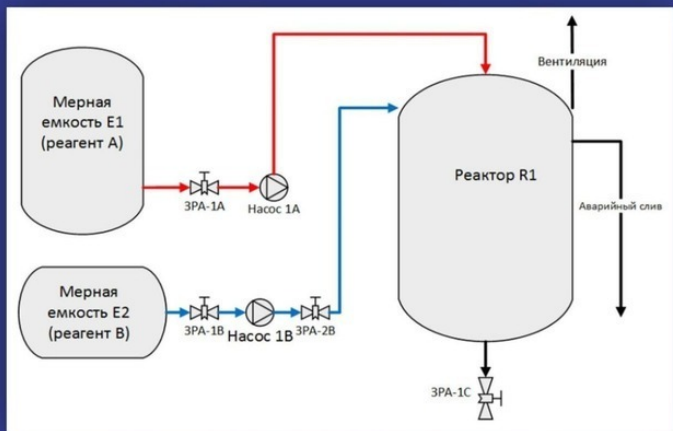


Сергей Александрович Мазеин

# HAZOP

- практическое руководство



пособие для самостоятельной подготовки

# Сергей Александрович Мазеин

# HAZOP – практическое

# руководство

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=55731156](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=55731156)*

*ISBN 9785449895653*

## **Аннотация**

Практическое руководство, а по сути, путеводитель по весьма специфичной теме, которая в нашей стране набирает популярность и занимает достойное место в инструментарии управления производством, безопасностью и в проектировании. Руководство позволяет максимально коротко и корректно пройти путь от понимания идеи HAZOP до его практического применения. Книга позволяет заложить прочный фундамент для активного и продуктивного применения метода HAZOP в самых широких областях деятельности.

# Содержание

Предисловие автора	5
Введение	6
Краткая история возникновения метода HAZOP	12
Основная идея метода	17
1. Область применения	23
2. Нормативные ссылки	24
3. Определения	25
4. Принципы HAZOP	34
4.1. Обзор	34
4.2. Принципы экспертизы	38
Конец ознакомительного фрагмента.	45

# **HAZOP – практическое руководство**

**Сергей Александрович  
Мазеин**

© Сергей Александрович Мазеин, 2020

ISBN 978-5-4498-9565-3

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

# Предисловие автора

Настоящее руководство составлено в соответствии с запросами слушателей и пользователей на основе британского стандарта BS IEC 61882:2001 и ГОСТ Р 51901.11—2005 и представляет собой результат многолетнего опыта преподавания метода и его применения. Поскольку официальным документам не достает «практичности», на взгляд читателей, в данном руководстве сделан акцент на то, КАК этот метод может быть применен, сделаны попытки дополнительно разъяснить те или иные положения официальных документов за счет большей «иллюстративности» (наглядности) текста. Возможно, в некоторых вопросах это сужает взгляд, в некоторых углубляет, однако за основу взят текст и структура британского стандарта, чтобы у читателей сохранилось представление и об официальном документе.

Надеюсь, что настоящее руководство поможет распространению и более эффективному применению метода.

*С. А. Мазеш*

# Введение

В начале XX века становится понятно, что рассматривать сложные объекты только на основе свойств составляющих их элементов не совсем продуктивно. Концепция «система надежна, если надежен каждый его элемент» стала подвергаться сомнению.

По мере развития науки и техники изменились многие параметры, которые существенно влияли на последствия функционирования технических систем, такие как:

- скорость процессов;
- масштабы затрат на создание объектов;
- масштабы последствий;
- новые материалы и процессы, не имевшие длительного (я бы сказал, векового) опыта практического использования;
- сложность техногенных систем.

Все это требовало изменения подходов к проектированию, эксплуатации техногенных систем.

Поведение систем определяется не столько свойствами составляющих их частей/компонентов, сколько характером и количеством связей (взаимодействий) между этими частями/компонентами.

Сложность системы определяется количеством связей. Чем больше связей приходится на один компонент системы, тем она сложнее.

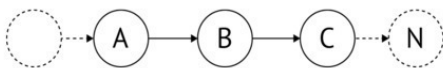


Рис. 1. Пример простой системы (на один элемент – 2 связи) – линейной

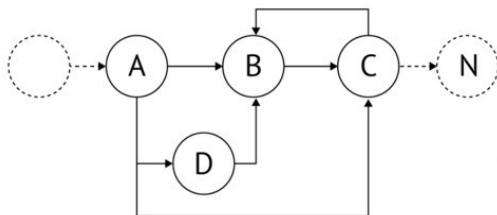


Рис. 2а. Пример более сложной системы (в среднем более двух связей на один элемент)

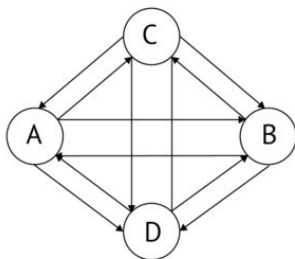


Рис. 2б. Пример максимально сложной системы из 4-х

элементов. Все связаны со всеми

В реальной практике мы сталкиваемся с еще более сложными системами, чем показано на рис. 2б. Так называемыми «мягкими» системами (сверхсложными), не столько из-за количества элементов, сколько из-за наличия особого типа элементов, имеющих собственное целеполагание, которое может изменяться во времени и отличаться от цели системы, для которой оно создавалось. Этим «особым» элементом является человек.

Действительность преподносит нам еще один «подарок» – это связи с «внешней», по отношению к рассматриваемой системе, средой (метасистемой).

Типы связей (взаимодействия) также бывают различными, это и обеспечивает многообразие поведения системы. Например, пропорциональные связи «чем больше – тем больше», когда увеличение воздействия влечет увеличение отклика. Обратные пропорциональные связи – «чем больше – тем меньше». В этом случае увеличение воздействия влечет уменьшение отклика, и, наоборот, уменьшение влечет увеличение. Пороговые связи: воздействие тогда приводит к отклику, когда достигает или превосходит некоторое пороговое значение. Взаимодействие с задержкой, когда отклик происходит спустя какое-то время.

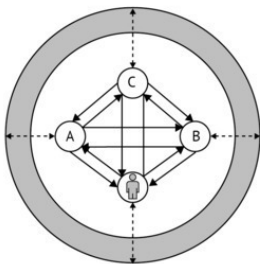


Рис. 3. Модель «реальной» 4-элементной системы с внешней средой

Исследование реальных систем в рамках практической деятельности не представляется возможным, да и человеческое мышление, восприятие устроено таким образом, что воспринимает мир через свое представление о нем. Поэтому для практических целей исследуются модели явления, процесса, системы и т. п.

В связи с этим хотелось бы сказать пару слов об ограничениях любого исследования.

Когда мы говорим о проекте, процессе, установке, то, в первую очередь, говорим о модели того, что собираемся рассматривать. Возникает вопрос адекватности модели. Адекватной моделью принято считать ту, которая позволяет осмысленно ответить на вопросы исследования, указав причину и следствие, то есть показывает, как возникает или формируется ответ. Но модель не есть действительность

(карта местности не является самой местностью).

Информационное насыщение модели определяет степень детализации понимания.

Сам метод исследования налагает определенные ограничения.

И, наконец, поскольку исследование проводят люди, то и результат зависит от участников процесса любого исследования. От широты и глубины знаний, многообразия опыта (первый крупный блок – когнитивный), от того, как люди организованы в процессе исследования, насколько организация процесса способствует эффективной работе специалистов (второй блок – организационный или операционный).

Итак, результаты любого исследования имеют следующие ограничения:

- модельные,
- информационные,
- методологические,
- когнитивные,
- организационные.

Исходя из этого, два разных исследования, различающиеся по одному из пяти упомянутых пунктов, будут иметь различающиеся результаты, выводы. Важна степень различия.

Чем, на наш взгляд, привлекателен метод HAZOP? Тем, что при равенстве 1, 2, 3 (исследуется, например, одна и та же технологическая схема, одна и та же исходная документированная информация, метод один – HAZOP, цели ис-

следования одинаковы), но при различии п.п. 4 и 5, то есть при изменении состава участников и стиля ведения экспертной сессии (организации взаимодействия экспертов с руководителем исследования и между собой), мы будем получать мало<sup>1</sup> отличающиеся друг от друга результаты.

---

<sup>1</sup> Мало в данном случае не числовое, не параметрическое значение, а субъективная оценка автора, основанная на опыте преподавания и проведения исследований.

# Краткая история возникновения метода HAZOP

Инструмент HAZOP (образовано от hazard and operability – опасность и работоспособность) разработан подразделением тяжелой органической химии британской химической корпорации Imperial Chemical Industries.

В 1963 году группа из трех человек в течение четырех месяцев по три раза в неделю собиралась с целью анализа и изучения конструкции нового завода по производству фенола.

Они начали с методики, которая называлась Critical Examination и позволяла искать альтернативы конструкции, но затем отказались от нее для поиска отклонений. Метод, который был дальше использован в компании, назывался Operability Studies. Это было исследование работоспособности – условий и состояний объекта (его частей), при которых сохраняется/нарушается его целевая функциональная способность. Основная идея метода – изучить, как поведет себя объект, если какие-то входы и/или части объекта будут отказывать или вести себя не регламентированным образом.

Этот метод привел к третьей методике анализа опасности (первые две использовались на стадиях концепции и раз-

работки спецификации), когда первый рабочий проект был подготовлен. Она и стала основой HAZOP.

**Что это за метод – критический анализ (Critical Examination)**

Критическое исследование – это устоявшаяся техника, которая помогает мыслить системно и логически. Он определен BS 3138: 34004 как «систематический анализ информации о проблеме, процедуре или деятельности, содержащий выводы в отношении необходимости упрощений, комбинации, последовательности и альтернатив».

Это структурированный и аналитический подход, который позволяет использовать творческое мышление для разработки ряда альтернативных предложений.

### **Как и где он используется**

Его можно использовать в любом проекте или части работы, где рассматриваются исходящие процедуры, процессы и функции. Каждый аспект деятельности может быть рассмотрен и поставлен под сомнение. Есть ряд вопросов, которые можно задать. Объем и круг вопросов будут варьироваться в зависимости от предмета рассмотрения. Зачем это вообще делается – можно ли это устранить?

- Где это делается и почему это делается именно там?
- Что же делается?
- Когда это будет сделано?
- А кто это делает?

· Как это делается?

· Что же подразумевается, если это вообще не делается?

Эти вопросы определяют цель и необходимость существования такого процесса. Если будет установлено, что есть необходимость в процессе, то потребуется второй набор вопросов. Они будут включать в себя следующие.

· Как еще можно выполнить эту работу каковы альтернативы?

· Кто же должен это делать?

· Можно ли автоматизировать процесс?

· Как это должно быть сделано?

· Можно ли это упростить?

· Где же это должно быть сделано?

· Когда это должно быть сделано?

Этот второй набор вопросов может быть использован для разработки и оценки альтернативных сценариев.

В 1974 году по предложению Института химического машиностроения (ICChemE) изучение данной процедуры было включено в Недельный курс безопасности политехнического колледжа Мидлсбурга (ныне университет – Teesside University, Великобритания).



Рис. 4. Авария в Фликсборо

Предложение появилось после Фликсборской аварии, и тема была введена на ближайшие несколько лет. В том же году вышла первая официальная публикация производителей химической промышленности. Chemical Industries Assotiation опубликовала «Руководство по методу».



## Тревор Ашер Клетц

До некоторого времени термин HAZOP не использовался в официальных публикациях. Первым термин ввел в обиход Тревор Клетц<sup>2</sup> в 1983 году. Сейчас изучение методологии стало обязательной частью курсов химического машиностроения в Великобритании.

---

<sup>2</sup> Тревор Ашер Клетц (1922 – 31 октября 2013) был плодовитым британским автором в сфере безопасности химического машиностроения. Ему приписывают введение понятия «внутренне присущей безопасности». Считается, что он был главным пропагандистом HAZOP.

# Основная идея метода

Основная идея метода состоит в моделировании возмущений. Один элемент системы является источником возмущения, а другой – приемником. В первом рассматриваются причины возникновения отклонения, а во втором – последствия, к которым это возмущение/отклонение приводит, и как это влияет на поставленные цели.



Рис. 5. Принцип метода HAZOP

Каждый элемент системы рассматривается дважды: и как приемник возмущения от предыдущего элемента (-ов), и как его источник для следующего элемента (-ов).

## Роль и место метода HAZOP в оценке рисков

Оценка рисков предполагает следующую последовательность действий:

1. Выявление (идентификация) опасности.
2. Оценка частоты реализации опасности.
3. Оценка тяжести последствий реализации опасности.
4. Собственно расчет риска (комбинации тяжести и вероятности опасного события).



Рис. 6

Как видно из рис. 6, первым этапом проводится идентификация опасности. Метод HAZOP как раз и относится к первому этапу.

Процедуры 2, 3 и 4 непосредственно к методу HAZOP не имеют отношения и связаны либо со сбором и обработ-

кой статистических данных и проведением расчетов по оценке последствий, например, с использованием специализированного программного обеспечения (PromRisk, TOXI + Risk и др.), либо с экспертной оценкой этих составляющих риска.

Результаты экспертной оценки вероятности и тяжести последствий, на наш взгляд, целесообразно проверять на устойчивость к изменению состава экспертов и/или числа экспертов, чтобы выработать оценку надежности такой экспертизы.

Целью настоящего руководства является описание принципов и процедур исследований опасности и работоспособности (HAZOP). HAZOP – это структурированный и систематический метод проверки определенной системы с целью выявления в ней потенциальных опасностей (уязвимостей), причинно-следственной связи между инициирующими то или иное отклонение событиями и их последствиями. К таким опасностям могут относиться как те, которые, по существу, относятся только к непосредственной области системы (то есть целям их создания), так и те, которые имеют гораздо более широкую сферу влияния, например, некоторые экологические опасности.

Под опасностями, как правило, понимаются последствия влияния отклонений в поведении системы, ее компонентов от целей системы (элементов), то есть тех показателей, которые они должны генерировать в нормальном рабочем режиме, а также и от целей, которые ставит перед собой

исследование. Примерами таких целей исследования могут быть: безопасность эксплуатационного персонала, непрерывность производства, производительность, издержки, качество и т. п. (безусловно, все эти цели должны быть операционным образом сформулированы, чтобы участники исследования могли однозначно ответить на вопрос, достигается цель или нет).

Метод предназначен для выявления потенциальных проблем с работоспособностью системы и, в частности, причин сбоев в работе и производственных отклонений, которые могут привести к несоответствующей продукции.

Важным преимуществом исследований HAZOP является то, что знания, полученные путем выявления потенциальных опасностей и проблем работоспособности, если они конкретны и предметны, очень помогают в определении возможных мер по исправлению положения (то есть устранению причин или снижению степени тяжести или вероятности последствий).

Следует отметить, что исследование проводится систематическим и структурированным образом, что обеспечивает последовательность, полноту, проверку установленным в начале исследования образом (типы возможных отклонений применяются ко всем элементам).

Характерной особенностью исследования HAZOP является «экзаменационная сессия», в ходе которой межфункциональная (кроссфункциональная) команда с целью обес-

печения многообразия точек зрения на систему под контролем руководителя исследования систематически исследует все соответствующие части проекта или системы. Руководитель определяет отклонения от замысла системы, используя базовый набор управляющих слов (этот набор управляющих слов и определяет тип отклонений). Метод призван стимулировать воображение, профессиональный опыт и способность участников систематически оценивать возможные причины и последствия тестируемых (проверяемых) отклонений. HAZOP следует рассматривать как метод мысленного (и вербального) моделирования ситуации с использованием основанных на опыте подходов на основе принятой практики.

Следует отметить различие в подходах между экспертизой промышленной безопасности (ЭПБ) и методом HAZOP. Ключевые различия состоят в следующем:

- ЭПБ исследует поведение системы (отдельного элемента), HAZOP – рассматривает взаимодействие элементов (двух соседних: источник отклонения и получатель возмущения).

- ЭПБ проводится в отношении нормальных (предусмотренных регламентом) режимов, а HAZOP – исследует поведение *всех возможных степеней* отклонения от допустимого режима работы в рамках физически возможных значений.

- ЭПБ рассматривает влияние возможных дефектов, ос-

новываясь на статистике<sup>3</sup>, а HAZOP рассматривает поведение элементов системы, допустимое с точки зрения «законов движения» системы. Дефекты являются частным случаем для HAZOP.

Существует много различных инструментов и методов, доступных для идентификации потенциальных опасностей и проблем с работоспособностью, начиная от контрольных списков, анализа режимов неисправностей и эффектов (FMEA), анализа дерева ошибок (FTA) до HAZOP. Некоторые методы, такие как контрольные списки и анализ «что, если»/«анализ», можно использовать на ранних этапах жизненного цикла системы, когда доступно мало информации, или на более поздних этапах, если требуется менее подробный анализ. Исследования HAZOP требуют более подробной информации о рассматриваемых системах, но дают более полную информацию об опасностях и ошибках в конструкции системы.

---

<sup>3</sup> Каким образом собраны данные, какова надежность и точность этих данных – неизвестно, но надзорными органами они принимаются.

# 1. Область применения

Настоящее руководство предназначено помочь в исследовании систем методом HAZOP. Пособие может служить разъяснением и иллюстрацией к руководствам по применению методики (BS IEC 61882:2001 и ГОСТ Р 51901.11—2005) и может являться методикой изучения HAZOP, включая определение, подготовку, экзаменационные/исследовательские сессии итоговой документации и последующее наблюдение.

В настоящем руководстве представлены шаблоны рабочих таблиц и рекомендации по их заполнению, подготовке исследовательской сессии и ее проведению, а также набор примеров из различных отраслей, иллюстрирующих экспертизу HAZOP (как авторских, так и представленных в BS IEC 61882:2001 и ГОСТ Р 51901.11—2005).

## **2. Нормативные ссылки**

В тексте использованы следующие нормативные документы: BS IEC 61882:2001, ГОСТ Р 51901.11—2005, методические рекомендации по проведению ЭПБ.

## 3. Определения

Для целей данного руководства определения, используемые в дальнейшем, будут даны как из BS IEC 61882:2001, так и из ГОСТ Р 51901.11—2005, с комментариями и разъяснениями автора.

### 3.1. Characteristic (Характеристика)

**BS**<sup>4</sup> qualitative or quantitative property of an element.

**NOTE:** Examples of characteristics are pressure, temperature, voltage.

**ГТ**<sup>5</sup>: Качественное или количественное свойство элемента.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Примерами характеристик являются давление, температура, напряжение.

#### *Примечание автора:*

*Характеристика – один из параметров, который количественно отражает свойства элемента, проявляющиеся при взаимодействии с окружающей средой – выход/вход рассматриваемого элемента или, по-другому, то, что элемент генерирует на выходе или получает на входе.*

---

<sup>4</sup> **BS** – Британский стандарт BS IEC 61882:2001.

<sup>5</sup> **ГТ** – Российский стандарт ГОСТ Р 51901.11—2005.

*Например, гидронасос, на входе жидкость под давлением  $P_{вх}$  а на выходе жидкость под давлением  $P_{вых}$  расходом  $Q$  ( $м^3/мин$ ) и т. д. В качестве характеристик могут рассматриваться не только существенные для этого элемента параметры, но и контролируемые во всей системе.*

### 3.2. Design intent (Цель проекта)

**BS:** Designer's desired, or specified range of behaviour for elements and characteristics.

**GT:** Диапазон изменений характеристик состояния элементов системы, заданный или установленный по требованиям проектировщика.

#### **Примечание автора:**

*Установленный или определенный конструктором (проектировщиком) диапазон допустимых значений поведения для элементов и их характеристик, а также его функциональное назначение. Назначение – то, для чего он присутствует в системе, что он делает. Диапазон характеристик конкретизирует функциональные цели части систем, то есть то, что она «должна делать».*

### 3.3. Deviation (отклонение)

**BS:** departure from the design intent.

**GT:** Отклонение от цели проекта.

### ***Примечание автора:***

*Выход за пределы значений характеристик, предусмотренных проектом, неполное (частичное) выполнение или полное невыполнение назначения, предусмотренного проектом.*

### 3.4. Element (элемент)

**BS:** constituent of a part which serves to identify the part's essential features.

NOTE: The choice of elements may depend upon the particular application, but elements can include features such as the material involved, the activity being carried out, the equipment employed, etc. Material should be considered in a general sense and includes data, software, etc. constituent of a part which serves to identify the part's essential features

NOTE: The choice of elements may depend upon the particular application, but elements can include features such as the material involved, the activity being carried out, the equipment employed, etc. Material should be considered in a general sense and includes data, software, etc.

**GT:** Непосредственная составляющая части, которая служит для идентификации существенных особенностей части.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Выбор элементов может зависеть от конкретного применения, но элементы могут включать такие материалы: выполняемое действие, используемое оборудование и т. д. Материал должен рассматриваться в широком

смысле и включать данные, программное обеспечение и т. д.

### **Примечание автора:**

*Однако взаимодействие между ними и внутри них происходит посредством какого-либо агента – элемента.*

*Например, источник питания и лампочка взаимодействуют через агента – элемент, который принято называть электрическим током, а степень воздействия измеряется через его характеристики, которые могут выступать как элементы: напряжение, частота, сила тока. Другой пример: взаимодействие емкости хранения газа и горелки, здесь элементом системы (или ее части) является газ, который описывается через его характеристики: температура, давление, расход, количество и др. важные в контексте функционального назначения системы или ее части, т. е. цели проектного намерения. В этом смысле элемент как агент взаимодействия тоже является частью системы.*

*Довольно часто во время проведения HAZOP-сессий эксперты в качестве элемента предлагают рассматривать уровень (если речь идет о емкости). Это связано с тем, что есть довольно жесткие требования надзорных органов в отношении отслеживания этой характеристики состояния части. Нам же должны интересовать параметры взаимодействия или параметры, характеристики агента взаимодействия, отклонения от «нормальности» которого мы моделируем. К превышению или недостижению предельно-*

*го уровня мы можем прийти, рассматривая такую количественную характеристику элемента (например, жидкости, реагента и т. п.), как количество, объем.*

### 3.5. Guide word (Управляющее слово)

**BS:** word or phrase which expresses and defines a specific type of deviation from an element's design intent.

**GT:** слово или фраза, которая выражает и определяет определенный тип отклонения от цели проекта элемента.

#### ***Примечание автора:***

*Слово или фраза, которые выражают тип отклонения, используемые при вербальном/ мысленном моделировании самого отклонения. Например. НЕТ – управляющее слово, расход- характеристика воды – элемент, Нет расхода – модель отклонения. БОЛЬШЕ – управляющее слово, Давление газа больше прочности трубопровода – модель отклонения поведения элемента или взаимодействия.*

### 3.6. Harm (вред)

**BS:** Physical injury or damage to the health of people or damage to property or the environment.

**GT:** Физический вред или ущерб здоровью людей или ущерб имуществу или окружающей среде.

#### ***Примечание автора:***

*Вред – нарушение функциональности организма человека<sup>6</sup> или нарушение целостности-функциональности имущества. Величина вреда или, по-другому, ущерба может оцениваться как по степени отклонения текущего состояния от целевого (в этом смысле его хорошо иллюстрирует такое понятие, как недополученная прибыль и др.), так и по величине затрат (усилий), которую необходимо понести, чтобы восстановить функциональность и достичь цели, поставленной субъектом управления. В этом смысле вред всегда субъективен. Объективно вреда не существует, существуют явления, результаты взаимодействий и т. п.*

### 3.7. Hazard (опасность)

**BS:** potential source of harm.

**GT:** потенциальный источник вреда.

#### **Примечание автора:**

*Опасность – последовательность событий (имеющих причинно-следственную связь) или совокупность обстоятельств (начальных условий), при которых законы движения системы приведут к тому, что имущество или люди изменят свое функциональное состояние и субъект управления не достигнет поставленных целей.*

---

<sup>6</sup> Приложение А. Степень нарушения функций организма характеризуется различными показателями и зависит от вида функциональных нарушений, методов их определения, способности измерения и оценки результатов.

### 3.8. Part (часть)

**BS:** section of the system which is the subject of immediate study.

*NOTE:* A part may be physical (e.g. hardware) or logical (e.g. step in an operational sequence).

**GT:** часть исследуемой системы.

*ПРИМЕЧАНИЕ:* Часть может быть физической (например, аппаратной) или логической (например, этап в последовательности операций).

#### ***Примечание автора:***

*Часть – подмножество множества, группа фрагментов (-а), звеньев (звена), рассматриваемого объекта или подсистема, выделенная по определенному признаку.*

*Любая система состоит из набора взаимодействующих частей, выделение частей всегда условно и зачастую производится по функциональному признаку, то есть той роли, которую они играют в системе. Выделение части всегда условно.*

*Часть может иметь собственную структуру, а ее составляющие – свою структуру и т. д. Таким образом, частью может служить как объект ремонта в технологической схеме, так и их определенная конфигурация или узлы в объекте ремонта. Если речь идет о бизнес-процессе или программном продукте, то частями могут служить*

*подпроцессы, или подпрограммы, или более мелкие структуры-действия, или функции, операции.*

*В терминах «часть» и «элемент» можно сказать, что система – это комбинация, конфигурация частей (функциональных объектов), связанных между собой элементами (взаимодействия).*

### 3.9. Risk (риск)

**BS:** combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm.

**GT:** сочетание вероятности появления опасного события и его последствий.

#### ***Примечание автора:***

*Сочетание, комбинация очень часто понимается очень узко – как произведение вероятности и ущерба, вреда. Произведение – это очень узкое понимание термина «сочетание» или «комбинация». В настоящее время вполне официально существуют конкретные определения риска, которые включают не только произведение, но и деление.*

*Желание перемножить одно на другое связано именно с традицией и попыткой оценивать риск через его образующие понятия: вероятность события и вред (ущерб) и нежеланием расширить подходы к оценке рисков. И самое главное, это следствие не совсем ясного понимания, зачем их (риски) надо оценивать. Тем не менее существуют подходы,*

*которые позволяют оценивать риски напрямую, минуя фазу анализа, разложения на компоненты. Но это совсем другая тема.*

# 4. Принципы HAZOP

## 4.1. Обзор

Исследование HAZOP – это подробный процесс идентификации проблем, связанных с опасностями и работоспособностью, который проводится командой. HAZOP занимается выявлением потенциальных отклонений от замысла проекта, изучением их возможных причин и оценкой последствий.

Сессии HAZOP обладают рядом ключевых особенностей. Исследование является творческим процессом. Оно проводится путем систематического использования серии управляющих слов для выявления потенциальных отклонений от замысла проекта и использования этих отклонений в качестве «запускающих устройств», чтобы побудить членов команды предвидеть, как может произойти отклонение и каковы могут быть последствия.

Исследование проводится под руководством обученного и опытного руководителя группы, который должен обеспечить всестороннее освещение изучаемой системы, используя логическое, аналитическое мышление. Желательно, чтобы руководителю исследования помогал регистратор, который записывает идентифицированные опасности и/или экс-

плуатационные нарушения для дальнейшей оценки и устранения.

Исследование опирается на специалистов различных дисциплин с соответствующими навыками и опытом, которые демонстрируют интуицию и здравый смысл. Какие знания и навыки должны быть у членов команды, чтобы в ходе исследования рассмотреть систему со всех возможных, с практической точки зрения, сторон?

Если в общих терминах, то это должны быть:

- специалисты, которые знают, как должна работать система, чтобы получить результат;
- специалисты, которые знают возможности системы;
- специалисты, которые знают, как система работает в действительности;
- специалисты, которые знают, как система выходит из строя;
- специалисты в области целей исследования.

Исследование должно проводиться в атмосфере позитивного мышления и откровенного обсуждения. Когда проблема выявлена, она записывается для последующей оценки и решения. Создание атмосферы сотрудничества, продуктивной доброжелательности и открытости – одна из ключевых задач руководителя исследования.

Для достижения этой цели важно опрашивать каждого участника, задавая вопросы, выясняя именно его мнение, а при необходимости прибегая к «провокации» как методу,

стимулирующему критическое обсуждение вопроса, или задавая уточняющие вопросы касательно принципов работы отдельных частей элемента.

Решение выявленных проблем не является основной целью проверки HAZOP, но, если они сделаны, они регистрируются для рассмотрения лицами, ответственными за проектирование. Проводить исследование с поиском решения проблем или нет – определяется заданием на проведение экспертизы.

Исследования HAZOP состоят из четырех основных последовательных этапов, показанных на рисунке 7.

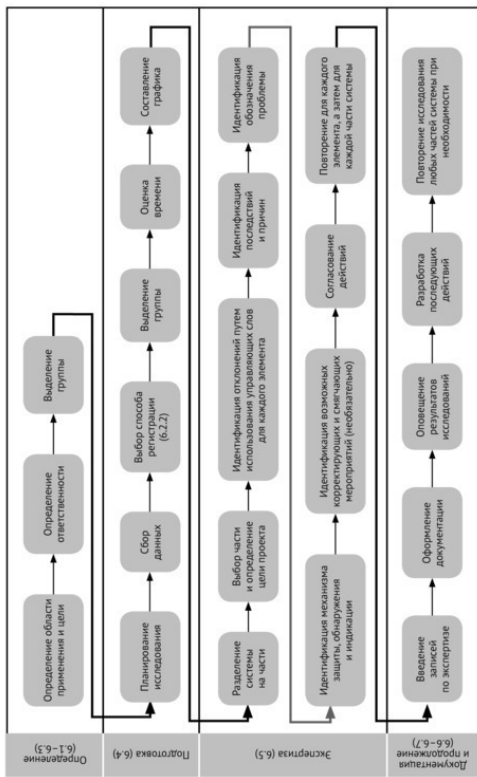


Рис. 7. Процесс HAZOP-исследования

## 4.2. Принципы экспертизы

Основой НАЗОР является «исследовательское руководство», которое представляет собой преднамеренный поиск отклонений от замысла проекта. Для облегчения проверки система разделена на части таким образом, чтобы можно было корректно определить замысел проекта для каждой части. Размер выбранной части, вероятно, будет зависеть от сложности системы и серьезности опасности. В сложных системах или в тех, которые представляют высокую опасность, детали могут быть небольшими. В простых системах или в тех, которые представляют малую опасность, использование больших частей ускорит исследование. Намерение или цели проекта для данной части системы выражаются в терминах элементов их функционального назначения в общем виде или в диапазоне характеристик выхода (выходного потока), важных для данного процесса (передающих существенные признаки и естественные подразделения детали).

Выбор элементов и частей, подлежащих исследованию, является в некоторой степени субъективным решением в том смысле, что может быть несколько комбинаций, которые будут достигать требуемой цели. Кроме того, выбор также может зависеть от конкретного применения. Частями могут быть отдельные этапы или этапы процедуры, отдельные сигналы и узлы оборудования в системе управления,

оборудование или компоненты в процессе или электронной системе и т. д. Удобно – и зачастую так и делается – выделение по функциональному признаку.

Если речь идет о технологической схеме, например, можно выделить блок сепарации (если он есть), рис. 8а. Сам блок сепарации может состоять из таких блоков, как на рис. 8б: первичный блок сепарации, блок ингибирования, блок низкотемпературной сепарации. Если идти дальше, то каждый из этих блоков можно представить как набор узлов, так и набор (структурированный) деталей.



Рис. 8а

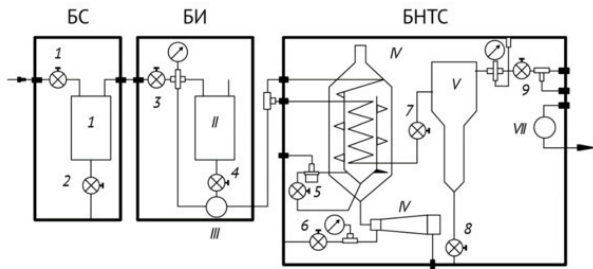


Рис. 8б. Структура блока сепарации (рис. 8а)

БС – блок первичной сепарации, БИ – блок ингибирования,

БНТС – блок низкотемпературной сепарации

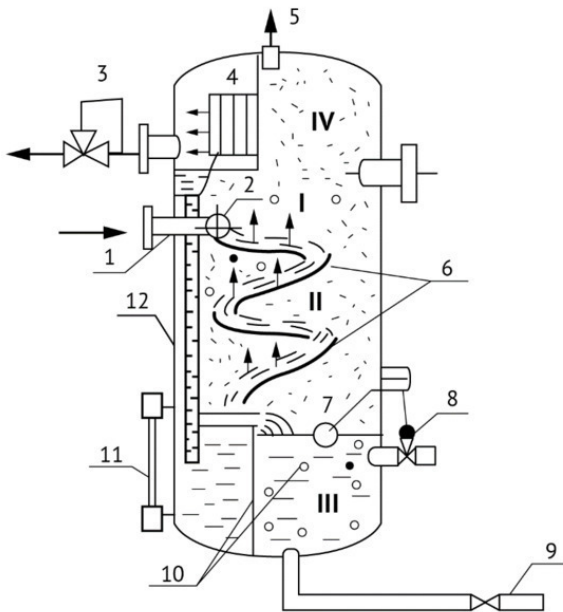


Рис. 8в. Устройство вертикального сепаратора

I – основная сепарационная секция; II – осадительная секция; III – секция сбора нефти; IV – секция каплеудаления; 1 – патрубок ввода газожидкой смеси; 2 – раздаточный коллектор со щелевым выходом; 3 – регулятор давления «до себя» на линии отвода; 4 – жалюзный каплеуловитель; 5 – предохранительный клапан; 6 – наклонные полки; 7 – поплавок; 8 – регулятор уровня и линии отвода нефти; 9 – линия сбора шлама; 10 – перегородки; 11 – уровнемерное стекло;

Степень детализации, разделения системы на части определяется задачами, которые ставятся перед исследованием, важностью объекта в том или ином смысле и доступным для исследования временем. Иногда заказчик исследования указывает части, входы и выходы в подсистемы (см. приложение С) и их характеристики.

Чем более детальное разделение, тем тщательнее можно провести исследование, тем выше его трудоемкость и стоимость как во временном смысле, так и денежном выражении.

В некоторых случаях может быть полезно выразить функцию детали в терминах:

- исходный материал взят из источника;
- деятельность, которая выполняется на этом материале;
- продукт, который доставляется в пункт назначения.

Таким образом, замысел проекта будет содержать следующие элементы: материалы, виды деятельности, источники и места назначения, которые можно рассматривать как элементы детали.

Элементы часто могут быть с пользой определены далее в терминах характеристик, которые могут быть количественными или качественными. Например, в химической системе элемент «материал» может быть дополнительно определен в терминах таких характеристик, как температура, давление и состав. Для вида деятельности «транспорт» могут иметь

значение такие характеристики, как скорость движения или количество пассажиров. Для компьютерных систем предмет каждой части, скорее всего, будет информация, а не материал.

Команда HAZOP проверяет каждый элемент (и, при необходимости, характеристику) на предмет отклонения от проектного замысла, которое может привести к нежелательным последствиям. Выявление отклонений от замысла проекта достигается с помощью опроса с использованием заранее определенных «управляющих слов». Роль управляющего слова состоит в том, чтобы стимулировать образное мышление, сосредоточить внимание на изучении, выявить идеи и стимулировать дискуссии, тем самым максимально увеличивая шансы на полноту рассмотрения.

Основные руководящие слова и их значения приведены в таблице 1.

*Таблица 1. Основные руководящие слова и их общие значения*

<b>Управляющее слово</b>	<b>Значение</b>
НЕТ ИЛИ НЕТ	Полное отрицание замысла проекта
БОЛЬШЕ	Количественное увеличение
МЕНЬШЕ	Количественное снижение
ТАКЖЕ КАК	Качественная модификация/увеличение
ЧАСТЬ	Качественное изменение/уменьшение
ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ	Логическая противоположность замысла проекта
ДРУГОЕ, ЧЕМ	Полная замена

Дополнительные руководящие слова, относящиеся ко времени, порядку или последовательности часов, приведены в таблице 2.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.