).
- Сложность применения НРТs при выполнении конкретных работ (например, ограниченное пространство рабочего места затрудняет проведение партнёрской проверки).
- Работа с коллегами, которые негативно или пренебрежительно относятся к применению НРТs в своей практике.
- Отношения в группе или между исполнителями препятствуют эффективному применению НРТs (например, разность опыта или тесные отношения могут затруднить высказывание замечаний по действиям коллеги).
- Отсутствие взаимного доверия между персоналом и руководством (например, наблюдение руководства за выполнением работ воспринимается как проявление недоверия к уровню профессионального мастерства исполнителей).
- Культура поиска виновных (ошибка рассматривается как повод для обвинений, а не как возможность улучшить будущее выполнение работ, извлечь уроки, накопить опыт и обеспечить постоянное обучение в организации).

Важно, чтобы при планировании и организации работ учитывались все риски, связанные с задачей, исполнителями, условиями выполнения, с целью их контроля и предупреждения возможных ошибок человека путём применения необходимого и достаточного набора НРТs.

#### ***Стадия 4. Мониторинг применения персоналом НРТs***

- В организации не определены показатели надёжности деятельности персонала, включая применение НРТs для предупреждения ошибок человека (шаги по выбору индикаторов описаны в инструменте "Показатели деятельности" [18]).
- В рамках проведения самооценок не определены цели, связанные с обеспечением надёжности деятельности персонала, а также соответствующие показатели и оценки по

каждой цели. Не анализируются риски, связанные с человеческим фактором, и действующие меры их контроля.

- Не проводится анализ тенденций на основе полученных оценок с целью обнаружения незначительных, на первый взгляд, проблем в области надёжности деятельности человека, которые могут привести к более значимым последствиям (опыт показывает, что причины потенциальных событий и событий низкого уровня являются аналогичными причинам событий, имевших серьёзные последствия [16]).
- Выявленные проблемы и причины касаются, в первую очередь, недостатков оборудования.
- В ходе плановых наблюдений за выполнением работ руководство не оценивает применение персоналом НРТs для предупреждения ошибок человека.
- Руководители не предоставляют обратную связь исполнителям по применению НРТs в ходе работ, не поощряют и не усиливают положительные практики, не делают замечания и не корректируют нежелательные практики.
- Руководители не выявляют организационные и программные (процессные) недостатки, связанные с обеспечением выполнения работ (включая предвестники ошибок).

Далее перечислены нежелательные практики применения метода "Наблюдений", которые влияют на эффективность его использования [16, 18]:

1. Отсутствует план наблюдений, либо план не включает контроль конкретных критических шагов деятельности и связанных с ними ошибок человека, а также требований к исполнителям. Руководитель не знает, что наблюдать и зачем.
2. Руководитель не оценивает наличие препятствий, помех для выполнения работ, предвестников ошибок человека и других условий, влияющих на исполнителей, чтобы по возможности устранить их.
3. Руководитель полностью фокусируется на поведении, действиях исполнителей, игнорируя условия на рабочей площадке, а также организационные процессы и ценности, которые поддерживают и обеспечивают деятельность персонала.
4. Руководитель не проверяет подготовку исполнителей и точное понимание рисков и приоритетов, связанных с выполняемой задачей.
5. Руководитель упускает из виду использование персоналом НРТs во время критических шагов выполнения работ.

6. Руководитель не занимает критической позиции, не задаёт трудных вопросов, не исправляет и не останавливает рискованные формы поведения, пассивно наблюдая за действиями персонала.
7. Руководитель не задаёт вопросов для выявления предвестников ошибок, скрытых организационных недостатков, на которые руководство может обратить внимание и устранить, например:
  - Были процедуры, инструкции точны и достаточными?
  - Имелись в наличии соответствующие инструменты и запасные детали?
  - Выделенные ресурсы и информация были достаточными?
  - Подготовка для выполнения работы была надлежащей и эффективной?
  - Было планирование и составление графика работ оптимизировано для уменьшения вероятности человеческой ошибки?
  - Непосредственный руководитель обеспечил необходимую поддержку и соответствующее руководство?
  - Непосредственный руководитель осознавал условия ("ловушки") при выполнении работ, которые, если их не устранить, могут привести к человеческим ошибкам?
8. Руководитель не предоставляет обратную связь по результатам наблюдений, не усиливает и не консультирует исполнителей по желательным формам поведения.
9. Руководитель бегло и поверхностно проводит наблюдения для выполнения установленного плана по количеству необходимых наблюдений.
10. Руководитель не регистрирует данные наблюдений и не сохраняет их для последующего анализа тенденций и принятия корректирующих мер.

***Стадия 5. Корректирующие меры по недостаткам применения НРТs***

- Руководители занимают оборонительную позицию, сопротивляясь внутренним или внешним оценкам и полученным выводам, рекомендациям, упуская возможность для обучения и развития на основании собственного опыта организации.
- Анализ результатов оценок поверхностный, что препятствует глубокому пониманию программных, организационных недостатков (преобладает установка, что "система работает нормально" и ничего менять не требуется).
- По выявленным причинам организационных недостатков, недостатков процессов и программ, факторов, предрасполагающих к ошибкам человека, не принимаются корректирующие меры или принимаются несвоевременно.

- Разрабатываются корректирующие меры, которые не принесут ощутимых результатов или трудноисполнимы.
- Корректирующие меры не обеспечены нужными ресурсами, не согласованы с исполнителями (слабая сопричастность и приверженность изменениям).
- Руководители подразделений пассивны, не проявляют лидерство в вопросах реализации корректирующих мер в области надёжности деятельности человека, перекладывая ответственность на плечи специалистов по человеческому фактору.
- Отсутствует механизм отслеживания выполнения корректирующих мер и проверки завершения. Значительные задержки в реализации корректирующих мер.
- Отсутствует информированность персонала по проблемам в области надёжности деятельности человека и принятым корректирующим мерам.
- Отсутствует периодический контроль эффективности реализованных корректирующих мер в области обеспечения надёжности деятельности персонала, их способности полностью предотвратить повторения человеческой ошибки.

### **Выводы**

Методы предупреждения неверных действий человека играют важную роль в обеспечении надёжности деятельности персонала АЭС. Как показывает передовой опыт атомной энергетики, эффективное внедрение НРТs в практику выполнения работ предполагает формирование надлежащей культуры персонала и руководства организации, которая опирается на соответствующий процесс обеспечения надёжности деятельности человека, в рамках которого определяются, поддерживаются и развиваются надлежащие требования, методы и принципы в области надёжности деятельности человека.

Реализация этих требований, методов и принципов базируется на приверженности, лидерстве руководства в вопросах обеспечения надёжности деятельности человека и активной вовлечённости персонала в этот процесс, частью которого является применение НРТs. Вовлечённость персонала не возможна без формирования атмосферы открытости, уважения и доверия, когда к ошибкам относятся как к ценному опыту, позволяющему извлечь уроки для предупреждения ошибок и событий в будущем, и для персонала создана среда, свободная для выражения обеспокоенности.

### **Список литературы**

1. *ГОСТ Р МЭК 62508-2014* Менеджмент риска. Анализ влияния на надёжность человеческого фактора [Текст] – М.: Стандартинформ, 2015. – 52 с.
2. *Мещеряков, Б. Г.* Большой психологический словарь [Текст] / Сост. и общ. ред. Б.Г. Мещеряков, В.П. Зинченко. – М.: АСТ, Прайм-Еврознак, 2009. – 816 с.

3. *Машин, В. А.* О нарушениях в работе атомных станций, обусловленных человеческим фактором [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2012. – № 3. – С. 9 – 15.
4. *Машин, В. А.* Формирование и развитие культуры безопасности на атомных станциях [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2016. – № 8. – С. 2 – 9.
5. *Машин, В. А.* Повышение эффективности деятельности персонала АЭС [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2013. – № 5. – С. 2 – 10.
6. *Машин, В. А.* Культура безопасности: система учёта опыта эксплуатации [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2017. – № 7. – С. 2 – 13.
7. *Машин, В. А.* Культура безопасности: система учёта человеческого фактора [Текст] / В. А. Машин // Электрические станции. – 2017. – № 8. – С. 11 – 22.
8. *Bishop, J.* Managing Humana Performance – INPO’s Human Performance Evaluation System [Text] / J. Bishop, R. LaRhette // Proceedings of the 1988 IEEE 4th Conference on Human Factors and Power Plants. – 1988. – P. 471 – 474.
9. *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.
10. *Shiel, T.* The human performance improvement program at Duke Power nuclear stations [Text] / T. Shiel // Nuclear News. – May 2000. – Vol. 43. – P. 30 – 34.
11. *Principles for Enhancing Professionalism of Nuclear Personnel* [Text] / INPO. – March 1, 1989. – 14 p.
12. *Excellence in Human Performance* [Text] / INPO. – September 1997. – 24 p.
13. *Human Performance Fundamentals Course Reference* [Text]. – National Academy for Nuclear Training, INPO. – December 2002. – 184 p.
14. *Human Performance Reference Manual* [Text]: INPO 06-003. – INPO. – October 2006. – 146 p.
15. *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.
16. *Human Performance Tools for Managers and Supervisors. General Practices for Organizing, Planning, Monitoring, and Feedback that Promote Excellence in Human Performance* [Text]: INPO 07-006, Good Practice. – INPO. – December 2007. – 62 p.
17. *Human-Performance Tools in Maintenance Work - A Case Study in a Nordic Nuclear Power Plant* [Text]: NKS-321, HUMAX Project. – NKS (Nordic Nuclear Safety Research). – December 2014. – 90 p.

18. *Human Performance Improvement Handbook* [Text]: DOE Standard, USDOE-1028-2009. – U.S. Department of Energy, Washington, D.C. – 2009. – Vols. I – II. – 312 p.
19. *Human Performance Key Performance Indicators. General Practices for Tracking, Trending, and Communicating Station Human Performance* [Text]: INPO 08-004, Good Practice. – INPO. – June 2008. – 30 p.
20. *Human Performance Tools in Nuclear Power Plant Maintenance Activities* [Text]: NKS-328, Final Report of HUMAX Project. – NKS (Nordic Nuclear Safety Research). – February 2015. – 59 p.