

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДА «АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ  
И РАБОТОСПОСОБНОСТИ» НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

**О. И. ДРОНЯЕВ**

*РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,  
Москва, Россия*

В международной практике на этапе проектирования для предупреждения аварий на объектах транспортирования, хранения и распределения газа, нефти, нефтепродуктов и других опасных производственных объектах используются различные методы анализа риска. Широкоприменяемые и современные методы анализа риска описаны в международном стандарте [1], а также в зарубежных практиках, к примеру публикации института инженеров-химиков в Великобритании (Institution of Chemical Engineers, IChemE) [2] и центра безопасности химических процессов в Америке (Center for Chemical Process Safety, CCPS) [3, 4]. Наиболее распространенные методы – это метод «Проверочного листа» (Check-List) и метод «Что будет, если...?» (What – If), метод «Идентификация опасностей технологического объекта» (HAZID – HAZard Identification), метод «Анализ вида и последствий отказов» и метод «Анализа вида, последствий и критичности отказа» (FMEA – Failure mode and effects analysis и FMECA – Failure Mode, Effects and Critical Analysis); метод «Анализ опасности и работоспособности» (HAZOP – HAZard and OPerability Study), метод «Анализ дерева отказов» (FTA – Fault Tree Analysis), метод «Анализ дерева событий» (ETA – Event Tree Analysis), метод «Анализ слоев защиты» (LOPA – Layers of Protection Analysis), метод «Выбор уровней полноты безопасности» (SIL – Safety Integrity Level), метод «галстук-бабочка» (Bow-Tie Analysis), Количественная оценка рисков (QRA – Quantitative Risk Assessment).

К примеру, в Российской Федерации применение методов анализа риска на стадии проектирования определяется требованиями промышленной безопасности [5]. Проектные решения, связанные с разработкой технологического процесса, разделением технологической схемы производства на отдельные технологические блоки, применением технологического оборудования, выбором противоаварийной автоматической защиты должны быть обоснованы с применением методов анализа риска, которые включают анализ опасностей технологических процессов. Стоит отметить, что хоть требования промышленной безопасности [5] и не устанавливают требований к применению конкретного метода в области анализа риска отмечено, что метод HAZOP в данном случае выбирают и используют чаще чем другие методы, а в [5, 6] указано, что метод является приоритетным специальным методом анализа риска аварий при идентификации опасностей технологических процессов. Распространенность и востребованность метода HAZOP на этапе проектирования опасных производственных объектов также подтверждается международными практиками [1–4].

Метод HAZOP применяется для тщательного систематического анализа опасностей технологического процесса на предмет того, могут ли отклонения от регламентных режимов привести к нежелательным последствиям. В ходе анализа с помощью рабочих материалов (таблиц и технологических схем) рассматривается каждый технологический узел или отдельная процедура по очереди на предмет потенциально опасных отклонений в технологическом процессе. По итогам проведенного анализа рабочая группа, состоящая из высококвалифицированных специалистов, основываясь на рабочем опыте и знаниях, экспертно разрабатывает рекомендации (дополнительные меры защиты), направленные на предупреждение возникновения отклонений или на смягчение последствий при их реализации [7].

Для ускорения и облегчения процесса подготовки рабочих материалов к собраниям метода HAZOP разработано три классификатора – 1) классификатор типового оборудования, который включает 66 индивидуальных типов оборудования и позволяет провести классификацию, обобщение и унификацию оборудования на основе выявления общих конструктивных, технологических, эксплуатационных и функциональных признаков (к примеру, тип оборудования – сепаратор); 2) классификатор отклонений для типового оборудования, который включает 28 уникальных отклонений для 66 типов оборудования и позволяет идентифицировать перечень отклонений от регламентных режимов (к примеру, уровень газового конденсата в сепараторе природного газа выше регламентных значений); 3) классификатор типовых причин реализации отклонений, который содержит 230 уникальных причин для 28 типов отклонений и позволяет идентифицировать перечень причин реализации отклонений (к примеру, уровень газового конденсата в сепараторе природного газа может быть выше вследствие ошибки оператора дистанционного пульта управления, отказа контура управления автоматизированной системы управления технологическими процессами и т.д.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. IEC 61511-3:2016 ED2. Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 3: Guidance for the determination of the required safety integrity levels.
2. F. Crawley, A Guide to Hazard Identification Methods, Second edition, Elsevier, 2020, ISBN: 978-0-12-819543-7.
3. Center for Chemical Process Safety, Process Safety for Engineers An Introduction, 2022, ISBN: 9781119830986.
4. Center for Chemical Process Safety, Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, 3rd Edition, 2008, ISBN 978-0-471-97815-2.
5. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утверждённые приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2020 года № 533.
6. Приказ Ростехнадзора от 03.11.2022 № 387 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
7. О. И. Дроняев, В. Ф. Мартынюк. О применении метода «Анализ опасности и работоспособности» при анализе риска аварий на производственных объектах // Безопасность жизнедеятельности, 2023 № 11, С. 41–47.