

**Марусина А.Ю., Ахмадиева А.Ф., Полюхович М.А.**

### **Анализ и исследование опасностей технологического процесса методом HAZOP**

**Аннотация:** Все методы оценки рисков направлены на выявление опасностей и оценку риска технологического процесса для разработки мероприятий по обеспечению безопасных условий на производстве. В настоящем исследовании представлены элементы анализа рисков, учитывающие вероятность и тяжесть последствий потенциальных аварий, проанализированы существующие методы по определению техногенных рисков. В данной работе рассматривается метод HAZOP с целью исследования степени устойчивости объекта к возможным аварийным ситуациям. Этот метод предполагает выявление потенциальной опасности и рисков при реализации аварийных ситуаций для окружающей среды, а также промышленных объектов. Главной целью метода является оценка риска, следование четкому и структурированному подходу. Метод также помогает компании реализовать план действий (профилактика), позволяющий снизить риск. Данное исследование посвящено выявлению плюсов и минусов применения метода HAZOP.

**Ключевые слова:** безопасность, HAZOP, техногенные риски, оценка риска, опасность и работоспособность, опасные факторы

Выявление риска – один из наиболее важных начальных шагов в процессе управления рисками. Если не удастся идентифицировать какой-либо конкретный риск, то все другие шаги, связанные с управлением рисками, не будут реализованы для этого конкретного риска. Чтобы управлять рисками, проектная группа или организация должны знать, с какими рисками они сталкиваются, а затем оценивать их. Как правило, идентификация риска – это итеративный процесс. Он в основном включает создание исчерпывающего списка угроз и возможностей, основанных на событиях, которые могут усилить, предотвратить, ухудшить, ускорить или задержать успешное достижение целей. Проче

говоря, если вы не обнаружите или не определите риск, вы не сможете управлять данным риском.

Ниже приведены существующие методы анализа риска:

1. качественные (методы анализа имеющейся информации, сбора новой информации, моделирования и эвристические методы);

2. количественные (аналитические методы, вероятностно-теоретические методы, ранжирование опасностей и нетрадиционные методы);

3. нечеткие (анализ опасностей и работоспособности);

4. логико-графические («деревья отказов» и «деревья событий»);

5. вероятностные (объективный метод определения вероятности и субъективная вероятность).

При оценке риска большую роль играют количественные методы, однако при недостаточности информации, а также при недостаточных статистических данных используются качественные методы оценки риска.

Одними из самых распространённых методов качественного анализа, рекомендованных к применению, считаются [3]:

- контрольный (проверочный) лист;

- «Что будет, если...?»;

- идентификация опасностей технологического объекта («HAZID» – Hazard Identification);

- анализ вида и последствий отказов и метод Анализа вида, последствий и критичности отказа;

- анализ опасности и работоспособности технологической системы (технологического блока) («HAZOP» – Hazard and Operability Study);

- анализ дерева отказов;

- анализ дерева событий;

- анализ барьеров безопасности.

Следовательно, качественный и количественный метод по оценке рисков используются комплексно, дополняя друг друга.

Среди качественных методов оценки рисков, применяемом в качестве самостоятельного метода, наиболее востребованным в настоящее время является метод оценки риска HAZOP.

В основном данный метод применяется крупными нефтегазовыми компаниями, например, ПАО «ГАЗПРОМ НЕФТЬ»

[1], которые закрепляют применение метода HAZOP соответствующим локальным нормативно-правовым актом.

Метод HAZOP нашел свое применение в нескольких областях техносферной безопасности. Наибольшее распространение он получил в области промышленной безопасности, в особенности – в нефтегазовой и химической отраслях.

Основными целями HAZOP являются выявление и оценка опасностей в рамках запланированного процесса или операции, выявление значительных операционных проблем или проблем с качеством, а также выявление практических проблем, связанных с операциями по техническому обслуживанию.

Общая процедура HAZOP состоит из четырех последовательных этапов, а именно:

1. этап определения;
2. этап подготовки;
3. этап обследования (экспертиза);
4. этап отчетности и последующих действий.

Также в некоторых законодательных актах [2, 3] в качестве главного метода идентификации опасностей технологических процессов рекомендуется использовать метод «Анализ опасности и работоспособности», т.е. метод HAZOP:

1. Для опасных производственных объектов (далее – ОПО) с высоким уровнем капитальных затрат и сложностей, а также для ОПО, применяющих новые технологии.

2. Во время разработки проектной документации на строительство ОПО, реконструкцию, в составе документации на техническое перевооружение ОПО (только для I и II классов опасности).

3. При отступлении от требований Федеральных норм и правил для обоснования безопасности ОПО проводят предварительную качественную оценку возможности увеличения опасности масштабных аварий на ОПО.

4. Для проведения детального изучения используемой технологии и (или) оборудования и систем автоматизации технологического процесса после аварий (инцидентов) на ОПО, для выявления нарушений требований безопасности, а также для оценки достаточности существующих мер защиты.

5. При разработке систем противоаварийной защиты и выборе ее элементов.

Таким образом, метод HAZOP применим во всех областях техносферной безопасности, где применяются технологические системы со сложным процессом (схемами) или сложные процессы, как технологические, так и организационные.

В основе исследований HAZOP лежит «экспертиза ключевых слов», которая заключается в целенаправленном поиске и анализе отклонений от целей проекта. Для получения высокой точности анализа и облегчения проведения экспертизы система подвергается процессу декомпозиции, то есть разделению на составные части (так называемые узлы). Размер выделенных узлов зависит от сложности системы, серьезности опасности и требуемой точности анализа.

Как и ко всем методам оценки риска, к методу HAZOP применяется ряд требований, установленный российским законодательством [3]:

1. «Объективность» оценки риска.
2. Определенный набор исходных данных (набор исходных данных должен быть конкретен и ограничен).
3. Осуществление оценки риска должно осуществляться по следующим этапам:
  - планирование и организация работ, сбор сведений;
  - идентификация опасностей;
  - оценка риска аварий на ОПО и (или) его составных частях;
  - установление степени опасности аварий на ОПО и (или) определения наиболее опасных составных частей ОПО;
  - разработки (корректировки) мер по снижению риска аварий.

Преимущества метода HAZOP:

- обеспечение систематического и полного исследования системы (процедуры, процесса);
- привлечение экспертов по смежным направлениям деятельности, которые включают специалистов, имеющих практический производственный опыт работы;
- помощь при выборе решений и способов обработки риска;
- возможность применения к широкому диапазону систем (процессов, процедур);

-способ точно увидеть причины и последствия ошибок исполнителей;

- возможность обеспечить объективные свидетельства для дальнейшего анализа (т.к. проходит регистрация всех записей).

Недостатки метода HAZOP:

- длительный детальный анализ;

- высокая стоимость детального анализа;

- необходимость наличия всех документов и требований к системам (процессам, процедурам) при детальном анализе;

- сосредоточенность метода на поиске детальных решений, а не на пересмотре главных предположений, которые были использованы (поэтапный подход к оценке риска позволяет избежать данного недостатка);

- сосредоточенность на конкретных вопросах проекта вместо обсуждения внешних проблем;

- в основе метода лежит экспертная оценка проектировщиков, которые не всегда могут установить все недостатки своих проектов.

Метод HAZOP помогает компаниям выявлять отклонения от проектного замысла, выявлять потенциальные опасности и проблемы работоспособности, связанные с отклонениями, а также рекомендовать способы решения выявленных проблем или выявлять области, требующие дальнейшего исследования.

Применение метода HAZOP вносит значительный вклад в улучшение рабочих процессов компании и улучшение рекомендаций по устойчивому развитию окружающей среды.

Литература:

1. Методический документ по проведению анализа опасностей и работоспособности (HAZOP). – СПб.: ПАО «ГАЗПРОМ НЕФТЬ», – 13 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.gazprom-neft.ru/upload/iblock/3a2/%D0%9C-16.07.01-04.docx> (дата обращения 25.10.2020).

2. Приказ Ростехнадзора от 11.03.2013 № 96 (ред. от 26.11.2015) «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/499013213> (дата обращения 20.10.2020).

3. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420347908> (дата обращения 25.10.2020).

4. *Bambang Suhardi, Pringgo Widyo Laksono, Andhika Ayu V.E., Jafri Mohd.Rohani, Tan Shy Ching*. Analysis of the Potential Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) and Hazard Operability Study (HAZOP): Case Study//International Journal of Engineering & Technology. – 2018 – №7 (3.24). – P. 1-7.

5. Электронная информационная образовательная среда СПбПУ [Электронный ресурс] – URL: <https://dl-hsts.spbstu.ru/> (дата обращения 25.10.2020).

---

**Сафронов А.И.**

**Особенности планирования безопасного перевозочного процесса на Московском метрополитене при учёте специфики работы электродепо «Красная Пресня» Кольцевой линии**

**Аннотация:** В статье рассмотрены некоторые неявные аспекты планирования перевозочного процесса на Московском метрополитене, оказывающие прямое влияние на безопасность перевозки пассажиров. Сформулированы технологические особенности автоматизированного построения графика движения пассажирских поездов по Кольцевой линии Московского метрополитена. Предложены конкретные пути решения обозначенных проблем.

**Ключевые слова:** метрополитен, автоматизация, плановый график движения поездов, программирование, планирование, управление, электродепо, график оборота

Московский метрополитен – транспортное предприятие, эксплуатирующее технические объекты, связанные с повышенной опасностью. К числу таких технических объектов относятся: эскалаторы, единицы электроподвижного состава, элементы