Машин В.А.

Метод исследования человеческого фактора при нарушениях и авариях.

(Ред. 2011.01.11)

Предложенный подход развивает следующие концепции:

- **Perceptual Control Theory** (Powers W.T., 1973);
- **Model of Information Processing** (Hendy K.C., Farrell P.S., 1997);
- **SHEL Model** (Edwards E., 1988);
- **Latent Failures Model** (Reason J., 1990).
- **The Human Factors Analysis and Classification System - HFACS** (Shappell S.A., Wiegmann D.A., 2000).
- **Systematic Error and Risk Analysis - SERA** (Hendy K.C., 2003).
- **A Systems Approach to the Investigation of Human Factors in Accidents and Incidents** (ICAO, 2000).

Список литературы

- РД ЭО 0095-04, 2004. *Метод "Диаграмма события и причинных факторов*", Приложение Д. "Методических указаний по анализу причин нарушений в работе атомных станций, пожаров, несчастных случаев и повреждений зданий и сооружений". Концерн "Росэнергоатом".
- BP-PROC-00518, 2010. *Root Cause Investigation*. Bruce Power Procedure.
- BP-PROC-00518, 2010. *Programmatic Weakness and Organizational Failure*, Appendix C. "Root Cause Investigation". Bruce Power Procedure.
- Edwards E., 1988. *Introductory overview*. In: E.L. Weiner, D.C. Nagel (Eds.) *Human Factors in Aviation*. San Diego, CA, USA: Academic Press, Inc.
- Hendy K.C., Farrell P.S., 1997. *Implementing a model of human information processing in a task network simulation environment*. DCIEM 97-R-71. North York, Ontario, Canada: Defence and Civil Institute of Environmental Medicine.
- Hendy K.C., 2003. *A tool for Human Factors Accident Investigation, Classification and Risk Management*. Technical Report DRDC. Toronto TR 2002-057.
- IAEA, 1989. *Human Error Classification and Data Collection*. TECDOC-538.
- ICAO, 2000. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation. Part III. Investigation.* Doc 9756-AN/965.
- Powers W.T., 1973. *Behavior: The control of perception*. New York, NY, USA: Aldine De Gruyter.
- Reason J., 1990. *Human Error*. New York, USA: Cambridge University Press.
- Shappell S.A., Wiegmann D.A., 2000. *The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS*. DOT/FAA/AM-00/7. Washington, DC, USA: Office of Aviation Medicine, Federal Aviation Administration.

I. Исходные теоретические концепции для исследования человеческого фактора при нарушениях и авариях

Рис. 1. Модель латентных предпосылок для возникновения нарушений Дж. Ризона (Reason J., 1990).

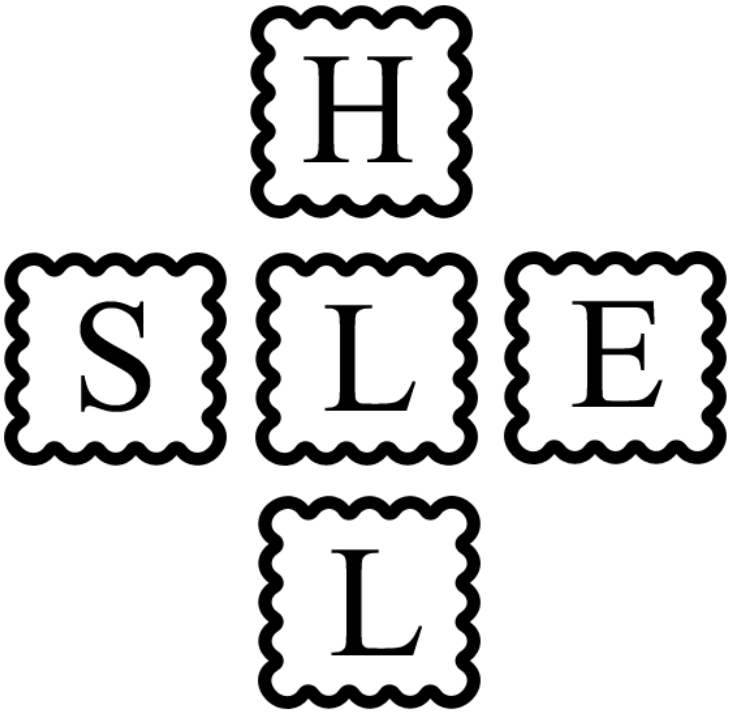


Рис. 2.1. Модель SHEL (Edwards E., 1988):

- L – персонал
- H – оборудование
- S – документация
- E – окружающая среда

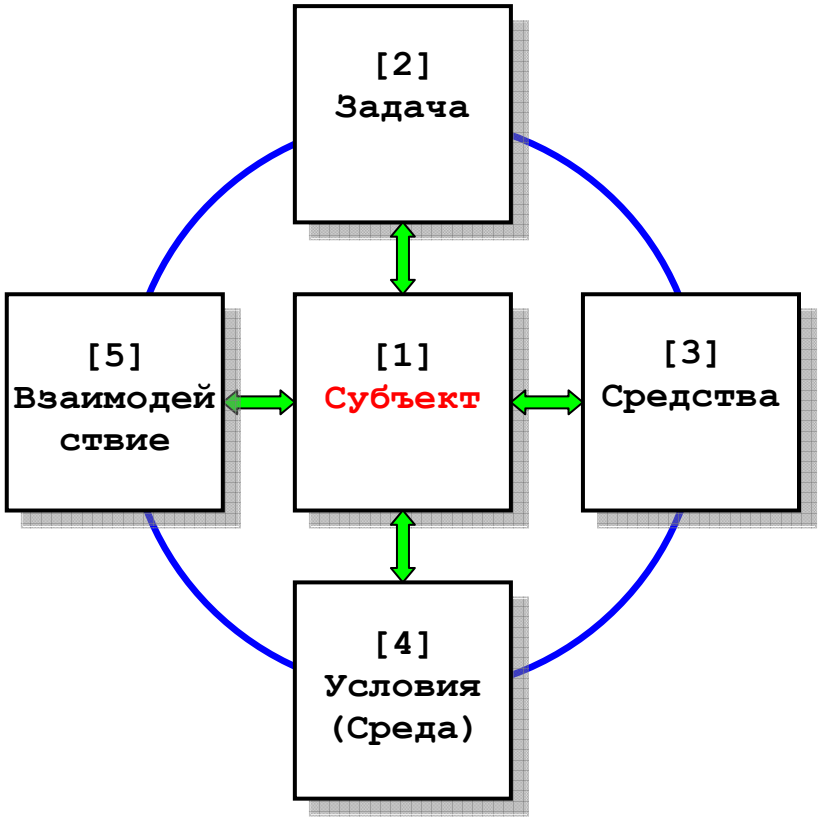
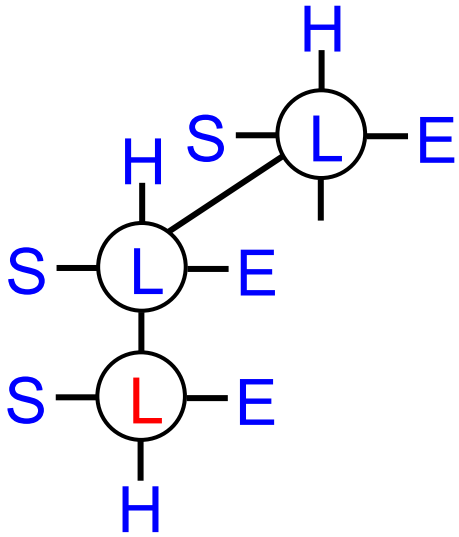


Рис. 2.2. 5-ти факторная модель описания деятельности субъекта:

1. Субъект деятельности (индивид)
2. Задача (цель, план, ресурсы)
3. Средства (оборудование/материалы, документация, персонал)
4. Условия (физические, временные)
5. Взаимодействие (коммуникация, обратная связь, групповая динамика, оперативной управление)



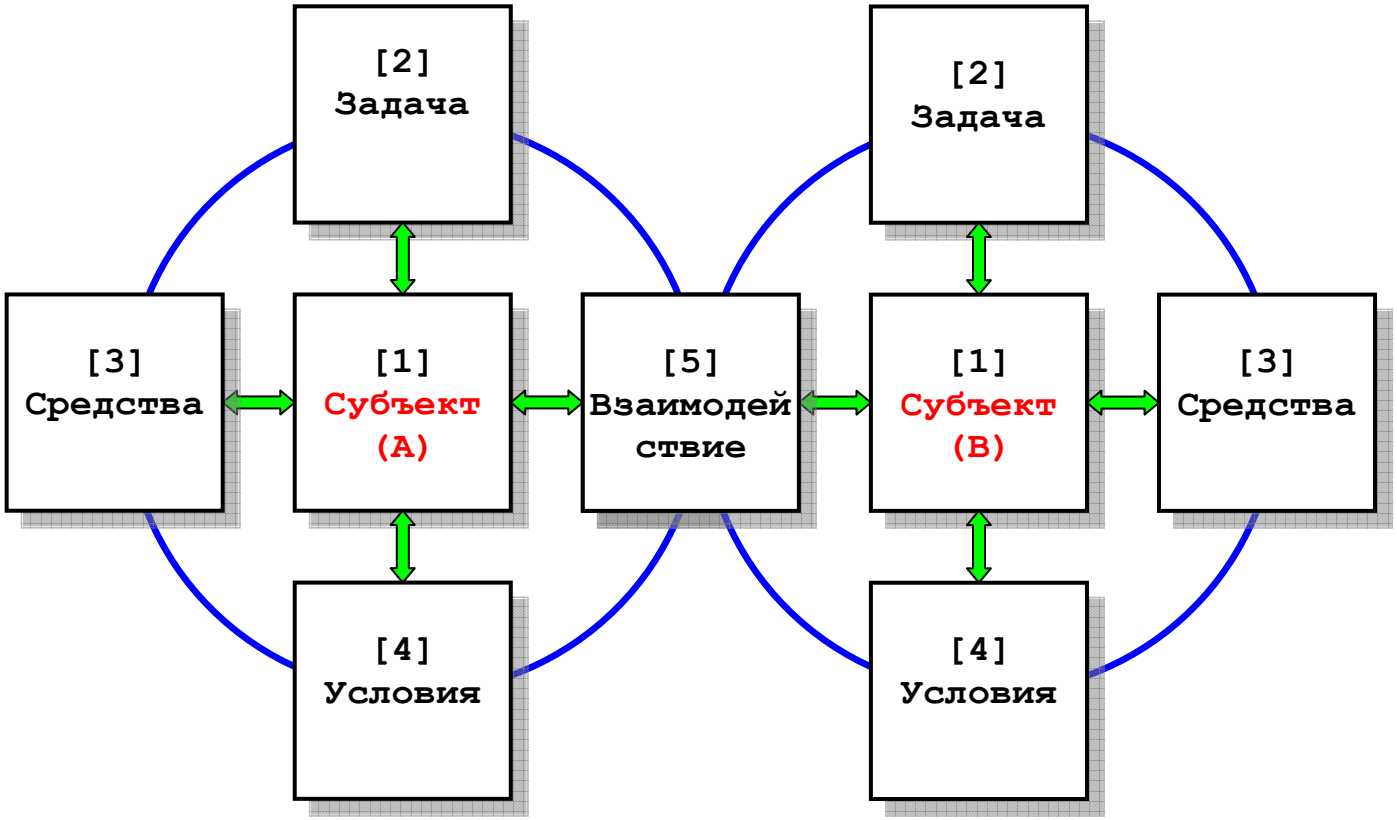
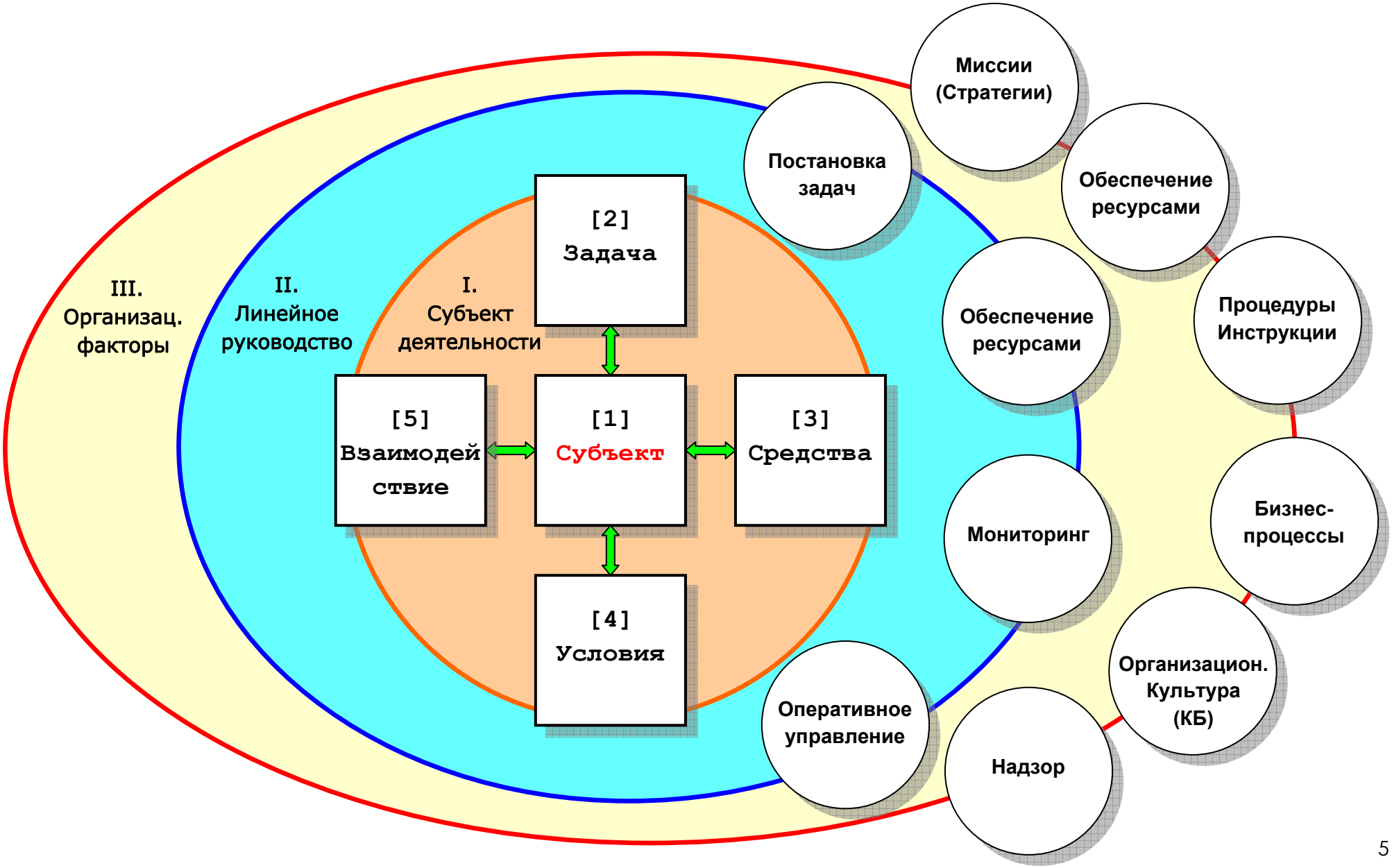


Рис. 3.1. Модифицированная модель SHEL для описания взаимодействия персонала.

Рис. 3.2. 5-ти факторная модель для описания взаимодействия субъектов деятельности.

Рис. 4. Структурная модель 3-х уровней факторов, оказывающих влияние на человека в процессе деятельности.



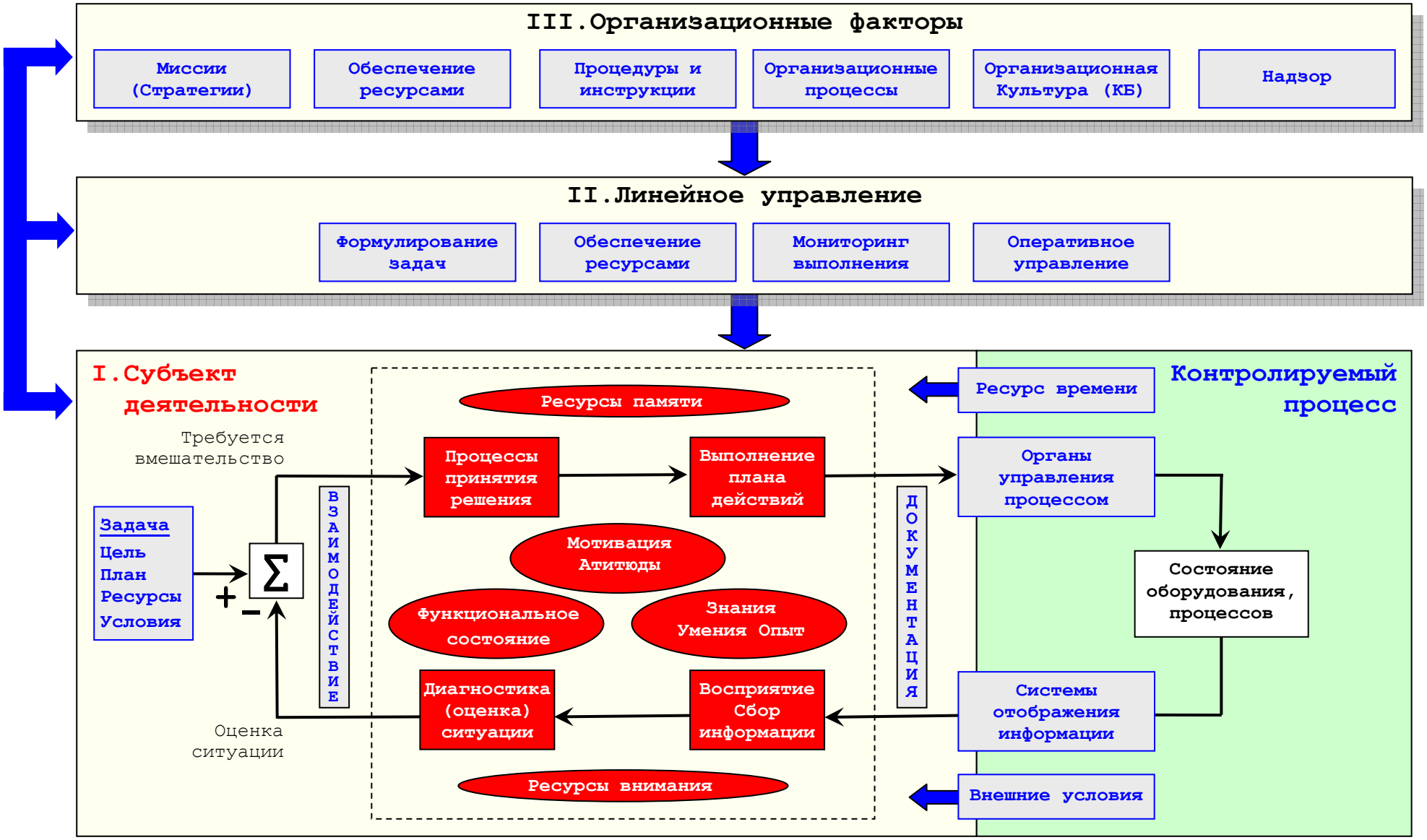


Рис. 5. Функциональная модель 3-х уровней факторов, оказывающих влияние на человека в процессе деятельности.

II. Интегрированный процесс для исследования человеческого фактора при нарушениях и авариях

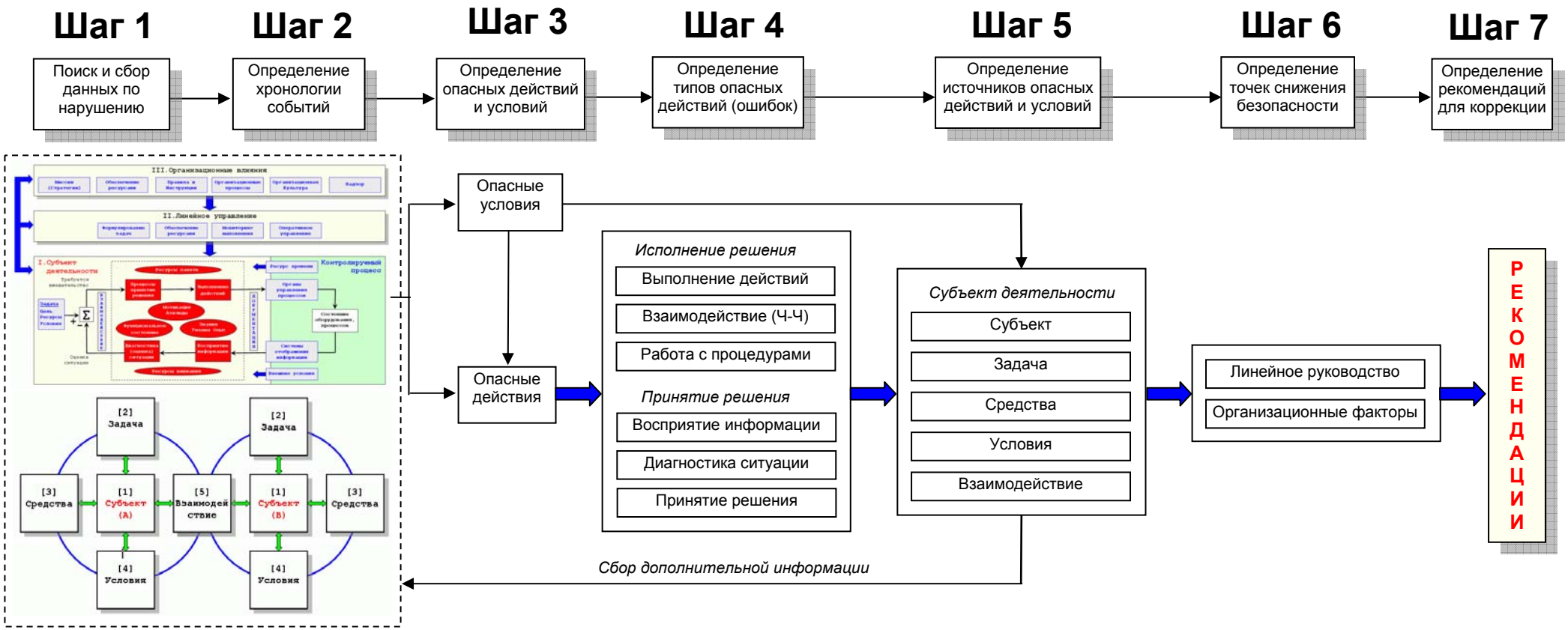
Представленные выше 5-ти факторная модель описания деятельности субъекта (рис. 2.2), структурная (рис. 4) и функциональная (рис. 5) модель 3-х уровней факторов, оказывающих влияние на человека в процессе деятельности, обеспечивают фокус внимания исследователя на потенциально небезопасных действиях и условиях, которые необходимо обнаружить. Далее приведен процесс, который объединяет эти концепции в пошаговый системный подход для исследования человеческого фактора при нарушениях и авариях.

Данный процесс проиллюстрирован рис. 6 и содержит 7 основных шагов:

Шаг 1. Поиск и сбор данных по нарушению или аварии.
Шаг 2. Определение хронологии событий.
Шаг 3. Определение небезопасных действий и условий.
Шаг 4. Определение типов небезопасных действий (ошибок).
Шаг 5. Определение источников небезопасных действий и условий.
Шаг 6. Определение точек снижения безопасности (коренных причин).
Шаг 7. Определение рекомендаций для коррекции причин, вызывающих небезопасные действия или порождающих небезопасные условия.

Приложение 12 содержит пример анализа человеческого фактора, с использованием данного подхода, для аварии на АЭС TMI-2 (Шаги 2÷6).

Рис. 6. Обобщенная схема комплексного анализа человеческого фактора при нарушениях и авариях.



Шаг I. Сбор данных по нарушению или аварии

Первый шаг в процессе исследования человеческого фактора – это сбор информации относительно персонала (субъектов деятельности), поставленной перед ними задачи, средств и условий ее выполнения, характера взаимодействия в процессе ее решения.

Для сложных систем, где существуют многочисленные взаимодействия между составными элементами, присутствует постоянная опасность, что критически важная информация будет не выявлена или потеряна в течение всего расследования. 5-ти факторная модель описания деятельности субъекта представляет собой инструмент для организации исследователем сбора данных на рабочем месте. Она позволяет избежать потери важной информации, поскольку:

- Фокусирует внимание на наиболее важных для работы системы элементах (Субъект – Задача – Средства – Условия – Взаимодействие);
- Способствует рассмотрению взаимоотношений ("интерфейсов") между элементами системы;
- Фокусирует внимание на факторах, которые влияют на деятельность человека, через рассмотрение отношений всех периферических элементов к центральному – субъекту деятельности.

В табл. 1 приведены основные источники информации для сбора данных по 5-ти факторной модели описания деятельности субъекта. Указаны базовые источники небезопасных действий, на которые необходимо обратить особое внимание.

Таблица 1. Основные элементы анализа и источники информации для сбора исходных данных

Элементы анализа	Источники небезопасных действий	Источники информации
1. Субъект деятельности	• Мотивация и аттитюды, практика работы (самоконтроль, следование инструкциям, стандартам и принципам Культуры Безопасности, ответственность за свои действия). • Знания, умения и опыт (эффективность различных форм обучения, достаточная практика). • Когнитивные процессы (память, мышление, внимание, восприятие). • Функциональное состояние. • Физиологические процессы.	• Материалы предсменного контроля. • Материалы отбора и медико-психологического сопровождения. • Материалы обучения и сдачи экзаменов (квалификация/лицензирование). • Материалы оценки эффективности деятельности. • Интервьюирование (Собеседование): ○ Субъекта ○ Коллег ○ Подчиненных ○ Руководителей ○ Инструкторов
2. Задача	• Цель и план достижения • Выделенные ресурсы: ○ Время ○ Оборудование/материалы ○ Документация ○ Персонал	• Распоряжения, приказы на выполнение задачи. • Интервьюирование (Собеседование): ○ Субъекта ○ Руководителя ○ Коллег ○ Подчиненных

Элементы анализа	Источники небезопасных действий	Источники информации
3. Средства решения задачи (достижения цели)	• Оборудование/материалы (измерительные приборы, системы сигнализации, органы управления, системы отображения информации, спецодежда, инструменты, запасные части и т.д.) • Документация (процедуры, методики и инструкции по эксплуатации, ремонту и ТО; специальные программы и инструкции по проведению испытаний; чертежи, инструкции по оборудованию, проекты и т.д.) • Персонал	• Анализ оборудования ○ Систем отображения информации ○ Органов управления ○ Инструментов ○ Материалов • Анализ документации ○ Процедуры ○ Инструкции ○ Стандартизованные технологические операции (SOPs) ○ Контрольные карты • Персонал (1. Субъект деятельности)
4. Условия решения задачи (достижения цели)	• Физические условия на рабочем месте ○ Освещение, температура, шум, рабочее пространство, уровень радиации, влажность) • Временные характеристики ○ Время дня (смена, сверхурочное время) ○ Рабочий график (время для подготовки и выполнения поставленной задачи, дефицит времени)	• Анализ рабочего места • График работы • Интервьюирование (Собеседование): ○ Субъекта ○ Руководителя ○ Коллег ○ Подчиненных

Элементы анализа	Источники небезопасных действий	Источники информации
5. Взаимодействие в процессе решения задачи (достижения цели)	• Коммуникация (устная связь, обмен информацией при непосредственном общении, по телефону и т.д.) • Обратная связь (взаимный контроль и коррекция действий) • Групповая динамика (лидерство, отношения, конфликты и т.д.) • Линейное управление, органы контроля и надзора	• Материалы отбора/подбора • Материалы тренировок на тренажере (работы в команде) • Материалы психологической оценки групповой динамики (лидерства, отношений, конфликтов …) • Персонал (1. Субъект деятельности**)** • Интервьюирование (Собеседование): ○ Субъекта ○ Руководителя ○ Коллег ○ Подчиненных ○ Инструкторов

Шаг II. Определение хронологии (последовательности) событий

Нарушение или авария характеризуются цепью событий, которые являются отклонениями от безопасной работы системы в определенных точках временной шкалы (см. рис. 7). При этом контролируемое состояние процесса или оборудования должно выйти за допустимые пределы. Анализируя последовательность событий, нас интересует, в первую очередь, те события, которые связаны с небезопасными действиями человека или условиями, которые их провоцируют.

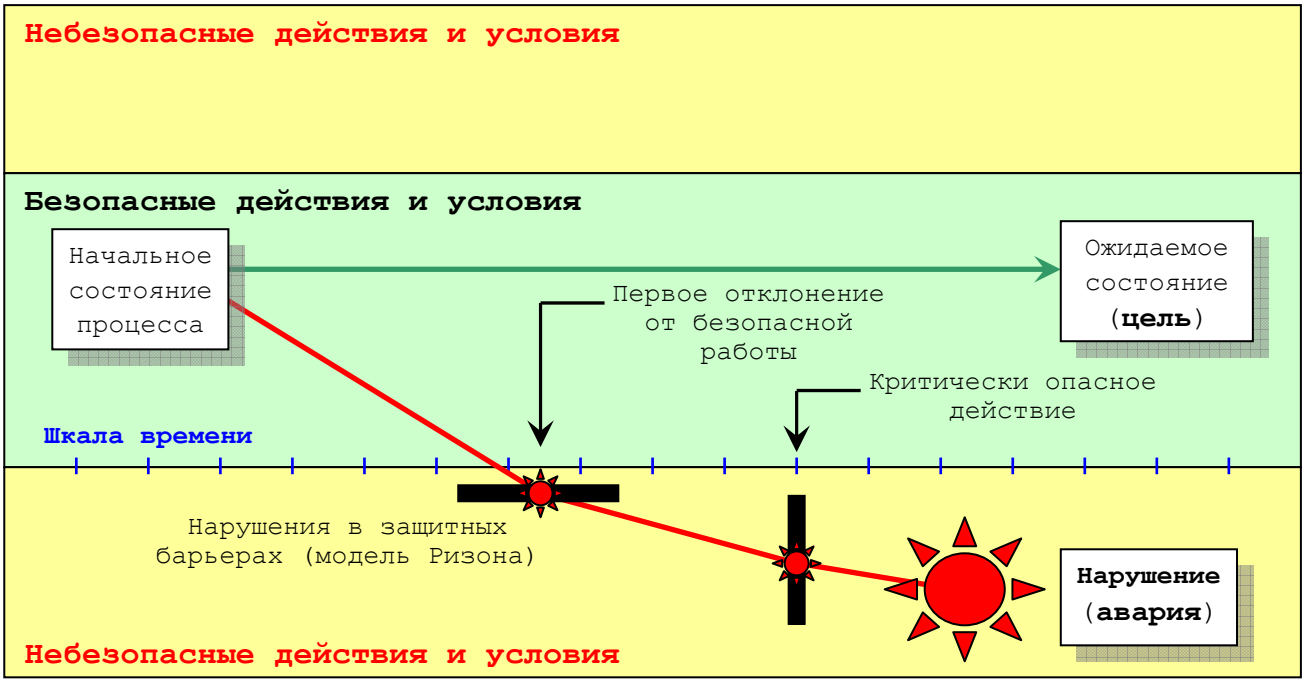


Рис. 7. Общая траектория нарушения (*Keith C. Hendy, 2003*).

В табл. 1 Приложения 12 приведена хронология основных событий аварии на АЭС TMI-2.

Шаг III. Определение небезопасных действий и условий

Человеческий фактор может быть включен в происшествие тремя различными способами:

1. Непосредственные небезопасные действия, вызванные активностью субъекта: принятие неверного решения или неверное исполнение верного решения.
2. Непосредственные небезопасные действия, вызванные латентными небезопасными условиями: например, ошибками интерфейса "Человек – Машина", ошибками процедуры и т.д.
3. Небезопасные действия, которые порождают латентные небезопасные условия: например, недостатки технического обслуживания, низкий контроль за качеством процедур и т.д.

Непосредственные небезопасные действия ведут к выходу за допустимые пределы состояния контролируемого процесса или оборудования. Они наблюдаемы и относятся к центральному элементу деятельности - Субъекту, отвечая на вопрос: "*Что было сделано (или не сделано)?*".

Небезопасные условия характеризуют выход за допустимые пределы состояния контролируемого процесса, системы или оборудования. Они также наблюдаемы, но относятся к периферическим элементам деятельности – Задаче, Средствам, Условиям, Взаимодействию, отвечая на вопрос "*Что произошло?*".

Конкретные небезопасные действия или условия находятся на траектории нарушения или аварии; если их удалить или скорректировать, то возможно предупредить появление или предотвратить развитие нарушения или аварии.

В ряде случаев можно выделить **критически небезопасное действие** – это действие, после которого возможна только одна траектория, ведущая к нарушению или аварии. До этого момента всегда существуют альтернативы, возможность выбора, но только критически небезопасное действие отсекает все пути назад.

В табл. 1 Приложения 12 приведена идентификация небезопасных действий и условий для основных событий аварии на АЭС TMI-2.

Шаг IV. Определение типов небезопасных действий (ошибок)

Для определения типов неверных действий используется алгоритм определения основных типов небезопасных действий (ошибок), который представлен на рис. 8. Он отражает когнитивные процессы, которые обеспечивают деятельность человека (рис. 5).

К основным типам небезопасных действий относятся:

Уровень принятия решения

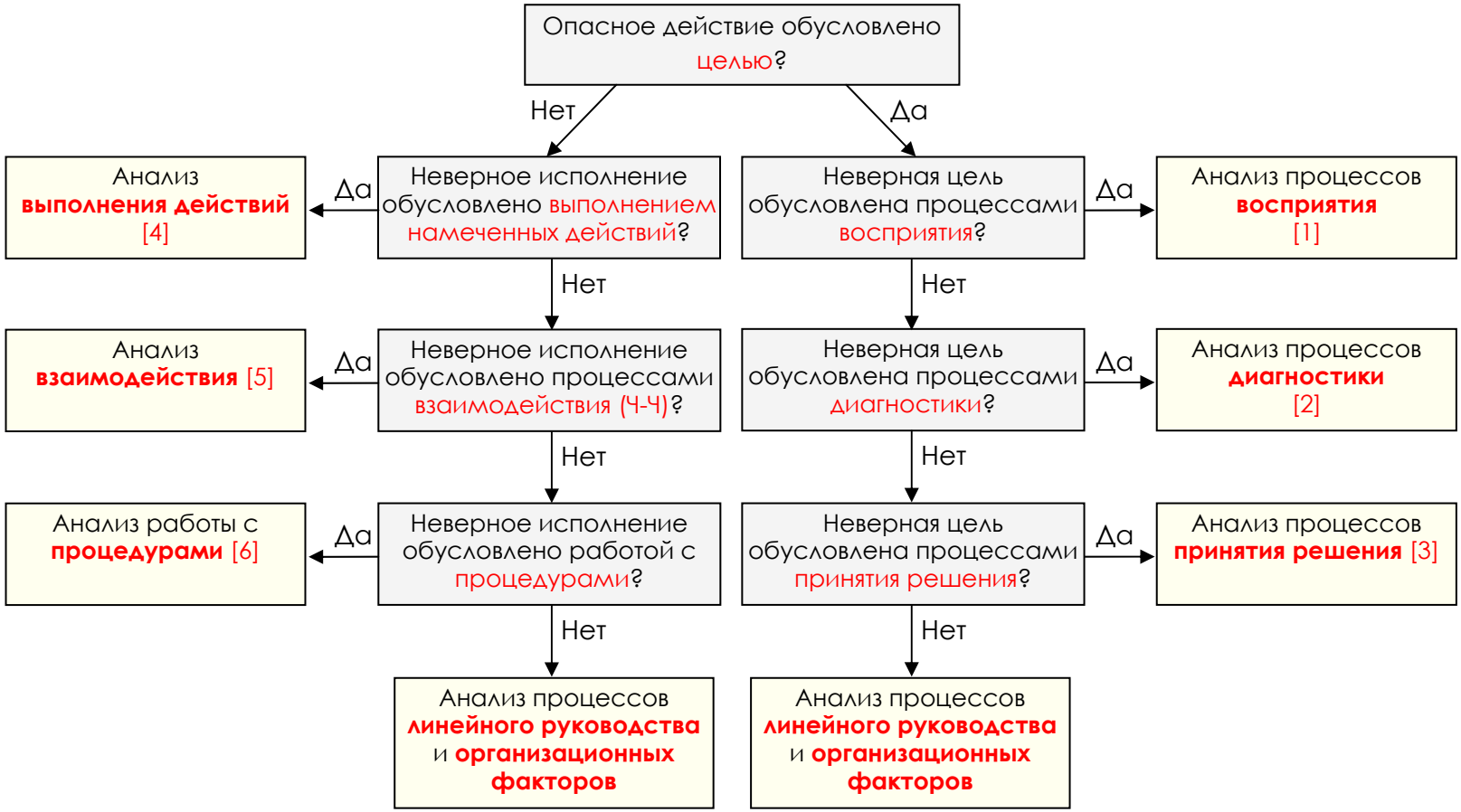
- Неверное восприятие информации
- Неверная диагностика (оценка) состояния процесса или объекта
- Неверное принятие решения (цель и план действий)

Уровень исполнения решения

- Неверное выполнение намеченных действий (плана действий)
- Неверное взаимодействие в процессе решения задачи (интерфейс "Человек-Человек")
- Неверная работа с процедурами

В табл. 2 Приложения 12 приведена идентификация типов небезопасных действий для основных событий аварии на АЭС TMI-2.

Рис. 8. Алгоритм определения основных типов небезопасных действий (ошибок)



Шаг V. Определение источников небезопасных действий и условий

Для определения источников небезопасных действий и условий используются схемы анализа основных типов небезопасных действий (см. рис. 9÷13), а также таблица 2 "Анализ источников и причин неверных действий субъекта деятельности". Для их построения используется модель 3-х уровней факторов, оказывающих влияние на человека в процессе деятельности (рис. 4 и 5).

В табл. 2 Приложения 12 приведена идентификация источников небезопасных действий для основных событий аварии на АЭС TMI-2.

Шаг VI. Определение точек снижения безопасности (коренных причин)

Для определения точек снижения безопасности (коренных причин) используются схемы анализа основных типов небезопасных действий (см. рис. 9÷13), а также таблица 2 "Анализ источников и причин неверных действий субъекта деятельности". Указанные точки снижения безопасности требуют более углубленного анализа, для поиска коренных причин.

Определение точек снижения безопасности – это определение коренных причин нарушения или аварии.

Коренная причина – это причина, воздействуя на которую мы можем предотвратить в будущем повторение подобных неблагоприятных условий или небезопасных действий, которые привели к нарушению или аварии. Коренные причины обусловлены, в первую очередь, недостатками планирования и организации (BP-PROC-00518, 2010).

В табл. 2 Приложения 12 приведена идентификация точек снижения безопасности для аварии на АЭС TMI-2.

Рис. 9. Схема анализа процессов восприятия

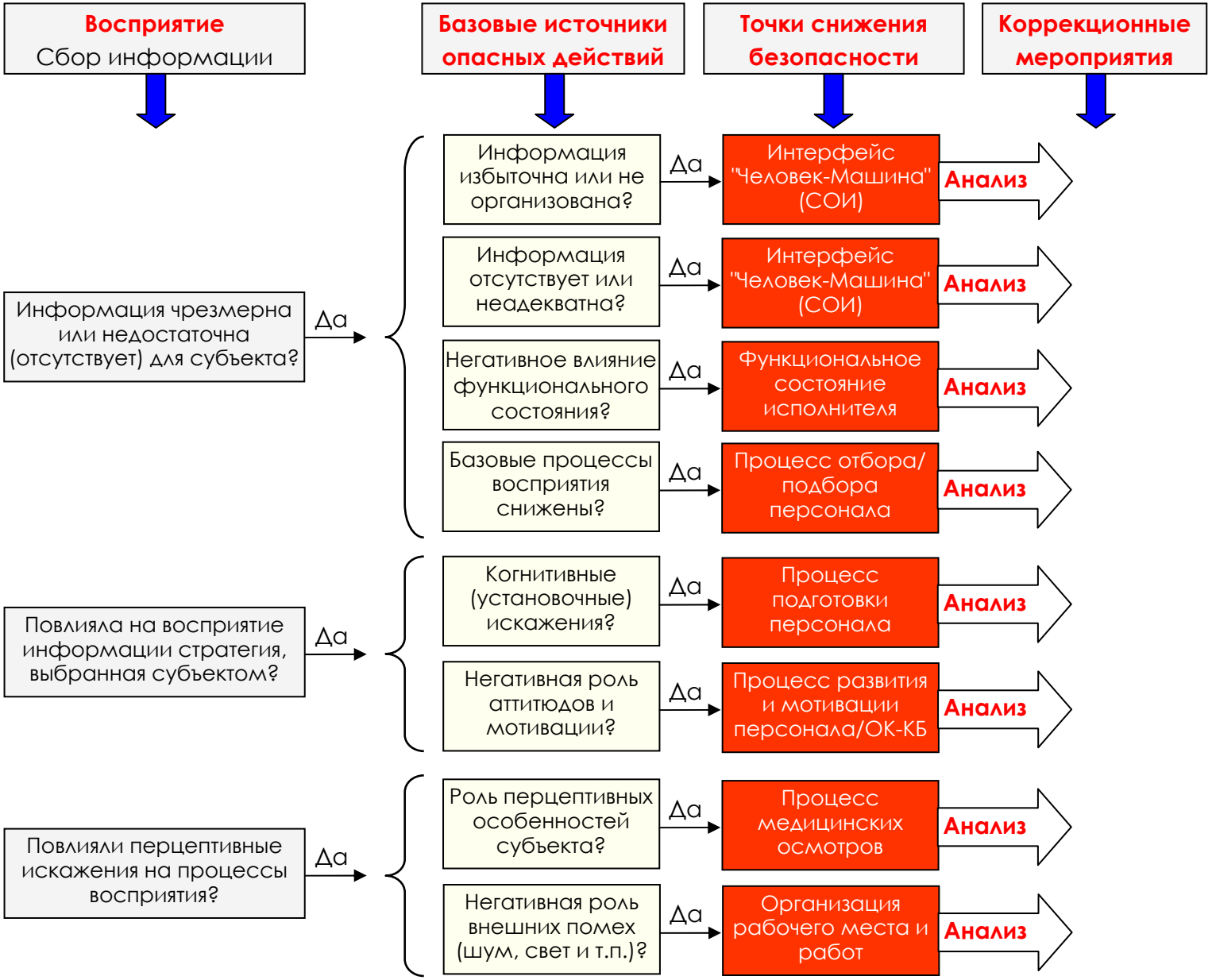


Рис. 10. Схема анализа процессов диагностики (оценки) ситуации

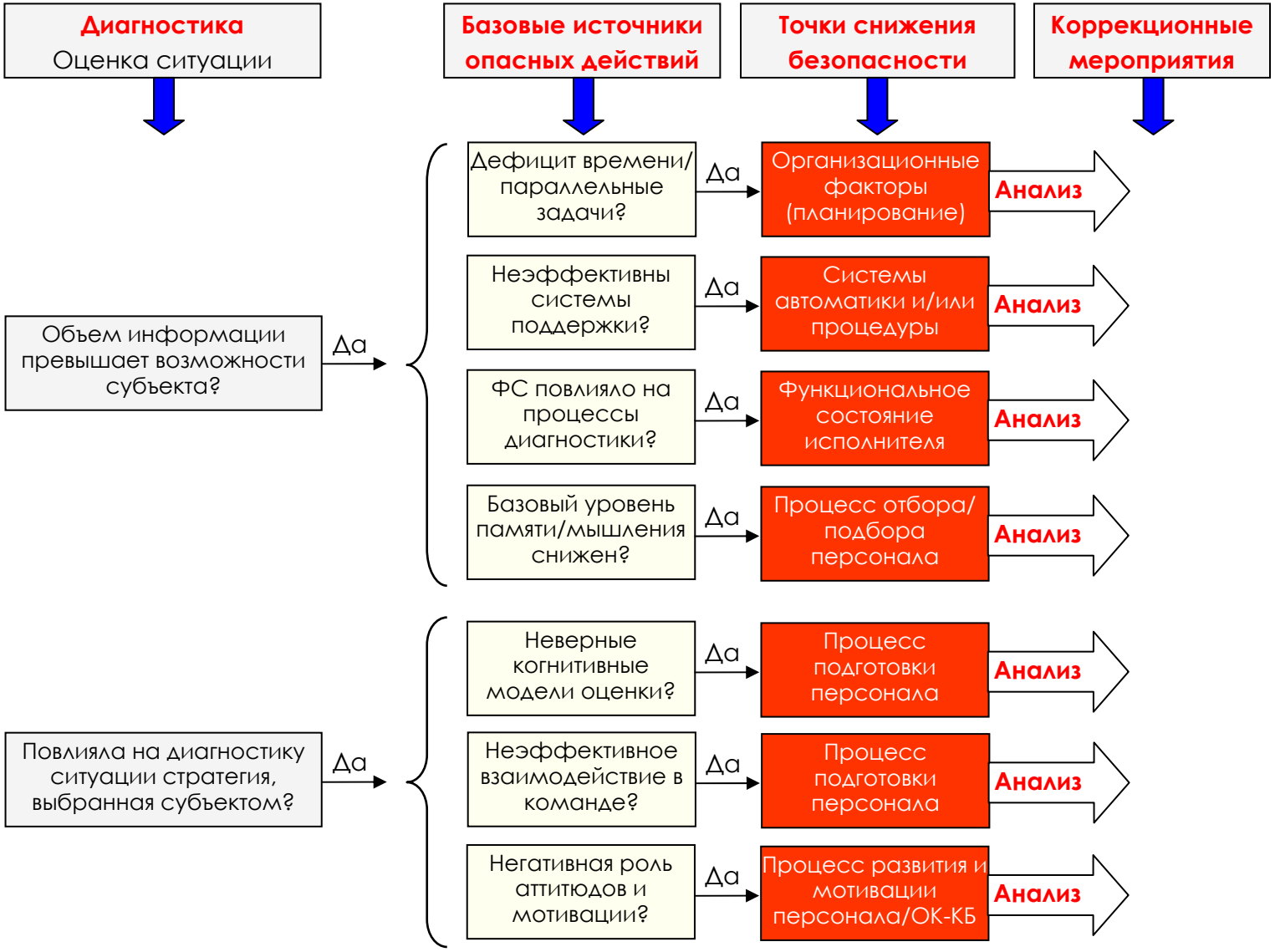


Рис. 11. Схема анализа процессов принятия решения

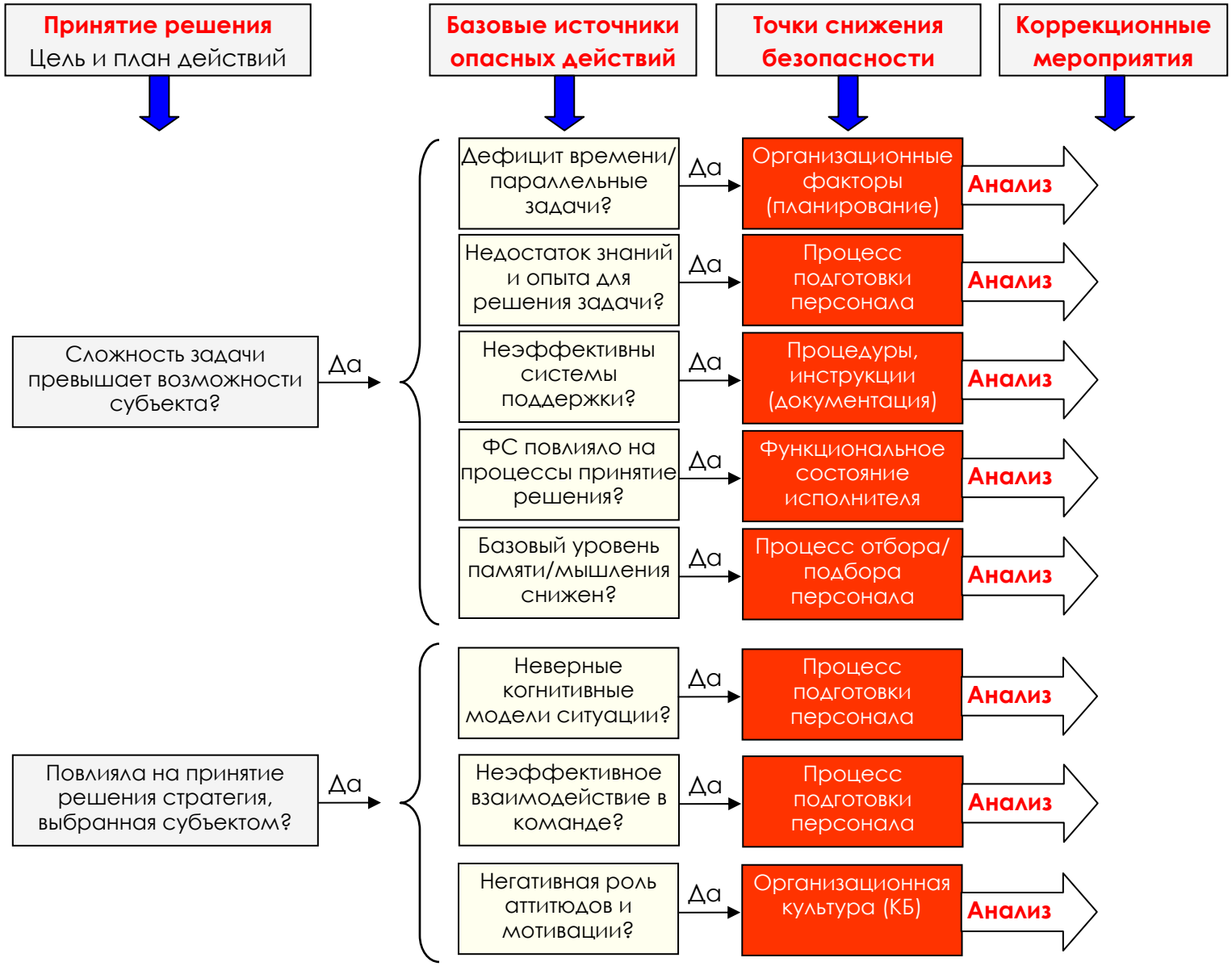


Рис. 12. Схема анализа выполнения запланированных действий

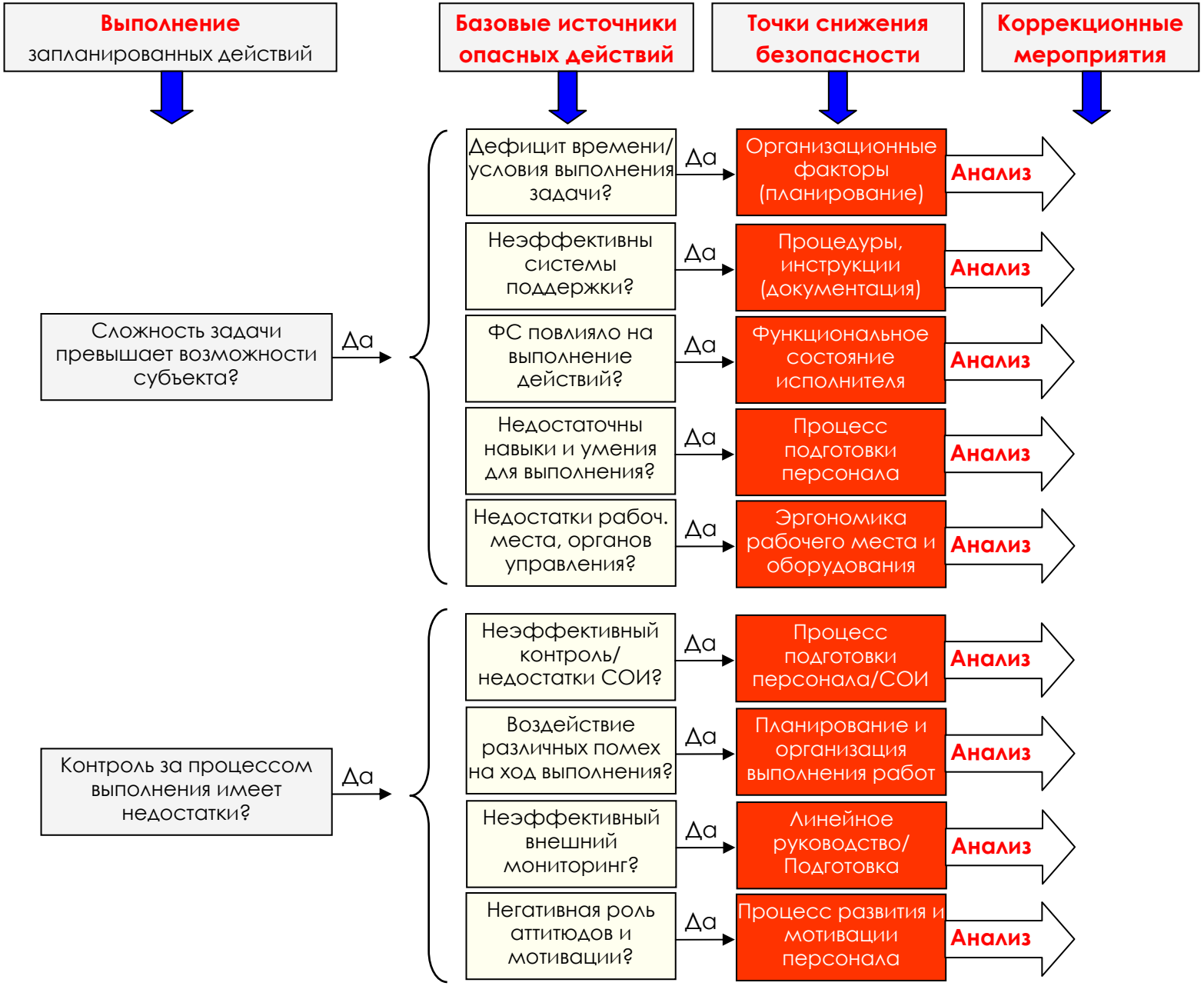


Рис. 13. Схема анализа процессов взаимодействия и работы с процедурами

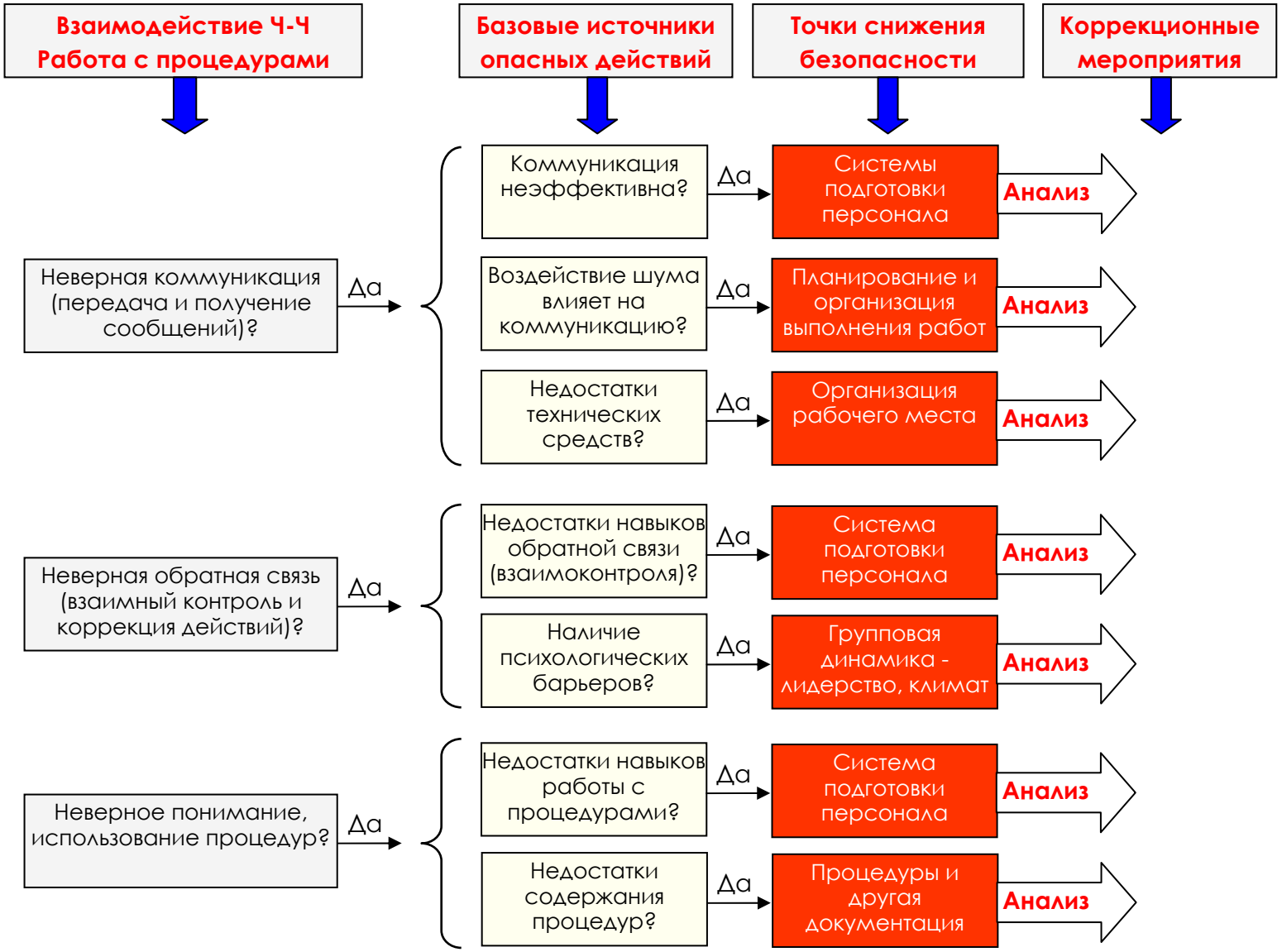


Таблица 2. Анализ источников и причин неверных действий субъекта деятельности.

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
Восприятие информации	***Поток информации превышает возможности субъекта деятельности*** • Избыточность и/или не структурированность контролируемой информации • Сниженный базовый уровень процессов восприятия. • Сниженный уровень процессов восприятия на фоне негативного функционального состояния	• Системы отображения информации (СОИ) (интерфейс "Человек – Машина") • Процесс отбора/подбора персонала • Функциональное состояние исполнителя (см. Приложение 1 "Анализ негативных функциональных состояний")
	Неэффективные стратегии субъекта в процессе сбора информации • Когнитивно-коммуникативные искажения на стадии сбора и селекции информации (например, фокус внимания на одних источниках информации и игнорирование других;	• Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации")

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
	неэффективная коммуникация) • Пропуск информации на фоне самоуспокоенности, самоуверенности или снижения интереса.	• Процесс развития и мотивации персонала (см. Приложение 11 "Анализ мотивации и аттитюдов в деятельности персонала")
	Перцептивные искажения/дефициты на стадии приема информации • Снижение зрительной/слуховой чувствительности • Внешние помехи: условия на рабочем месте • Пропуск информации из-за необходимости отвлекаться на другие задачи • Конструктивные недостатки СОИ	• Процесс медицинских осмотров • Организация рабочего места (см. Приложение 4 "Анализ условий на рабочем месте") • Организационные факторы: планирование работ • Системы отображения информации (см. Приложение 3 "Анализ недостатков СОИ")

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
• **Диагностика (оценка) ситуации**	***Объем воспринятой информации превышает возможности ее оценки оператором***	
	• Давление дефицита времени	• Организационные факторы: планирование работ, выделение ресурсов, подготовка
	• Недостатки систем поддержки оператора на стадии диагностики (чрезмерная рабочая нагрузка)	• Системы автоматики и/или процедуры
	• Сниженный базовый уровень памяти и/или мышления	• Процесс отбора/подбора персонала
	• Сниженный уровень процессов памяти и/или мышления на фоне негативного функционального состояния	• Функциональное состояние исполнителя (см. Приложение 1 "Анализ негативных функциональных состояний")

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
	Неэффективные стратегии субъекта на стадии диагностики (оценки) ситуации • Неверные модели оценки ситуации (когнитивные искажения): a) Селективный отбор информации по принципу "новизны", выраженности и игнорирование критических данных. b) Фокус внимания лишь на информации, которая подтверждает нашу оценку - гипотезу (усиливается самоуверенностью, завышенной самооценкой своих знаний). c) Воспринимаемая информация некорректно согласуется (подгоняется) под модели, хранящиеся в памяти. d) Выбор некорректной гипотезы из-за ее преимуществ в использовании: простоты, очевидности, эффективности в прошлом. e) Оценка всей информации некорректно, ей придается один и тот же вес надежности и важности. • Неэффективное взаимодействие в команде	• Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации") • Процесс подготовки персонала (см.

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
	• Неверная оценка ситуации на фоне самоуспокоенности, самоуверенности или снижения интереса.	Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации") • Процесс развития и мотивации персонала (см. Приложение 11 "Анализ мотивации и аттитюдов в деятельности персонала")
• **Принятие решения**	***Сложность задачи превышает возможности субъекта*** • Давление дефицита времени: (количество информации)/(время принятия решения) • Недостатки систем поддержки оператора на стадии принятия решения (чрезмерная рабочая нагрузка) • Сниженный базовый уровень памяти и/или мышления • Сниженный уровень процессов памяти и/или мышления на фоне негативного функционального состояния	• Организационные факторы: планирование работ, выделение ресурсов, подготовка • Процедуры, инструкции (документация по выполнению работ) • Система отбора/подбора персонала • Функциональное состояние исполнителя (см. Приложение 1 "Анализ негативных функциональных состояний")

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
	Неэффективные стратегии субъекта на стадии принятия решения • Неверные модели принятия решения: когнитивные искажения (например, выбор некорректного решения, потому что оно было часто успешным в прошлом). • Неэффективное взаимодействие в команде • Неверные модели принятия решения: ценностные искажения (например, для достижения цели используются рискованные решения с нарушением правил).	• Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации") • Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации") • Организационная культура, Культура безопасности.
• **Выполнение действий**	***Сложность задачи превышает возможности субъекта*** • Давление дефицита времени	• Организационные факторы: планирование

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
		работ, выделение ресурсов
	• Недостатки систем поддержки оператора на стадии выполнения действий	• Процедуры, инструкции (документация по выполнению работ)
	• Недостатки органов регулирования (управления) и рабочего места	• Эргономика рабочего места и оборудования (см. Приложение 4 "Анализ условий на рабочем месте")
	• Не сформированы требуемые навыки и умения	• Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации")
	• Сниженный уровень выполнения действий на фоне негативного функционального состояния	• Функциональное состояние исполнителя (см. Приложение 1 "Анализ негативных функциональных состояний")

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
	Недостаточный контроль за процессом выполнения • Неэффективный самоконтроль: a) Вмешательство часто используемого, привычного навыка, умения в намеченную последовательность операций, действий. b) Выполнение действия на ошибочном объекте, тесно связанным (например, физическим расположением) с целевым (намеченным) объектом. • Воздействие различных помех на ход выполнения действий: a) Пропуск, изменение, повтор последовательности намеченных операций из-за внешней помехи (вмешательства). b) Из-за задержки между планированием и выполнением действия оно "перекрывается" другими задачами и заменяется последующими действиями.	• Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации") • Планирование и организация выполнения работ.

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
	• Недостатки внешнего мониторинга за выполнением действий и оперативного управления: низкий (чрезмерный) контроль выполнения и состояния задачи; конфликт непосредственного исполнения с функциями контроля; акцент на графике (сроках) выполнения, а не на методах и качестве; преобладание отрицательной обратной связи; отсутствие должного контакта с подчиненными для отслеживания мотивации к поставленным задачам. • Неверное выполнение действий на фоне самоуверенности или потери интереса к работе.	• Линейное управление, подготовка • Процесс развития и мотивации персонала (см. Приложение 11 "Анализ мотивации и аттитюдов в деятельности персонала")
	Недостатки планирования и организации работ • Недостатки при выделении ресурсов, определении целей и условий выполнения, возможных рисков и т.п.	• Линейное управление, организационные факторы (см. Приложение 6 "Анализ недостатков на этапе планирования и организации работ" и Приложение 9 "Анализ недостатков методов управления на

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
		уровне организации")
	• Недостатки инструктажей: информирование персонала о его обязанностях и задачах, о последствиях ошибок, о возможных рисках, об установленном уровне контроле при выполнении; отсутствие обсуждения приоритетов поставленных задач.	• Линейное управление
	• Недостатки графика работ (сверхурочное время, вызов вне графика и т.п.), нарушение режима труда и отдыха	• Линейное управление (примеры признаков негативных функциональных состояний приведены в Приложение 5)
	• Недостатки управления ресурсами на уровне организации	• Организационные факторы (см. Приложение 8 "Анализ недостатков управления ресурсами на уровне организации")
	• Недостатки программ и планирования их выполнения на уровне организации	• Организационные факторы (см. Приложение 10 "Анализ недостатков планирования программ и работ")

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
• **Взаимодействие и работа с процедурами**	***Недостатки взаимодействия различных групп, подразделений в процессе выполнения общих задач*** • Наличие барьеров (психологических, организационных) на пути взаимодействия различных групп, подразделений (например, в процессе сдачи-приема смены). • Недостатки планирования работ, согласования действий различных групп, подразделений при достижении поставленных целей.	• Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации"); психологические и организационные барьеры. • Вопросы планирования и организации работ.
	Неверная коммуникация (передача и получение сообщений) • Коммуникация неэффективна: неоднозначная и неясная речь, нестандартный язык (включая невербальные жесты); информация передана не в полном объеме, не своевременно;	• Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации")

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
	очень большой объем переданной информации; отсутствие подтверждения полученной информации и активной позиции принимающего. • Воздействие шума (внешних помех) мешает коммуникации.	• Планирование и организация выполнения работ.
	Недостатки технических средств коммуникации • Средства связи отсутствуют, не доступны или не работают. • Средства связи неправильно используются.	• Организация рабочего места (Средства) • Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации")
	Отсутствие обратной связи • Не сформированы механизмы взаимоконтроля и коррекции при выполнении действий	• Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации")

Основные типы небезопасных действий	Источники небезопасных действий	Точки снижения безопасности
	• Наличие барьеров (психологических, организационных) на пути обратной связи (конфликты, психологический и организационный климат)	• Групповая динамика в процессе взаимодействия для решения общей задачи; анализ организационной культуры.
	Неверное понимание, использование процедур • Не сформированы навыки и умения работы с процедурами. • Недостатки в форме и содержании самих процедур (неясность, неоднозначность, противоречивость, неполнота); трудности оперативного поиска документа.	• Процесс подготовки персонала (см. Приложение 7 "Анализ недостатков обучения и повышения квалификации") • Документация - содержание процедур (см. Приложение 2 "Анализ недостатков письменных процедур и инструкций").

Шаг VII. Определение рекомендаций для коррекции причин, вызывающих небезопасные действия или порождающих небезопасных условия

На этом шаге выполняется углубленный анализ точек снижения безопасности (коренных причин) для формулирования рекомендаций по их коррекции.

Например, определив, что источником небезопасных действий операторов был дефицит времени, вызванный утвержденным графиком работ, мы должны, на следующем шаге, обратиться к анализу процессов планирования и организации работ, которые привели к недостатку времени для подготовки и выполнения поставленной задачи (уровни "Линейного управления" и "Организационных факторов"). Именно недостатки "Линейного управления" и "Организационных факторов" (точки снижения безопасности) будут служить коренной причиной для неверных действий в рассматриваемой ситуации.

Если источником неверных действий операторов явилась система отображения информации, необходимо проанализировать ее недостатки, расположение отдельных компонентов, их полноту и однозначность для восприятия и понимания процесса. Коренная причина, в этом случае, будет лежать в области проектирования систем отображения информации.

В табл. 3 Приложения 12 приведены примеры анализа точек снижения безопасности и рекомендаций для аварии на АЭС TMI-2.

Приложение 1.

Анализ негативных функциональных состояний (ФС)

Класс негативного ФС	Краткая характеристика	Последствия	Основные источники	Точки коррекции
1. Психическое перенапряжение	Высокая физиологическая цена деятельности (включая структуры мозга, ССС). Снижение процессов переключаемости внимания и оперативной памяти, рост ригидность мышления, сужение восприятия.	При длительном психическом перенапряжении вероятно развитие состояний утомления, рост аллостатической нагрузки (снижение способности организма к восстановлению своих резервов и возрастание риска заболеваний). В процессе деятельности возможна ее дезорганизация.	Возникает: А. На фоне чрезмерной психической нагрузки в ходе деятельности. В. Как результат накопления напряжения при длительных психических нагрузках без достаточного времени для восстановления (кумулятивный эффект).	А. Анализ задач, вызывающих психическое перенапряжение, для снижения уровня и/или длительности психической нагрузки в процессе их выполнения. В.1. Анализ и коррекция режима труда и отдыха для создания условий к восстановлению резервов организма. В.2. Медико-психологическая коррекция ФС1.

Класс негативного ФС	Краткая характеристика	Последствия	Основные источники	Точки коррекции
2. Эмоциональное перевозбуждение	Выраженная активность кортико-лимбических (эмоциональных) структур головного мозга (мобилизация на задачу). Ухудшение когнитивных процессов: концентрации внимания, избирательности восприятия, импульсивность мышления.	Длительные состояния эмоционального перевозбуждения могут вести к снижению функциональных резервов организма, к повышению уровня тревожности. В процессе деятельности возможна ее дезорганизация.	Возникает под воздействием нервно-эмоциональной нагрузки: А. Новая, сложная ситуация, требующая ответственного решения; возникновение затруднений, ошибок при решении ответственной задачи. В. Негативные факторы взаимодействия (например, внешняя критика) в процессе решения ответственной задачи. С. Негативные внешние социальные факторы (например, проблемы в семье).	А.1. Система подготовки персонала. А.2. Система отбора/подбора персонала В.1. Анализ и коррекция групповой динамики, взаимодействия персонала в процессе решения ответственных задач. В.2. Психологическая коррекция ФС2. С.1. Анализ и коррекция внешних социальных факторов. С.2. Психологическая коррекция ФС2.

Класс негативного ФС	Краткая характеристика	Последствия	Основные источники	Точки коррекции
3. Психическое переутомление	Снижение функционального резерва, повышенный уровень аллостатической нагрузки. Пониженный тонус активности, затруднения в длительной концентрации усилий на задаче, снижение всех когнитивных процессов.	Затруднения выполнения деятельности, особенно при длительных нагрузках. Низкий тонус внимания ведет к повышению вероятности пропуска важной информации. Затруднены процессы мобилизации на задачу (новую ситуацию). Накопление аллостатической нагрузки может спровоцировать заболевание.	Возникает на фоне: А. Интенсивных и/либо длительных психоэмоциональных нагрузок в процессе деятельности. В. Нарушений режима труда и отдыха, когда у организма отсутствуют возможности для восстановления ресурсов.	А. Анализ задач, вызывающих психическое переутомление, для снижения уровня и/или длительности психической нагрузки в процессе их выполнения. В. Анализ и коррекция режима труда и отдыха для создания условий к восстановлению резервов организма. Медико-психологическая коррекция ФС3.

Класс негативного ФС	Краткая характеристика	Последствия	Основные источники	Точки коррекции
4. Психическая пассивность	Снижение тонуса активности, развитие процессов торможения кортико-лимбических структур головного мозга на фоне однообразной стимуляции.	Развитие в процессе деятельности скуки, сонливости, состояния дремы. Потеря внимания за ситуацией, снижение алертности - готовности действовать при возникновении проблемной ситуации.	Возникает на фоне: А. Монотонной, однообразной деятельности, для которой характерна низкая психическая нагрузка. В. Сниженной мотивации на выполнение деятельности (отсутствие интереса, личной заинтересованности)	А. Анализ задач, вызывающих психическую пассивность, для повышения уровня психической нагрузки в процессе их выполнения через перераспределение или выделение дополнительных функций оператору. В. Анализ профессионального развития оператора для стимулирования его активности.

Приложение 2.

Анализ недостатков письменных процедур и инструкций

А. Форма документа	В. Содержание документа
1. Неточные или сложные формулировки, неясный и неоднозначный язык документа	1. Сложности в использовании из-за чрезмерно детализированной или слишком общей (не связанной с конкретным оборудованием) информации
2. Плохо различимый текст, неудачный формат текста	2. Технические неточности, пропуск необходимой информации
3. Несоответствующее акцентирование шагов действий или важной информации	3. Неправильная последовательность шагов или информации в инструкции
4. Недостатки вспомогательного материала (схем, рисунков и т.д.)	4. Изменения, внесенные в документ, не очевидны для пользователя
5. Недостатки структуры документа	

Приложение 3.

Анализ недостатков системы отображения информации (СОИ)

А. Проектирование взаимодействия СОИ-Человек	В. Состояние СОИ
1. Показатель требует контроля, но отсутствует либо соответствующий датчик (регистратор), либо прибор в СОИ	1. Датчики и регистраторы параметров не обслуживались должным образом, что повлияло на их функционирование
2. Недостатки в расположении контролируемого человеком прибора, затруднения в распознавании или обнаружении необходимой информации (доступность, освещенность)	2. Контролируемые человеком приборы не обслуживались должным образом, что повлияло на их функционирование
3. Контролируемая информация по прибору недостаточно четкая и ясная для понимания	3. Блинкерная система и система звукового оповещения не обслуживались должным образом, что повлияло на их функционирование
4. Точность регистратора либо контролируемого человеком прибора недостаточна	
5. Рабочий диапазон регистратора либо прибора недостаточен	
6. Посторонняя информация отвлекает от восприятия существенной и необходимой для ситуации информации	

Приложение 4.

Анализ условий на рабочем месте

1. Недостаточное освещение
2. Продолжительное воздействие несоответствующего освещения
3. Плохая компоновка рабочего места
4. Стесненные условия работы
5. Грязная рабочая зона (вода на полу и т.д.)
6. Большое количество людей в рабочей зоне
7. Чрезмерный уровень шума
8. Неблагоприятные параметры температуры и (или) влажности
9. Высокий уровень радиации в рабочей зоне
10. Высокое облучение, связанное с выполнением поставленной задачи
11. Требовались средства защиты дыхания
12. Требовалось специальное оборудование для обеспечения техники безопасности
13. Воздействие горячих трубопроводов, небезопасное оборудование, опасность их воздействия

Приложение 5.

Примеры признаков негативных функциональных состояний

1. Пониженная бдительность и осторожность
2. Сонливость на работе
3. Замедленная (заторможенная) реакция
4. Пониженная способность точно контролировать процесс
5. Пониженная способность объяснять, понимать, анализировать, диагностировать
6. Пониженная способность делать заключения или принимать решения
7. Трудности при выполнении повторяющихся, однообразных задач
8. Трудности концентрации внимания при выполнении действий
9. Частое отвлечение внимания на предметы, не относящиеся к работе
10. Трудности переключения внимания с одной задачи на другую (с одного объекта на другой)
11. Повышенная раздражительность, которая может проявляться в общении (во взаимодействии)
12. Повышенная возбудимость, которая может приводить к спешке, к необдуманным действиям

Приложение 6.

Анализ недостатков на этапе планирования и организации работ

1. Недостаточное время подготовки персонала к выполнению задачи
2. Недостаточное время, предназначенное для выполнения персоналом задачи
3. Отсутствие четкого распределения обязанностей среди персонала
4. Недостаточное количество работников, назначенных для выполнения задачи
5. Недостаточное количество обученных или опытных (квалифицированных) работников, назначенных для выполнения задачи
6. Недостаточное количество материальных ресурсов для обеспечения выполнения задачи (оборудования, материалов, инструментов)
7. Недостаточно четко определен график работ – последовательность действий по достижению намеченной цели
8. При определении условий выполнения работы не учтена потенциальная возможность прерывания выполнения задачи и влияние окружающей среды
9. Недостаточно определены возможные риски при выполнении задачи и последствия ошибочных действий персонала
10. Недостаточное внимание вопросам безопасности выполнения персоналом задачи
11. Недостаточно определены точки контроля при выполнении задачи
12. Работник обязан выполнить слишком большое количество совместных задач, что может привести к проблемам распределения внимания и снижения контроля за выполнением
13. При назначении работника не учитывается воздействие на него предыдущей задачи
14. При назначении работника не учитываются его методы (практики, формы работы) выполнения задач

Приложение 7.

Анализ недостатков обучения и повышения квалификации

А. Содержание не соответствует назначению	В. Метод обучения
1. Общие системы и компоненты	1. Неадекватное изложение материалов курса обучения
2. Характерные системы и компоненты	2. Недостаточная практика и личный опыт
3. Эксплуатируемые системы и компоненты	3. Неадекватная оценка умения выполнять задачу
4. Средства или оборудование, используемые при выполнении задачи	4. Недостаточное обучение для восполнения знаний
5. Инструкции и источники, используемые при выполнении задачи	5. Отсутствие целей обучения
6. Место данной задачи в эксплуатации энергоблока в целом	6. Недостатки выполнения задачи не отражались на процессе обучения
7. Возможные последствия неправильных действий	7. Обучение не предусмотрено
8. Практика проверки и самоконтроля	8. Нет правильной координации при осуществлении изменений
9. Значение качества управления	9. Недостаточная точность моделирования тренажера
10. Эксплуатационные нормы	
11. Способы коллективной работы	
12. Демонстрация умения выполнять задачу	

Приложение 8.

Анализ недостатков управления ресурсами на уровне организации

1. Дежурные начальники смен загружены чрезмерным количеством административных обязанностей
2. Недостаточность средств у начальников смен для обеспечения необходимого контроля
3. Недостаточность рабочей силы для достижения начальником смены поставленных целей
4. Не предусмотрены средства для обеспечения и поддержания на должном уровне соответствующего обучения персонала
5. Необходимые изменения в оборудовании, процедурах, методах не санкционированы и не обеспечены
6. Не предусмотрены способы для обеспечения качества и соответствия современным требованиям инструкций и документации
7. Не предусмотрены способы обеспечения достаточного наличия соответствующих материалов и инструментов
8. Не предусмотрены способы обеспечения достаточного качества, надежности и пригодности оборудования
9. Неадекватно определены и установлены эксплуатационные и профессиональные нормы

Приложение 9.

Анализ недостатков методов управления на уровне организации)

1. Цели не отражают все известные области проблем, такие как случаи невыполнения ремонтного и технического обслуживания, технического обеспечения
2. Методы управления не позволяют своевременно отреагировать на известную проблему (проблемы)
3. Методы управления не обеспечивают включение всех необходимых начальных данных в процесс установления целей
4. Методы управления не обеспечивают достаточной информацией для подкрепления решения
5. Не полностью определены или оценены риски и последствия принимаемых решений на уровне организации
6. Недостаточно прослежена эффективность методов управления и принимаемых решений
7. Методы управления позволяют утверждать предложения или документы без соответствующей критики или технической проверки
8. Методы управления не обеспечивают учет всех необходимых начальных данных при планировании процесса
9. Методы управления не обеспечивают достаточной связи между подразделениями в процессе решения совместных задач
10. Неэффективно используются способности или новаторские усилия подчиненных
11. Неэффективна обратная связь, блокируются "вертикальные" потоки информации
12. Не сообщаются основания и причины решений, затрагивающих подчиненных
13. Методы управления делают акцент на мерах наказания в ответ на непреднамеренные действия персонала
14. Политика и стратегические цели неправильно определены
15. Политика и стратегические цели неправильно проводятся в жизнь

Приложение 10.

Анализ недостатков планирования программ и работ

1. Недостатки программ (процедур)
Недостатки программ – это проблемы, которые локализуются исключительно в рамках конкретных программных процессов. Для примера: в процедуре технического обслуживания для капитального ремонта насоса отсутствовала инструкция для выравнивания оси ротора.
a) Несоответствующее содержание программы: Эта область проблем, при которых программа (процедура) не дает ясного ответа относительно того, что требуется в конкретной ситуации выполнить, либо в ней отсутствуют четкие указания на специфические аспекты использования программы, недостаточно прописан контроль выполнения и оценка результатов. Программы должны быть простыми, ясными, а также достаточно детализированными, чтобы не вызывать затруднения при выполнении. (Эта область проблем обычно указывает на неадекватное составление программ или на несоответствующую обратную связь от индивидов, которые их используют.)
b) Неадекватная область действия программы: Одна или более необходимых функций, которые требуются реальным процессом, отсутствуют в используемой процедуре. (Эта область проблем обычно указывает на неадекватное составление программ или на несоответствующую обратную связь от индивидов, которые их используют.)
c) Выполнение программы требует чрезмерных усилий: В этой ситуации персонал будет склонен игнорировать те части программы, которые требуют чрезмерных усилий. (Это может быть вызвано неадекватным планированием выполнения программы, отсутствием приоритетов в работе, неадекватным обеспечением персоналом или недостаточно ясными для исполнителей целями, задачами и результатами.)
d) Неадекватный процесс самоконтроля при выполнении программы: Эта область проблем является результатом отсутствия в программе четких критериев и последовательности действий по самоконтролю. Последствиями этих проблем могут служить ошибки в действиях человека, которые он допускает в критических шагах выполнения программы. Основные моменты, на которые необходимо воздействовать: программы, процедуры, подготовка персонала. (Эта область проблем связана с неадекватным планированием программ.)

2. Недостатки при взаимном использовании двух программ (процедур)
Эти проблемы наблюдаются в том случае, когда две различные программы, которые должны функционировать вместе для достижения общей цели, не согласованы между собой должным образом.
a) Недостатки требований к согласованному взаимодействию двух программ: Эта область проблем наблюдается, когда две или более программы должны взаимодействовать, но механизмы, необходимые для того, чтобы гарантировать согласованное выполнение процесса, не прописаны в должной мере. (Обычно причиной этих проблем являются неадекватное планирование программ или выполнения работ.)
b) Конфликт требований программ: Когда две или более программ для одной и той же ситуации требуют различных действий, это негативно может влиять как на способность персонала достичь нужный результат, так и на его персональную ответственность. (Обычно причиной этих проблем являются неадекватное планирование программ.)
c) Неадекватные требования к взаимодействию: Когда одной программой требуется выполнение действий, которые принадлежат другой программы, результатом может быть неадекватное функционирование одной или обеих программ. (Причиной обычно является неадекватное планирование программ и/или процесса выполнения работ.)

3. Недостатки использования программ на уровне подразделения (отдела, цеха)
Эти проблемы наблюдаются, когда подразделение (отдел, цех) не создает и не использует должным образом программы. Для примера, Отдел Технического Обслуживания может иметь программу для периодического контроля корпуса выключателя, но затем исключают эту работу из списка приоритетных задач или никогда не закупает необходимого тестового оборудования для ее выполнения.
a) Отсутствует приверженность к выполнению программы: На данную область проблем обычно указывает медленное исполнение программы. (Эти проблемы обычно обусловлены либо чрезмерными требованиями к выполнению программы, либо отсутствием поддержки менеджмента при решении вопросов, связанных с реализацией программы.)
b) Неадекватный мониторинг и сопровождение программы: На эту область проблем обычно указывает отсутствие улучшения (совершенствования) программы в процессе ее длительного использования. (Обычно это обусловлено неадекватным кадровым обеспечением или неадекватными навыками менеджмента. Ключевые атрибуты, на которые необходимо воздействовать: улучшение

знаний/умений менеджеров; анализ тенденций и отслеживание процессов, связанных с выполнением программ; самооценка и обратная связь; процессы анализа коренных причин; корректирующих действий; анализ наблюдаемых процессов.)
c) Недостаточность организационных полномочий для выполнения программы: Эта область проблем при анализе обычно связана с недостаточным бюджетом для выполнения программы или фрагментированной ответственностью и/или отчетностью по итогам ее выполнения. (Потенциальные причины включают недостатки организационного планирования или слабость приверженности менеджмента к вопросам выполнения программы.)

4. Недостатки использования программы на уровне подразделений (отделов, цехов)
Эти проблемы могут проявляться в ситуации, где два подразделения (отдела, цеха) должны работать вместе, чтобы программа была успешно выполнена. Например, Отдел по Эксплуатации выполняет тестирование оборудования, а Технический Отдел по результатам проверки определяет корректирующие действия, если параметры выходят за установленные пределы. Проблема взаимодействия может выражаться как в потере важной информации (данных тестирования), так и в неуместном анализе полученных результатов и определении корректирующих действий.
a) Неадекватное взаимодействие между подразделениями в процессе выполнения программы: Проблемы в этой области происходят, потому что высока частота ошибки человека в задачах, требующих коммуникации между различными организациями. Обычно это вызвано несоблюдением установленных правил при взаимодействии (например, отсутствуют встречи, собрания перед выполнением работ, нет требуемой при взаимодействии документации или соглашений, взаимных планов), а также неадекватной командной работой или отсутствием доверия между подразделениями (психологические и организационные конфликты).
b) Чрезмерное дублирование или совпадение функции между подразделениями в процессе выполнения программы: Постоянные трения или путаница между подразделениями обычно служат доказательствами данного типа проблем. (Проблемы этой области обычно вызваны недостатками организационного планирования, которые приводят к неадекватному определению рабочих функций между различными подразделениями).

5. Организационные недостатки при выполнении программ
Организационные проблемы, которые имеют место в отдельных подразделениях (отделах, цехах), могут оказывать влияние на широкий диапазон производственных функций внутри всей организации. Для примера, Инженерно-технический Отдел ответственен за выполнение термогидравлических расчетов, но его персонал не имеет адекватной подготовки для использования специализированного ПО, необходимого для выполнения этих расчетов.
a) Неадекватные функции или структура: Специфический тип работ не выполняется или специфический вопрос не рассматривается (не решается) внутри организации. (Эта область проблем обычно является результатом недостаточно определенных Ожиданий, Целей и Задач, или слабого организационного планирования, или неадекватного кадрового обеспечения).
b) Неадекватное внимание к возникающим проблемам: Доказательством в пользу этой области проблем служат повторяющиеся организационные кризисы морального духа и мотивации, хронические недостатки производственных методов и процедур, а также повторяющиеся происшествия. (Причины следует искать в недостаточной самооценке руководителей, в стратегическом планировании, в процессе мнимых и коренных причин, а также в процессе корректирующих действий. Кроме этого, неадекватный "вертикальный" поток информации при принятии решений в организации и неадекватный приоритет задач могут способствовать возникновению проблем в этой области – см. ниже).
c) Неадекватный приоритет задач при выполнении программы: Эта область проблем обычно связана с чрезмерной рабочей нагрузкой на персонал, перерасходом установленного бюджета и возрастающей задолженностью по производственным статьям. (Неадекватный приоритет процессов или неадекватная "вертикальная" коммуникация ожиданий, целей и здач организации, обычно являются причинами этих проблем).
d) Неадекватная коммуникация внутри организации: Эта область недостатков указывает, что существуют проблемы при рассмотрении важных вопросов, связанные со слабостью "вертикальной" коммуникации, которые могут выражаться в нарушении нормального функционирования производственных процессов. В долговременной перспективе это обычно выражается в низкой мотивации и в низком моральном духе персонала. (Общими причинами для этих проблем служат недостаточно определенные менеджментом ожидания, цели и задачи, неадекватные пути информационных потоков, низкая культура командной работы, а также неадекватные материальные стимулы).
e) Неадекватные навыки работы, производственные методы или способы принятия решения: Низкая мотивация и мораль, высокая частота человеческих ошибок являются общими доказательствами проблем этой области. (Причины обычно включают карательный, связанный с применением наказаний, штрафной стиль управления, неадекватное оперативное управление, неадекватную подготовку или квалификацию персонала, неадекватную "вертикальную" коммуникацию, а также конфликтующие и необоснованные цели организации.)

Приложение 11.

Анализ роли мотивации и аттитюдов в деятельности персонала

Анализ следует начинать с операторов (или команды), которые были непосредственно вовлечены в небезопасные действия (субъекты деятельности) или контролировали процесс, который вышел за допустимые пределы (объект деятельности). В процессе анализа необходимо ответить на следующие главные вопросы (см. рис. 1):

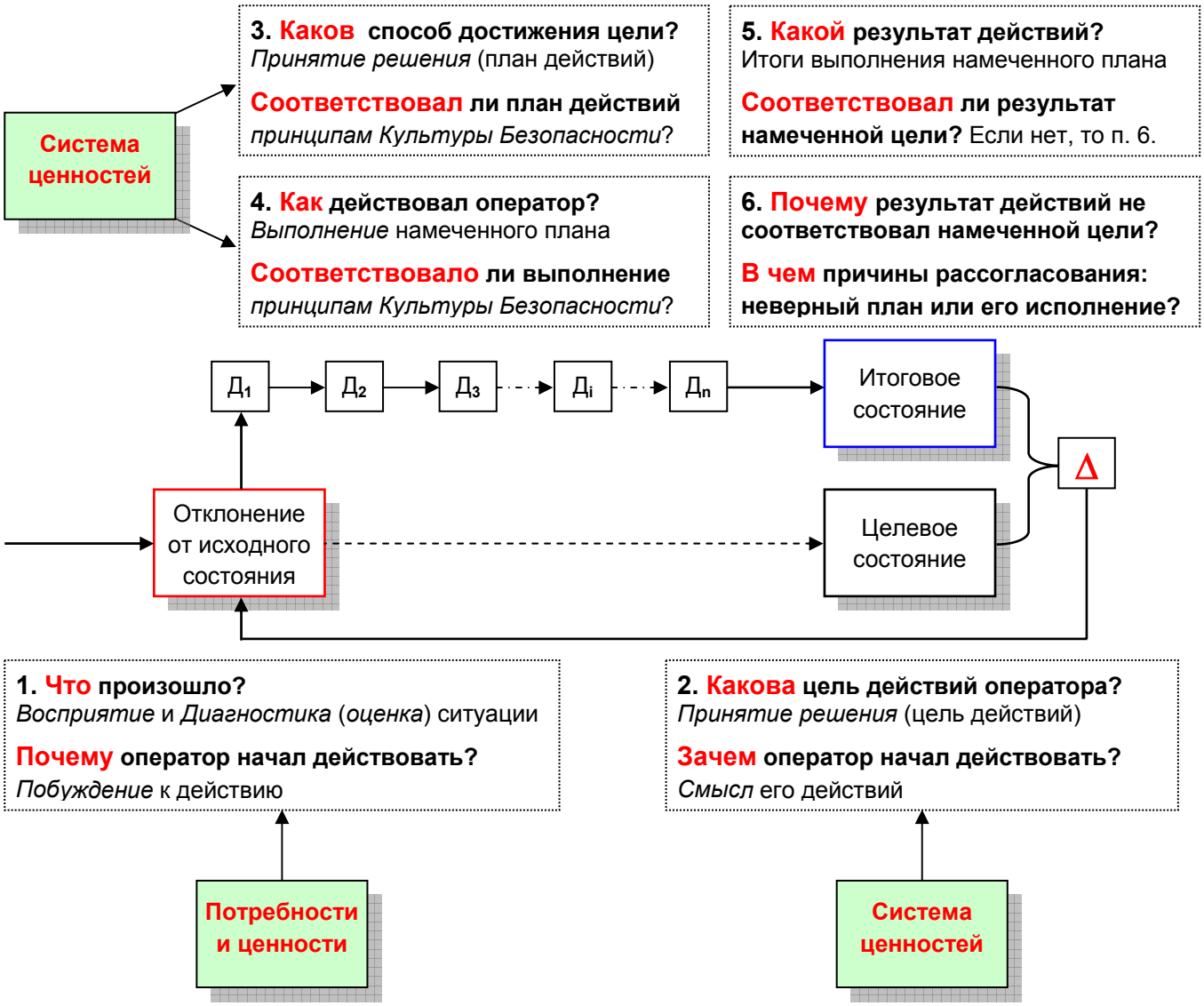


Рис. 1. Общая схема анализа действий участников нарушения (аварии).

1. ***Почему*** оператор начал действовать? ***Что*** произошло? (*Стадии восприятия и диагностики ситуации*).

2. ***Зачем*** он предпринял ряд действий? ***Какова*** была его цель? (*Стадия принятия решения: цель действий*).

3. ***Каков*** был план достижения цели? ***Соответствовал*** ли он принципам *Культуры безопасности*? (*Стадия принятия решения: план действий*).

4. ***Как*** действовал оператор при выполнении намеченного плана? ***Соответствовали*** ли его действия принципам *Культуры безопасности*? (*Стадия выполнения*).

5. ***Какой*** конечный результат действий оператора? ***Соответствовал*** ли полученный результат намеченной цели? Если нет, то п. 6.

6. ***Почему*** результат действий не соответствовал намеченной цели? ***В чем*** причины рассогласования: неверный план, неверное выполнение действий?

При анализе нарушения (аварии) необходимо:

1. Собрать данные по действиям операторов (п. 4, рис.1).
2. Собрать данные по результатам действий операторов (п. 5, рис. 1).
3. Определить, что побудило их к действию (п. 1, рис.1).
4. Определить, какова была цель действий (п. 2, рис.1).
5. Определить, каков был план действий (п. 3, рис.1).
6. Определить, если результат действий не соответствует намеченной цели, основные причины рассогласования: неверный план действий, неверное выполнение плана действий.

Ответы на вопросы ***Почему*** (***побуждение к действию***), ***Зачем*** (***цель действия***) и ***Как*** (***достижение цели***) определяют содержание ***мотива***, которым руководствовался оператор.

Мотив = (Побуждение → Цель → Действие)

Очевидно, что только ***побуждение*** может привести к постановке оператором цели и выработке плана действий. Но для формирования *побуждения* недостаточно лишь внешнего источника - проблемы, с которой столкнулся субъект деятельности, или задачи, которую ставит перед ним руководитель. Чтобы проблема или задача были присвоены субъектом (побудили его к действию), они должны отвечать его ***потребностям*** *(материальным, социальным, личностным),* ***аттитюдам*** (*групповыми ценностями, социальными нормами*) и ***системе ценностей*** (*ценностными ориентациями*). В противном случае они могут быть просто проигнорированы[1]. В свою очередь, наличие у субъекта потребностей и системы ценностей,

[1] Наличие в комнате книги не обязательно приведет к тому, что субъект захочет ее прочитать. Для этого у субъекта должна быть потребность в чтении. Но даже если такая потребность существует, совершенно не очевидно, что он будет ее читать. Для этого она должна отвечать его системе ценностей (быть ему интересной).

связанных с содержанием деятельности, может порождать формулирование соответствующих проблем и задач самим субъектом, побуждая его к их решению.

Выбор цели, определение плана действий и способы его исполнения также регулируются и детерминируются ***системой ценностей*** субъекта, его ***аттитюдами***, включая принципы ***Культуры Безопасности***.

Было бы ошибочно полагать, что отсутствие реального выполнения (наблюдаемых внешних действий) позволяет судить о наличие лишь ***намерения***, но не мотива. Так субъект, следуя сложившейся корпоративной культуре, руководствуясь принципами "что, мне больше всего надо", "лучше не высовываться", "это не мое дело, мне за это не платят", испытывая страх ошибиться, страх наказания ("публичной порки"), опасаясь по поводу своей карьеры, должностного роста ("не навредит ли?"), может избрать стратегию самоустранения: "ничего не видел, ничего не слышал…" (см. рис. 2). Это вызвано тем, что поведение субъекта отражает сложившуюся на предприятии корпоративную культуру, групповые ценности и социальные нормы. Только следую им, субъект может обеспечить удовлетворение своих потребностей: материальных, социальных, личностных[2]. Вот почему анализируя возможные мотивы поведения субъекта, обязательно необходимо учитывать сложившуюся на предприятии (в команде) корпоративную культуру, групповые ценности и социальные нормы.

Корпоративная культура, групповые ценности и социальные нормы выступают мощными регуляторами поведения субъекта, его мотивации. Поэтому развитие корпоративной культуры может служить инструментом изменения мотивации субъектов деятельности.

Наиболее эффективной, с позиций Культуры Безопасности, можно считать мотивацию, при которой субъект самостоятельно диагностирует проблемы (недостатки), связанные с деятельностью предприятия, а при решении проблем (или выполнении поставленных задач) строго следует принципам Культуры Безопасности. Это достижимо только в том случае, если организация способна обеспечить такие условия для субъекта, при которых он смог бы удовлетворять свои потребности (материальные, социальные, личностные) не входя в противоречие с принципами Культуры Безопасности.

---

[2] Противоречие между индивидуальной системой ценностей и ценностями корпоративной культуры, группы, может служить источником для возникновения конфликтов.

Анализируя мотивацию действий субъекта, мы должны ответить на следующие 3 главных вопроса:

1. Потребности субъекта отвечают содержанию деятельности?

- Если ответ отрицательный, то возникшая в процессе деятельности проблема (или поставленная перед субъектом задача) может быть проигнорирована.

2. Потребности субъекта удовлетворяются в процессе деятельности?

- Если ответ отрицательный, то субъект может потерять интерес к выполняемым обязанностям, и побуждение к действиям в ситуации проблемы или задачи будет крайне низким.

3. Система ценностей субъекта, включая присвоенные корпоративные ценности, групповые ценности и социальные нормы, не противоречит принципам Культуры Безопасности, Этическому Кодексу предприятия?

- Если ответ отрицательный, то субъект может: (1) просто проигнорировать проблему, (2) действовать крайне пассивно либо (3) с нарушением принципов Культуры Безопасности и Кодекса Этики.

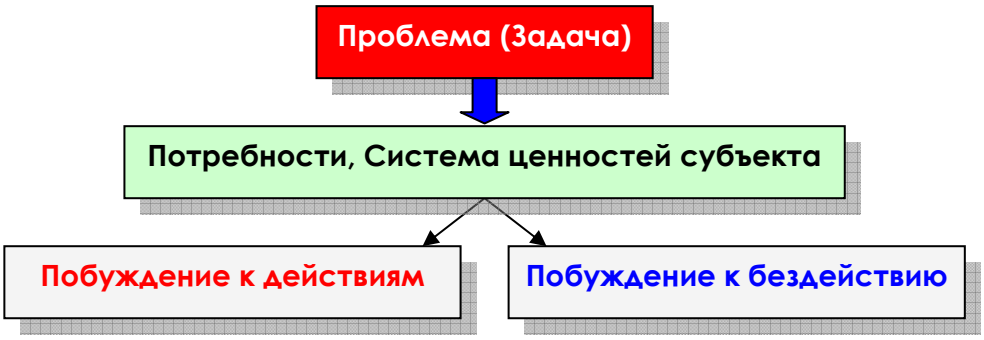


Рис. 2. Связь активности субъекта с его потребностями и системой ценностей.

Приложение 12.

Пример анализа роли человеческого фактора в аварии на АЭС TMI-2 (США)

Название станции: Three Mile Island (TMI), блок 2

Тип станции/Владелец: PWR[3]/B&W

Дата/Время событий: 28.03.1979/04.00

Тип события: Малая течь теплоносителя с потерей охлаждения первого контура

Вторичное событие: Останов реактора с прекращением подачи питательной воды на ПГ

Статус блока: Мощность 97% от номинала (885 МВт)

При аварии реактором и энергоблоком управляли два оператора. Также на пульте управления был начальник смены АЭС и мастер.

Источники:

- Technical Basis and Implementation Guidelines for A Technique for Human Event Analysis (ATHEANA). Appendix A.1. NUREG-1624, Rev. 1. US NRC, 2000.
- Новиков И.И., Кружилин Г.Н. Уроки аварии реактора PWR на АЭС Три-Майл-Айленд в США в 1979 г. Электрические станции, 1999, № 6. С. 29-35.
- Волков Ю.В., Дугинов О.Б., Клинов Д.А. Надежность и безопасность ЯЭУ. Учебное пособие. Обнинск: ИАТЭ, 2005. 118 с.

[3] PWR – реактор типа ВВЭР, изготовлен фирмой Бабкок-Вилькокс (B&W); станция эксплуатировалась компанией "Метрополитен Эдисон" (совладельцем фирмы B&W).

Таблица 1.

Хронология основных событий и идентификация небезопасных действий и условий

Время	События	Небезопасные действия (ОД) и условия (ОУ)
04:00:37	Автоматическая остановка ПН из-за самопроизвольного отключения насосов в системе очистки конденсата. Звуковой сигнал тревоги на БЩУ. Из-за потери питательной воды на ПГ по АЗ останавливается турбина. Ухудшается отвод тепла от 1-го контура. Растет его температура и давление.	• Ремонтный персонал в течение последних 11 часов пытался с помощью воздушной пики прочистить трубки ионитного фильтра системы очистки конденсата, используя для подачи воздуха непредназначенную для этого пневматическую систему регулирования задвижками (**ОД-1**). Из-за попадания воды в пневматическую систему задвижки закрываются, что приводит к останову насосов в системе очистки конденсата. • Ответственные работы выполнялись в ночное время, в период максимального снижения эффективности когнитивных процессов и моторных функций (**ОУ-1**).
04:00:40	По росту давления в 1-м контуре автоматически открывается ПК КД. Пар сбрасывается в емкость сливного бака (барботер) КД.	
04:00:41	По отключению ПН автоматически включаются 3 насоса ПНД аварийной подачи питательной воды на ПГ. Из-за ошибочно закрытых задвижек на напоре насосов, вода в ПГ не поступает.	• Операторы не предприняли действий по открытию задвижек (**ОД-2**). Сигнальная лампочка одного насоса на пульте управления случайно прикрыта небрежно брошенной ремонтной табличкой (**ОУ-2**), на другие операторы не обратили внимание. • За 42 часа до исходного события были выполнены штатные испытания в ходе ППР насосов ПНД при закрытых задвижках. После этого задвижки не были открыты, хотя в журнале испытаний есть по этому поводу отметка (**ОД-3**).

Время	События	Небезопасные действия (ОД) и условия (ОУ)
		• На БЩУ не было никаких приборов, показывающих состояние одной из важнейших систем безопасности станции (**ОУ-3**).
04:00:45	Продолжающийся рост температуры теплоносителя ведет к росту давления в 1-м контуре и останову реактора по АЗ. Снижается температура и давление теплоносителя, нейтронная мощность падает до нуля.	
04:00:49	По снижению давления в 1-м контуре ПК КД начинает закрываться (на что указывает сигнальная лампочка на БЩУ), но его заклинивает в промежуточном положении.	• Операторы неверно определяют состояние ПК КД как "клапан закрыт" (**ОД-4**). • Индикация по ПК КД показывала на *положение* клапана – "закрыт", хотя на самом деле она сигнализировала о *команде* на закрытие. На пульте оператора отсутствовали другие средства контроля за состоянием ПК (**ОУ-4**). • Техническая неисправность ПК носила системный характер и уже приводила к аварийным ситуациям, о чем знали фирма-производитель оборудования и надзорный орган NRC. Информация на станциях отсутствовала (**ОУ-5**).
04:01:37	Из-за потери питательной воды ПГ полностью осушились. Отвод тепла от 1-го контура через ПГ прекратился.	• АЗ и автоматика сработали должным образом. Но на операторов обрушился поток многочисленных аварийных звуковых и световых сигналов (более 100 в минуту), не дающие конкретной информации и вместе с тем создающие беспокойную и тревожную обстановку (**ОУ-6**).
04:02:37	По снижению давления в 1-м контуре (из-за ПК КД) автоматически включаются 3 насоса ПВД САОЗ,	• Сам факт включения насосов ПВД должен был указать операторам на наличие утечки теплоносителя. Но операторы не пришли к этому

Время	События	Небезопасные действия (ОД) и условия (ОУ)
	предназначенные для компенсации потери теплоносителя.	выводу (**ОД-5**). • Из прошлого опыта (ВМФ) операторы были обучены ни в коем случае не допускать состояния "жесткого контура". Для них это была главная угроза при управлении реактором (**ОУ-7**). • В прошлом происходили случаи включения насосов ПВД САОЗ при отсутствии протечек 1-го контура (**ОУ-8**).
04:05:15	Уровнемер (индикатор уровня) КД показывает высокое значение (363") и продолжает повышаться (максимально допустимое = 400"). Рост уровня был связан не с повышением давления в 1-м контуре, а с его падением из-за некомпенсированной течи: давление снизилось до точки насыщения, в активной зоне стали образовываться пузыри пара, которые начали вытеснять воду из реактора, что отразилось на уровнемере.	• Операторы отключают 2 насоса ПВД и уменьшают в два раза расход на 3 насосе САОЗ, неверно полагая по уровнемеру КД, что 1-й контур полностью заполнен водой и существует опасность "встать на жесткий контур" (**ОД-6**). Таково количества воды было недостаточно для компенсации потери теплоносителя. • Условия насыщения нельзя было распознать непосредственно по показаниям приборов (**ОУ-9**).
04:06:37	Продолжается рост показаний уровнемера КД.	• Обеспокоенные этим и чтобы не допустить переполнения КД, операторы начинают сливать из него воду через дренажную линию 1-го контура (**ОД-7**). Они продолжают игнорировать возможность течи теплоносителя.
04:08:55	Операторы, наконец, догадались поднять маркировочные ремонтные таблички на пульте управления и заметили, что задвижки на линиях аварийной подачи питательной воды в ПГ закрыты. Они открывают их.	• Отсутствие питательной воды на ПГ (не критичное для данной ситуации) прибавило замешательства в действия персонала и отвлекло их внимание от основной проблемы – ПК КД (**ОУ-10**).

Время	События	Небезопасные действия (ОД) и условия (ОУ)
04:11:37	Сигнал на БЩУ о появлении воды в водосборнике (бак-приямок) помещений гермооболочки – признак, указывающий, что ПК КД не закрылся.	• Данный сигнал не замечен (или проигнорирован?) операторами (**ОД-8**).
04:15:37	Разрыв предохранительной мембраны сливного бака КД из-за роста температуры и давления в нем – признак, указывающий, что ПК КД не закрылся.	• Операторы не придали должного значения этому факту, который прямо указывал, что ПК КД не закрылся (**ОД-9**).
04:20	Из-за поступления теплоносителя в помещения гермооболочки в них быстро стали расти температура (на 50°C) и давление (свыше 0.003 кгс/см^2) - указывает на наличие течи теплоносителя.	• Операторы включили вентиляцию и систему охлаждения гермооболочки и проигнорировали важные индикаторы течи теплоносителя (**ОД-10**).
04:25 ÷ 06:20	Датчик температуры на сбросной линии ПК КД показывает превышение на 100°C (125°C). По инструкции допустимой является 55°C, а 90°C указывает на наличие течи теплоносителя через ПК КД.	• Операторы дважды посчитали, что превышение этого показателя вызвано остаточным разогревом от сброса пара при срабатывании ПК КД (спустя более чем 11 минут!) (**ОД-11**). • Среди операторов считалось обычным завышение датчиком показаний, поскольку ПК КД и другие дренажные вентили слегка подтекали (**ОУ-11**).
04:38	Согласно докладу обходчиков, включились насосы, откачивающие воду из переполняющегося бака-приямка (бака-отстойника) гермооболочки - указывает на наличие течи теплоносителя.	• Операторы остановили работу насосов, не понимая, что в помещения гермообъема большое количество воды, и продолжая игнорировать возможность течи теплоносителя (**ОД-12**).
04:40	Операторы отмечают сильное снижение показателей	• Операторы приступили к экстренному вводу бора, чтобы не

Время	События	Небезопасные действия (ОД) и условия (ОУ)
	концентрации борной кислоты (жидкого поглотителя) в 1-м контуре и рост показаний приборов нейтронного потока – индикаторы течи теплоносителя и осушения активной зоны реактора.	допустить повторной критичности реактора. Но значение этих показателей (течь теплоносителя) не было ими правильно понято (**ОД-13**).
04:45	Уровень теплоносителя в реакторе продолжает падать, но показатели уровнемера КД ошибочно указывают обратное (они возрастают).	
05:00	Температура и давление в помещения гермооболочки продолжает быстро возрастать - указывает на наличие течи теплоносителя.	• Операторы не замечают (игнорируют?) важные индикаторы течи теплоносителя (**ОД-14**).
05:14 ÷ 05:41	Из-за попадания пара в теплоноситель начинается высокая вибрация ГЦН. Чтобы избежать разрушение ГЦН и трубопроводов, операторы последовательно отключают все 4 ГЦН на двух петлях. Из-за парогазового пузыря под крышкой реактора, естественная циркуляция не установилась. Температура теплоносителя на выходе из активной зоны быстро увеличивается и вскоре достигает критического значения (327°С) – указывает на недостаток воды в 1-м контуре. Начинается интенсивное образование пара в активной зоне.	• Операторы не замечают (игнорируют) критический рост температуры теплоносителя как индикатор недостатка воды в 1-м контуре. Необходимая в этом случае система САОЗ не активизирована, насосы ПВД не включены (**ОД-15**).
06:20	Оператор из следующей смены замечает, что температура на сбросной линии ПК КД высокая и после подтверждения этой	

Время	События	Небезопасные действия (ОД) и условия (ОУ)
	информации закрывает запирающую арматуру перед ПК КД (отсечной клапан). Утечка теплоносителя через ПК КД прекращается. (Всего около 11364 л радиоактивной воды попало в помещения гермооболочки.) Уровень воды в 1-м контуре крайне низкий, она продолжает кипеть, разрушая реактор (2/3 активной зоны осталось без воды; температура поднялась выше 2200°С; началась бурная реакция оболочки ТВЭЛов, сплава циркония, с водой, при этом выделяется водород).	• Операторы предполагают наличие небольшой протечки теплоносителя из-за ПК КД. Вследствие этого, насосы САОЗ не включены (**ОД-16**).
06:30	Наблюдается быстрый рост радиоактивности в помещениях реактора.	• Операторы запросили у руководства разрешение на разведку работниками реакторного цеха в гермообъеме (**ОД-17**). К счастью разрешение не было получено, иначе вошедшие туда люди могли погибнуть.
06:55	Звук радиационной тревоги. На АЭС объявлено чрезвычайное положение. Половина активной зоны реактора разрушена, радиоактивность воды 1-го контура возросла в 350 раз.	
07:00	Приборы на БЩУ продолжают указывать на крайне высокую температуру теплоносителя.	• Высокая температура в реакторе приводит некоторых операторов к пониманию, что реактор разрушен. Другие не верят показаниям температуры (**ОД-18**).
07:10	Зафиксирована высокая радиоактивность в 1-м контуре, что указывало на серьезные повреждения оболочек ТВЭЛов. К	

Время	События	Небезопасные действия (ОД) и условия (ОУ)
	оперативному персоналу пришло первое понимание масштаба аварии.	
07:22	По решению прибывших на станцию специалистов более высокого ранга были включены все насосы САОЗ. Они проработали 40 минут и отключились – закончился запас борированной воды. Однако она успела накрыть активную зону, предотвращая дальнейшее ее разрушение.	
08:00	При давлении в помещениях гермооболочки свыше $1.28*10^5$ Па осуществилась автоматическая их герметизация.	• Более ранняя (ручная) герметизация помещений гермооболочки не была выполнена (**ОД-19**). Последний барьер безопасности не был задействован. В результате большое количество радиоактивной воды через систему дренажа попало во вспомогательные помещения, и через систему вентиляции активность попала на окружающую территорию.
08:30 ÷ 11:40	Операторы понимают, что естественной циркуляции в 1-м контуре и отвода тепла от топлива по-прежнему нет.	• Не имея разумного плана действия и не представляя до конца ситуацию (большое количество неконденсирующихся газов, в первую очередь, водорода), персонал предпринимает различные действия, которые не имели успеха (**ОД-20**).
13:00	Водород взрывается в помещениях гермооболочки, вызывая всплески давления на измерительных приборах БЩУ и внятные глухие звуки.	• Персонал относит всплески за счет нарушений в электрической сети, а глухие звуки, как полагали некоторые, связаны с работой вентиляторов (**ОД-21**).
16:00	Руководством станции было принято правильно решение: поднимать давление в 1-м контуре и пытаться запустить ГЦН.	

Время	События	Небезопасные действия (ОД) и условия (ОУ)
	Были вновь включены насосы САОЗ.	
19:50	Операторы запускают все ГЦН. Нормальная циркуляция теплоносителя в 1-м контуре была восстановлена.	

В состояние холодный останов реактор был переведен лишь через месяц.

Таблица 2.

Идентификация типов и источников небезопасных действий, а также точек снижения безопасности

ОД	Тип опасного действия	Источник небезопасного действия	Точки снижения безопасности
1	**Принятие решения** Выбор несоответствующего оборудования для достижения цели.	**Негативная роль аттитюдов и мотивации** Желание выполнить задачу любыми способами. **Условия выполнения задачи** Время выполнения ответственной задачи могло повлиять на функциональное состояние исполнителей (**ОУ-1**).	**Организационная Культура (КБ)** Надлежащий уровень контроля за выполнением ответственных работ. **Организационная Культура (КБ)** Надлежащий уровень организации выполнения ответственных работ.
2	**Выполнение** Отсутствие проверки работы технологической системы после автоматического запуска.	**Неэффективный контроль** Отсутствие контроля правильности работы системы, управляемой автоматикой. **Воздействие помех** Наличие посторонних предметов на системе контроля ответственного оборудования – насоса ПНД (**ОУ-2**).	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки по управлению аварийной системой (ПНД). **Организационная Культура (КБ)** Надлежащий уровень организации и контроля за выполнением ответственных работ (на пульте БЩУ).
3	**Выполнение** Пропуск шага при выполнении программы испытаний.	**Неэффективный самоконтроль** Отсутствие контроля выполнения всех шагов программы испытаний.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки по проведению программы испытаний технологической системы (ПНД).

ОД	Тип опасного действия	Источник небезопасного действия	Точки снижения безопасности
		Неэффективный внешний мониторинг Отсутствие внешнего контроля за выполнением всех шагов программы испытаний. **Отсутствие систем контроля** Отсутствие показателей работы одной из систем безопасности станции – ПНД (**ОУ-3**).	**Линейное управление/Подготовка** Мониторинг выполнения программы испытаний технологической системы. **Интерфейс "Человек-Машина"** СОИ состояния ПНД.
4	**Диагностика** Неверная идентификация состояния оборудования.	**Неадекватная СОИ** Вводящая в заблуждение система контроля за работой ПК КД (**ОУ-4**). **Негативная роль аттитюдов и мотивации** Когнитивное искажение из-за несоответствующего качества оборудования (**ОУ-5**).	**Интерфейс "Человек-Машина"** СОИ состояния ПК КД. **Надзор** Отсутствие информации о системной неисправности оборудования (ПК) со стороны надзорных органов и фирмы-производителя.
5	**Диагностика** Неверная идентификация состояния технологического контура.	**Неверная когнитивная модель ситуации** Когнитивные искажения получаемой информации на основе ранее принятой модели ситуации. **Неэффективная СОИ (информационная поддержка)** Большой объем несущественной информации, определяющий высокую рабочую нагрузку (**ОУ-6**).	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура). **Интерфейс "Человек-Машина"** Информационная поддержка операторов в аварийных ситуациях.

ОД	Тип опасного действия	Источник небезопасного действия	Точки снижения безопасности
		Негативная роль аттитюдов и мотивации Когнитивное искажение из-за доминирования установки не допустить состояния "жесткого контура" (**ОУ-7**). **Негативная роль аттитюдов и мотивации** Когнитивное искажение из-за низкого уровня технического обслуживания оборудования (**ОУ-8**).	**Процесс подготовки персонала** Система приоритетов различных типов нарушений для безопасности АЭС. **Организационная Культура (КБ)** Надлежащий уровень технического обслуживания оборудования, влияющего на безопасность станции, и контроля за качеством работ.
6	**Принятие решения** Выбор стратегии действий на основе неверной модели ситуации.	**Неверная когнитивная модель ситуации** Решение отражает неверную диагностику ситуации. **Неэффективная СОИ (информационная поддержка)** Отсутствие информации о наличии небезопасных для безопасности станции условий (**ОУ-9**).	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура). **Интерфейс "Человек-Машина"** Информационная поддержка операторов в аварийных ситуациях.
7	**Принятие решения** Выбор стратегии действий на основе неверной модели ситуации.	**Неверная когнитивная модель ситуации** Решение отражает неверную диагностику ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура).
8	**Восприятие**	**Когнитивные искажения**	**Процесс подготовки персонала**

ОД	Тип опасного действия	Источник небезопасного действия	Точки снижения безопасности
	Важная для диагностики ситуации информация не замечена или проигнорирована.	Негативной влияние ранее сформированной модели ситуации.	Знания, умения и навыки диагностики ситуации (открытое состояние ПК КД).
9	**Диагностика** Игнорирование информации, которая не отвечала текущей (неверной) модели ситуации.	**Когнитивные искажения** Негативной влияние ранее сформированной модели ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (открытое состояние ПК КД).
10	**Диагностика** Игнорирование информации, которая не отвечала текущей (неверной) модели ситуации.	**Когнитивные искажения** Негативной влияние ранее сформированной модели ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура).
11	**Диагностика** Неверная идентификация состояния технологической системы (влияние неверной модели ситуации).	**Когнитивные искажения** Негативной влияние ранее сформированной модели ситуации. **Негативная роль аттитюдов и мотивации** Когнитивное искажение из-за низкого уровня технического обслуживания оборудования (**ОУ-11**).	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (открытое состояние ПК КД). **Организационная Культура (КБ)** Надлежащий уровень технического обслуживания оборудования, влияющего на безопасность станции, и контроля за качеством работ.
12	**Диагностика** Игнорирование информации, которая не отвечала текущей (неверной) модели ситуации.	**Когнитивные искажения** Негативной влияние ранее сформированной модели ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура).

ОД	Тип опасного действия	Источник небезопасного действия	Точки снижения безопасности
13	**Диагностика** Неверная идентификация состояния технологической системы.	**Когнитивные искажения** Негативной влияние ранее сформированной модели ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура).
14	**Восприятие** Важная для диагностики ситуации информация не замечена или проигнорирована.	**Когнитивные искажения** Негативной влияние ранее сформированной модели ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура).
15	**Восприятие** Важная для диагностики ситуации информация не замечена или проигнорирована.	**Когнитивные искажения** Негативной влияние ранее сформированной модели ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура).
16	**Диагностика** Незначительная коррекция модели ситуации, которая не приводит к пониманию истинного состояния станции и к смене стратегии действий.	**Когнитивные искажения** Негативной влияние ранее сформированной модели ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура).
17	**Принятие решения** Выбор действий на основе неверной модели ситуации.	**Неверная когнитивная модель ситуации** Решение отражает неверную диагностику ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура).
18	**Диагностика** Игнорирование вновь поступающей	**Когнитивные искажения** Негативной влияние ранее сформированной	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации

ОД	Тип опасного действия	Источник небезопасного действия	Точки снижения безопасности
	информации, которая не отвечала текущей (неверной) модели ситуации.	модели ситуации.	(течь 1-го контура).
19	**Принятие решения** Отсутствие необходимых действий вследствие неверной модели ситуации.	**Неверная когнитивная модель ситуации** Не принятие своевременных мер из-за неверной диагностики ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура).
20	**Принятие решения** Предпринимаются действия без разумного плана и понимания сущности происходящего.	**Неверная когнитивная модель ситуации** Решение отражает отсутствие понимания ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (течь 1-го контура с образованием газового пузыря под крышкой реактора).
21	**Диагностика** Неверная интерпретация полученной информации.	**Когнитивные искажения** Интерпретация полученной информации отражает отсутствие понимания ситуации.	**Процесс подготовки персонала** Знания, умения и навыки диагностики ситуации (наличие большого количества свободного водорода в помещениях гермооболочки).

Таблица 3.

Пример анализа точек снижения безопасности

(ОУ-5) Надзор - Организационный фактор

Отсутствие информации о системной неисправности оборудования (ПК) со стороны надзорных органов и фирмы-производителя.

Расследование показало, что фирме Бабкок-Вилькокс, которая изготавливает ПК, уже были известны 9 случаев заклинивания этих клапанов на других установках. Но фирма не только не приняла мер для устранения этого дефекта, но и не проинформировала использующих их АЭС о его наличии. Например, в сентябре 1977 года, на одной из АЭС (реактор ВВЭР) произошла авария с заклиниванием открытого ПК КД. Все обошлось без больших последствий, потому что реактор работал на мощности 9% от номинальной, и отсечной клапан был закрыт через 20 минут. И в этом случае операторы ошибочно остановили насосы САОЗ, которые автоматически включились по АЗ (снижение давления в 1-м контуре из-за течи теплоносителя). Эта авария была специально рассмотрена фирмой Бабкок-Вилькокс и NRC (Комиссией по ядерному регулированию США). В результате было признано, что при полной мощности реактора такое нарушение может привести к оголению активной зоны и повреждению ТВЭЛов. Но ни фирма, ни NRC не проинформировали об этом атомные станции.

Комиссия по расследованию аварии на АЭС TMI, в частности, рекомендовала:

- Провести полную реорганизацию NRC для придания ей широких полномочий по техническому надзору по всем разделам эксплуатации АЭС, а также по контролю качества поставляемых на АЭС оборудования.

(ОД-1,2; ОУ-8,11) Организационная Культура (Культура Безопасности) - Организационный фактор

Отсутствие надлежащего уровня технического обслуживания оборудования, влияющего на безопасность станции (организации и контроля качества работ).

Расследование показало, что руководство АЭС TMI относилось к эксплуатации без должного учета радиоактивной опасности АЭС, т.е., практически так же, как к эксплуатации обычной ТЭС на органическом топливе. В частности, не было никаких требований к уровню образования операторов и начальников смен. Их подготовкой по договору с АЭС занимался учебный отдел фирмы Бабкок-Вилькокс, причем не было ни надлежащим образом оформленной программы,

ни надлежащего руководства учебным процессом. Директор и другие руководители АЭС подготовкой операторов не занимались. В результате сложнейшее оборудование, высокотехнологичные системы обслуживались технически слабо подготовленным персоналом. Вследствие этого на АЭС мирились с низким уровнем ее эксплуатации: протечками воды в вентилях; попаданием влаги на системы регулирования; со слабым контролем за выполнением ремонтных работ (что привело, в частности, к оставлению закрытыми задвижек на аварийных питательных трубопроводах к ПГ).

Комиссия по расследованию аварии на АЭС TMI, в частности, рекомендовала:

- Определить подробно меры для подготовки и переподготовки операторов и начальников смен, чтобы они действительно обеспечивали безопасную работу реактора и являлись, по существу, главным барьером безопасности. Создать в отдельных штатах и энергосистемах учебные курсы для подготовки и переподготовки операторов и начальников смен с приемом на них лишь тех, кот сдал экзамены по специальной программе. Повысить роль тренажеров в подготовке операторов, которые должны быть доступны для персонала.