

DOI: 10.24000/0409-2961-2022-12-55-62

УДК 622.276:331.45:004.413.4

© Коллектив авторов, 2022

# Подходы к качественной оценке состояния барьеров безопасности на объектах нефтегазовой отрасли



**В.Д. Бархатов,**  
канд. экон. наук, зам.  
начальника центра



**Е.В. Зайцева,**  
зам. начальника отдела



**М.В. Лисанов,**  
д-р техн. наук, директор  
центра анализа риска,  
risk@safety.ru



**И.С. Жуков,**  
науч. сотрудник

ООО «НИИгазэкономика», Москва, Россия

ЗАО НТЦ ПБ, Москва, Россия

Рассмотрены основные понятия концепции управления барьерами безопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли. Предложена классификация технических и административных барьеров безопасности на основе анализа зарубежного опыта. Изучены возможные критерии оценки состояния технических и административных барьеров безопасности на базе долгосрочной информации с приведением методов верификации (проверки) барьеров безопасности в соответствии установленным критериям. Предложен подход к оценке состояния барьеров безопасности, который позволит определить слабые места в производственной безопасности объектов, а также разработать мероприятия по управлению операционными рисками.

**Ключевые слова:** барьер безопасности, барьерная функция, классификация, оценка состояния, мониторинг состояния, критерии оценки, верификация, объект нефтегазовой отрасли.

**Для цитирования:** Бархатов В.Д., Зайцева Е.В., Лисанов М.В., Жуков И.С. Подходы к качественной оценке состояния барьеров безопасности на объектах нефтегазовой отрасли // Безопасность труда в промышленности. — 2022. — № 12. — С. 55–62. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-12-55-62

## Введение

Согласно документам [1, 2] методология барьеров безопасности (ББ) наряду с методом слоев защиты (англ. Layers of Protection (LOPA) [1, 3] направлена на анализ и оценку достаточности и эффективности мер безопасности по критериям оценки риска. Можно охарактеризовать ББ как меру безопасности, представляющую собой препятствие, способное предотвратить реализацию некоего иницирующего события, проконтролировать реализовавшееся событие, вернуть ситуацию в безопасное состояние, или снизить последствия уже происшедшего события. Таким образом, функции ББ в управлении производственной безопасностью заключаются в предотвращении негативного события и его эскалации либо в защите производственных объектов и работников от его последствий.

Барьеры безопасности важны для понимания и предотвращения негативных событий с двух точек зрения. Во-первых, факт реализации негативного

события выступает следствием неэффективной работы ББ, их отсутствия или нерабочего состояния. Исходя из этого, поиск неэффективных ББ должен быть частью процедуры анализа причин аварии и разработки соответствующих мероприятий по управлению операционным риском. Во-вторых, после детального выявления причин аварии и построения достоверной последовательности событий ББ на объекте необходимо организовать таким образом, чтобы предотвратить аналогичную ситуацию в будущем.

Для оценки эффективности ББ на объекте следует определить требования к их работоспособности, сформулировав критерии оценки, периодичность ее проведения и способы верификации текущего состояния ББ на соответствие установленным критериям. Идентификация неэффективных ББ через оценку их состояния станет подспорьем для разработки целей и планов мероприятий по управлению операционными рисками нефтегазового предприятия, а также для снижения уровня критичности риска.

### Базовые понятия и классификация барьеров безопасности

Катастрофа в 1988 г. на нефтяной платформе Piper Alpha заставила научное и бизнес-сообщество по-иному взглянуть на проблему обеспечения контроля над опасностями и управления ими [4], что привело к постепенному развитию методологии управления ББ, разработке корпоративной нормативной документации в этой области на нефтегазовых предприятиях. Пример подобного стандарта — Р Газпром 18000.2-021—2022 [5]. В контексте настоящей статьи под ББ понимаются барьерный элемент (БЭ), барьерная система (БС) или совокупность БС, предназначенные для реализации конкретной барьерной функции (БФ) и оказывающие непосредственное влияние на развитие опасной ситуации, а также на последствия реализации риска на производственном объекте. Согласно [6] БЭ представляет собой технические или административные способы предотвращения, контроля или смягчения последствий негативных событий. Под БФ следует понимать задачу или роль ББ, связанную с предотвращением, контролем или снижением последствий реализации промышленных рисков [7]. В свою очередь, БС — это совокупность связанных между собой БЭ, которые спроектированы и реализованы для исполнения одной или нескольких БФ.

На основании анализа зарубежной литературы [6, 8–10] предложена классификация технических и административных ББ.

Под техническими барьерами безопасности (ТББ) подразумеваются инженерные системы и оборудование, размещенные на объекте (в определенных зонах, зданиях, помещениях) для реализации критической функции безопасности на объекте.

По степени активности ТББ делятся на следующие группы:

активные — активизирующиеся по сигналу и предполагающие последовательность «обнаружение — диагностика — действия», которая может быть реализована с помощью технической части, программного обеспечения и человеческих действий (система автоматического закрывания дверей, активная система пожаротушения, резервные мощности и др.);

пассивные — функционирующие постоянно, не нуждающиеся в действиях работников, источнике энергии или информации (заграждения, огнезащитные сооружения и др.);

контрольные — активизирующие другие технические БЭ, предназначенные для предотвращения опасной ситуации или минимизации ее последствий (датчики загазованности, системы оповещения и др.).

Административные барьеры безопасности (АББ) относятся к контролю над процессом или реализацией критических задач безопасности, выполняемых работниками, и делятся на следующие группы:

операционные — способы (процедуры, средства), необходимые для решения работниками критических задач безопасности (инструкции, чек-листы, планы, графики и т.д.);

организационные — работники с определенным функционалом и специфическими компетенциями, необходимыми для решения критических задач безопасности (оператор, механик и т.д.);

символьные — предупреждающие и (или) запрещающие знаки безопасности, сигнальные цвета, сигнальная разметка и др.

### Подходы и критерии оценки состояния барьеров безопасности

Состояние конкретного ББ (системы противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ), рабочей инструкции и др.) складывается из оценок выбранных критериев, характеризующих разные аспекты работы ББ, соответствие которым означает готовность к выполнению БФ.

В работе [7] на основании анализа зарубежных источников приведен обобщенный перечень основных критериев оценки состояния ББ:

функциональность, результативность — способность к реализации конкретной БФ при заданных рабочих условиях;

надежность, доступность — способность по требованию нести БФ с фактическими функциональностью и временем отклика;

время отклика — период от начала воздействия на ББ до окончания реализации БФ;

прочность — способность ББ противостоять аварийным нагрузкам и работать в соответствии со своей БФ;

иницирующее событие или условие — условия активации ББ.

Согласно [11] состояние ББ соответствует обобщению [7] и описывается тремя группами критериев:

результативность (функциональность, производительность, эффективность) — воздействие ББ на последовательность событий в сценарии аварии;

надежность (целостность, доступность) — характеристика степени рабочей готовности ББ;

устойчивость (возможность справляться со сверхнагрузками) — способность нормально функционировать при аварийном сценарии и выдерживать влияние негативных факторов аварии.

Группировка критериев работоспособности ББ основана на положениях ISO 13702:2015 [12], стандарта NORSOK S-001 [13] и относится преимущественно к техническим БЭ. Требования к ТББ формулируются на основе национального законодательства, стандартов и руководств, внутрикорпоративных документов и проектной документации.

*Результативность ТББ* можно выразить в виде конкретного требования или норматива в обозначениях производительности, мощности, времени срабатывания инженерной системы и оборудования.

Источником такой информации могут стать технические требования, регламенты, стандарты, данные по уровню приемлемого риска [14]. Результативность ББ соответствует требованиям к БФ согласно ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018 [15] и ГОСТ Р 54141—2010 [2] (методика ARAMIS). Например, «детектор инфракрасного излучения реагирует на наличие газа в помещении в течение 4 сек».

*Надежность ТББ* характеризует его готовность к выполнению БФ, которая может выражаться через исправность (или удовлетворительное техническое состояние), доступность и целостность. Надежность ББ, согласно зарубежной практике, определяется для приборных систем безопасности посредством оценки вероятности отказа ББ по требованию и определения уровня полноты безопасности (УПБ) в рамках ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018 [15] с оценкой уровня доверия с помощью методологии ARAMIS в рамках ГОСТ Р 54141—2010 [2] и с помощью PDS-метода<sup>1</sup>. Например, «надежность системы контроля уровня жидкости в емкости с сигнализацией по высоким и низким, аварийно-высоким и аварийно-низким значениям характеризуется УПБ 3».

*Устойчивость ТББ* связана с его способностью сохранять заданные параметры при влиянии внешних воздействий (например, опасных факторов пожара или взрыва). Требования к устойчивости устанавливаются на этапе проектирования ББ и связываются с присущими им свойствами. Например, «система ПАЗ выполняет свою БФ под воздействием поражающих факторов пожара и взрыва».

Количественная оценка требований к АББ затруднительна, поэтому применяются преимущественно экспертные методы. Требования к организационным ББ вызывают наибольшую сложность в плане оценки. Они могут включать требования к опыту работы, критериям результативности конкретного действия и т.д. Требования к операционным ББ представляют собой требования к процедурам (способы, средства, описание действий), реализуемым работниками предприятия, содержащимся в руководствах, чек-листах, инструкциях, описывающих каким образом, с какой периодичностью и при каких обстоятельствах (условиях) следует действовать организационному ББ (например, оператору). Требования к символьным ББ формулируются таким образом, чтобы минимизировать вероятность опасных действий и человеческих

ошибок при выполнении критических задач безопасности на объекте. В частности, речь может идти о видимости, корректности знака, его однозначной интерпретации всеми работниками и др. Критерии оценки состояния АББ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Группа критериев	Группы административных ББ		
	Организационные	Операционные	Символьные
Результативность	Обеспеченность кадрами Компетентность Объем, качество и своевременность выполнения задач Вовлеченность работников в управление производственной безопасностью	—	Понятность Однозначность интерпретации
Надежность	—	Актуальность процедур Доступность процедур Корректность и однозначность процедур	Видимость Правильность размещения
Устойчивость	—	—	Устойчивость к воздействию агрессивных химических сред и окружающей среды

*Результативность организационных ББ* обусловлена наличием работников в необходимом для выполнения БФ количестве, с определенными профессиональными навыками и компетенциями, решающих задачи согласно заданным требованиям и вовлеченных в управление производственной безопасностью. Например, «механик имеет сертификат об окончании курса по обслуживанию фланцевых соединений».

*Результативность символьных ББ* обусловлена их понятностью и однозначностью интерпретации. Символьные ББ исполняют таким образом, чтобы их значение было понятно работникам.

*Надежность операционных ББ* связана с доступностью, актуальностью, корректностью и однозначностью процедур, предъявляющих требования к выполнению критических задач безопасности, решаемых работниками на рассматриваемом объекте. Например, «план эвакуации при пожаре доступен для всех работников объекта».

*Надежность символьных ББ* характеризует их видимость и правильность размещения, в том числе в темное время суток. Символьные ББ следует исполнять таким образом, чтобы их мог увидеть и интерпретировать любой работник, не прибегая к специальным средствам. Под правильностью размещения подразумевается, что символьные ББ

<sup>1</sup> Аббревиатура PDS является норвежским сокращением словосочетания «надежность электронных систем безопасности» (англ. reliability of computer-based safety systems).

находятся непосредственно перед местом, представляющим угрозу жизни и здоровью, либо в местах, где опасные или ошибочные действия работников могут привести к возникновению ключевых рисков, либо указывают пути и способы избежать возможных опасных ситуаций в рассматриваемой локации. Например, «знаки безопасности располагаются на уровне среднего человеческого роста, при этом их размер позволяет разглядеть самые мелкие детали, не напрягая зрения».

*Устойчивость символического ББ* связана с его способностью выдерживать постоянное воздействие агрессивных химических сред (в частности, паровых, газообразных, аэрозольных) и негативных факторов окружающей среды (таких, как прямой солнечный свет, перепад температур). Например, «разметка на полу, указывающая допустимый маршрут перемещения по гальваническому цеху, работы в котором сопровождаются выделением большого

количества паров кислот, выдерживает их воздействие и не стирается со временем».

**Верификация (проверка) состояния барьеров безопасности в процессе эксплуатации**

Реализацию БФ на объектах обеспечивают внедрением, поддержанием в рабочем состоянии, использованием и совершенствованием ББ. Соответственно, для управления рисками во время эксплуатации нефтегазового объекта необходимы мониторинг статуса ББ и верификация для понимания, что все ББ объекта работают в соответствии со спецификациями и допущениями. Верификация работоспособности ББ должна проводиться систематически и напрямую соотноситься с определенными требованиями к работоспособности каждого ББ. Примеры чек-листов для оценки состояния ББ и способов верификации их фактического состояния на соответствие установленным критериям приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование группы критериев	Способы верификации фактического состояния ББ на соответствие установленным критериям	Чек-лист для верификации фактического состояния ББ на соответствие установленным критериям
<b>А. Технические ББ</b>		
1. Результативность	Анализ результатов обходов, осмотров, опробований оборудования; анализ положений технических регламентов; анализ результатов административно-производственного контроля (АПК), производственного контроля (ПК), специальной оценки условий труда, аудитов, инспекций	Паспортные характеристики ББ соответствуют требуемым проектным значениям. Размещение ББ соответствует проектной документации. В текущем местоположении ББ способен оказывать требуемое воздействие на опасность
2. Надежность	Анализ результатов обходов, осмотров, опробований оборудования; анализ положений технических регламентов; анализ результатов периодического тестирования работы, плановых ремонтов, диагностических мероприятий	Расположение ББ удобно для проведения осмотров, ремонтов, технического обслуживания, диагностических процедур. Техническое обслуживание и текущий ремонт (ТОиТР), диагностические мероприятия выполнены своевременно и в необходимом объеме. Результаты ТОиТР и диагностических мероприятий удовлетворительны
3. Устойчивость	Анализ результатов обходов, осмотров, опробований оборудования; анализ положений технических регламентов; анализ результатов периодического тестирования работы, диагностических мероприятий	Материальное исполнение ББ соответствует условиям эксплуатации и уровню воздействия возможных аварийных нагрузок. Конструктивное исполнение ББ соответствует условиям эксплуатации
<b>Б. Операционные ББ</b>		
1. Актуальность процедуры	Мониторинг изменений законодательства, обстоятельств, приводящих к необходимости пересмотра либо отмены рассматриваемой процедуры; отслеживание статуса документа, содержащего процедуру	Процедура оформлена в виде документа, утвержденного приказом или иным организационно-распорядительным документом, и соблюдается работниками. Документ, содержащий процедуру, соответствует требованиям законодательства Российской Федерации в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности. Документ, содержащий процедуру, действителен
2. Доступность процедуры	Проверка оснащенности рабочих мест необходимой документацией (планы, инструкции, номера телефонов и др.); проверка стенов, уголков, кабинетов безопасности на предмет оснащенности современными средствами информации; оповещение работников о внедрении (изменении, отмене) процедуры по внутренним каналам связи	Рабочие места оснащены необходимой документацией, содержащей процедуры (планы, инструкции, номера телефонов и др.). Стенды, уголки, кабинеты безопасности оснащены соответствующими средствами информации. Налаживание вертикальных коммуникаций для получения на местах актуальной и необходимой информации по выполнению работ согласно процедуре



Окончание табл. 1

Наименование группы критериев	Способы верификации фактического состояния ББ на соответствие установленным критериям	Чек-лист для верификации фактического состояния ББ на соответствие установленным критериям
3. Корректность и однозначность процедур	Обсуждение с работниками особенностей работы по рассматриваемой процедуре; изучение актов и журналов проведения противоаварийных и противопожарных тренировок, актов расследования причин происшествий	Работники однозначно трактуют положения рассматриваемой процедуры. Происшествия, вызванные неоднозначным трактованием положений процедуры, отсутствуют
<b>В. Организационные ББ</b>		
1. Обеспеченность кадрами	Распорядительные документы	Численность и состав работников соответствуют штатному расписанию и проектной документации. Работники соответствуют выполняемой работе по медицинским показаниям
2. Компетентность	Документация (свидетельства, дипломы) об образовании, пройденных обучении и тренингах; данные о трудовом стаже; результаты симуляций, кейсов, учений	Квалификация работника соответствует квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках или профессиональных стандартах выполняемого вида профессиональной деятельности. Фактические действия работника соответствуют положениям должностной и производственных инструкций
3. Объем, качество и своевременность выполнения задач	Отчетность о проделанной работе; результаты производственных аудитов безопасности (ПАБ); акты АПК, ПК, аудитов	Отсутствие повторяющихся и (или) не устраненных работником несоответствий требованиям промышленной безопасности. Соответствие фактических результатов трудовой деятельности работника плану (при наличии)
4. Вовлеченность работников в управление производственной безопасностью	Отчетность о проделанной работе; результаты ПАБ; акты АПК	Работник демонстрирует свою приверженность вопросам производственной безопасности, ответственно относится к собственной безопасности. Работник осознает последствия своих ошибок и небезопасного поведения, применяет безопасные методы работы и принципы культуры безопасности
<b>Г. Символьные ББ</b>		
1. Результативность	Анализ результатов осмотров, обходов; обсуждение с работниками; отчетность по результатам АПК, ПК, аудитов, инспекций	Суть знака и (или) символа соответствует идентифицированным опасностям. Знаки и (или) символы понятны работникам и однозначно интерпретируются
2. Устойчивость	Анализ результатов осмотров, обходов	Знаки и (или) символы выполнены из материалов, устойчивых к воздействию агрессивных химических сред и физических факторов
3. Надежность	Анализ результатов осмотров, обходов, обсуждений с работниками; отчетность по результатам АПК, ПК, аудитов, инспекций	Знаки и (или) символы четко обозначены и различимы без применения специальных средств, находятся на виду у работников, ничто не препятствует считыванию

### Системы и инструменты для мониторинга и оценки состояния барьеров безопасности

Верификацию требований к работоспособности ББ рекомендуется выполнять с помощью корпоративных информационно-управляющих систем. Для оценки состояния ББ на основании долгосрочной информации, собираемой 1 раз в 3–5 лет, определяется соответствие текущего состояния ББ установленным требованиям к работоспособности за отчетный период. Подобная долгосрочная информация поступает по результатам аудитов, инспекций, обзоров.

Для оценки и мониторинга состояния ББ компании могут использовать специальные стандарты работоспособности, в соответствии с которыми, со-

гласно [13, 16], должны работать системы безопасности. В стандартах работоспособности приводится перечень требований к работоспособности каждого БЭ как составляющей конкретной системы безопасности (например, системы вентиляции, аварийного сброса давления, активной и (или) пассивной пожарной защиты и др.). Цель стандартов работоспособности — дополнить требования к работоспособности ББ, приведенные в законодательстве.

Оценка состояния ББ на основании долгосрочных данных проводится путем тестирования с применением чек-листов (см. табл. 2), разработанных для ТББ и АББ, по соответствующим критериям. Соответствие ББ установленным критериям оценивают с помощью чек-листов по определенной шкале, пример которой приведен в табл. 3.

Таблица 3

Рейтинг	Описание состояния	Значение
А	Состояние соответствует заданному уровню	3
Б	Состояние удовлетворительное, но не в полной мере соответствует заданному уровню	2
В	Состояние приемлемо и соответствует минимально допустимым законодательным требованиям к безопасности, однако существенно отклоняется от заданного уровня	1
Г	Состояние с существенными отклонениями от заданного уровня	0
Д	Состояние неприемлемо	-2

Для отдельного ББ следует провести оценку по каждой группе критериев (результативность, надежность, устойчивость)  $C_{гр.i}$  ( $C_{M1}$ ,  $C_{M2}$ , ...,  $C_{MNm}$ ):

$$C_{гр.i} = \frac{\sum_{j=1}^{N_i} w_j C_{ij}}{N_i},$$

где  $C_{M1}$ ,  $C_{M2}$ , ...,  $C_{MNm}$  — оценка критерия группы;  $i$  — группа критериев, принимаемая равной 1, 2, 3, ...,  $M$ ;  $M$  — число групп критериев;  $N_i$  — число критериев в  $i$ -й группе;  $w_i$  — весовой коэффициент, принимающий значение от 1 до 1,33, учитывающий влияние отклонений от заданного уровня производственной безопасности<sup>1</sup>,  $w_i = [2(3 - C_{ij}) + 30]/30$ .

Оценка состояния отдельного ББ  $C_{ББ}$  выполняется по формуле:

$$C_{ББ} = \frac{\sum_{j=1}^M C_{гр.i}}{M_i}.$$

Приведенные данные позволяют рассчитать интегральный показатель барьерной защищенности всего объекта. Полученная оценка может использоваться для мониторинга уровня операционных рисков на промышленном предприятии, а также для сравнения между собой дочерних обществ предприятия, выявляя и тиражируя лучшие практики управления рисками в области производственной безопасности.

### Заключение

Приведены базовые понятия концепции барьеров безопасности и их классификация, предложенная авторами. Описаны критерии оценки и способы верификации (проверки) состояния барьеров безопасности в процессе эксплуатации объекта на основе долгосрочной информации, а также подход к каче-

ственной оценке состояния барьеров безопасности на объекте.

Задачи эффективного управления барьерами безопасности сводятся к предотвращению, контролю или снижению последствий реализации рисков на нефтегазовых объектах за счет оценки их состояния, поддержания работоспособности каждого барьерного элемента и анализа не только технических, но и административных решений. Поставленные задачи достигаются за счет эффективного размещения и использования барьеров безопасности, обеспечения их результативности, надежности и устойчивости посредством текущих поддерживающих процедур (техническое обслуживание, ремонт оборудования, обучение, инструктажи, повышение квалификации работников и т.д.).

Результаты оценки состояния барьеров безопасности выступают основанием для разработки рекомендаций по перечню мероприятий в области управления операционными рисками, а также для снижения уровня критичности риска. Задача оценки состояния барьеров безопасности заключается в идентификации слабых мест в производственной безопасности нефтегазовых объектов посредством определения достаточности и готовности каждого имеющегося барьера безопасности к выполнению барьерных функций.

### Список литературы

1. *Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах*: рук. по безопасности. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200133801> (дата обращения: 11.11.2022).
2. *ГОСТ Р 54141—2010*. Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Эталонные сценарии инцидентов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200089294> (дата обращения: 11.11.2022).
3. *ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011*. Менеджмент риска. Методы оценки риска. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200090083> (дата обращения: 11.11.2022).
4. *Жуков И.С.* Барьеры безопасности: понятие, классификация, концепции// *Безопасность труда в промышленности*. — 2017. — № 5. — С. 49–56. DOI: 10.24000/0409-2961-2017-5-49-56
5. *Р Газпром 18000.2-021—2022*. Единая система управления производственной безопасностью. Методические рекомендации по оценке состояния барьеров безопасности персонала объектов ПАО «Газпром». URL: <https://tchaikovsky-tr.gazprom.ru/d/textpage/c8/200/r-gazprom-18000.2-021-2022-esupb.-metodicheskie-rekomendatsii-po-otsenke-sostoyaniyabarerov-bezopasnosti-personala-obektov-pao-gazprom.pdf> (дата обращения: 02.11.2022).
6. *Barrier Memorandum 2017*. Principles for barrier management in the petroleum industry. URL: <https://www.ptil.no/contentassets/43fc402b97e64a7cbabdf91c64b349cb/barriers-memorandum-2017-eng.pdf> (дата обращения: 02.11.2022).
7. *Sklet S.* Safety barriers: Definition, classification, and performance// *Journal of Loss Prevention in the Process Indus-*

<sup>1</sup> Вклад оценок, отличных от максимальной: чем больше отклонение оценки критерия  $C_{ij}$  от максимальной, тем больше данный коэффициент и тем ниже общая оценка группы критериев.

tries. — 2006. — Vol. 19. — Iss. 5. — P. 494–506. DOI: 10.1016/j.jlp.2005.12.004

8. *Trbojevic V.M.* Optimising hazard management by workforce engagement and supervision. — Liverpool: Health and safety executive, 2008. — 92 p.

9. *Sklet S.* Safety barriers on Oil and Gas Platforms. Means to prevent hydrocarbon releases. — Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, 2005. — 182 p.

10. *Accidental Risk Assessment Methodology for IndustrieS in the context of the Seveso II directive.* URL: [https://www.researchgate.net/profile/Olivier-Salvi/publication/237251847\\_ARAMIS\\_Accidental\\_Risk\\_Assessment\\_Methodology\\_for\\_IndustrieS\\_in\\_the\\_context\\_of\\_SEVESO\\_II/links/0f31753177e8af04f9000000/ARAMIS-Accidental-Risk-Assessment-Methodology-for-IndustrieS-in-the-context-of-SEVESO-II.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Olivier-Salvi/publication/237251847_ARAMIS_Accidental_Risk_Assessment_Methodology_for_IndustrieS_in_the_context_of_SEVESO_II/links/0f31753177e8af04f9000000/ARAMIS-Accidental-Risk-Assessment-Methodology-for-IndustrieS-in-the-context-of-SEVESO-II.pdf) (дата обращения: 02.11.2022).

11. *Principles for barrier management in the petroleum industry.* URL: [https://www.ptil.no/contentassets/11851dc03a-84473e8299a2d80e656356/principles-for-barrier-management-in-the-petroleum-industry\\_2013.pdf](https://www.ptil.no/contentassets/11851dc03a-84473e8299a2d80e656356/principles-for-barrier-management-in-the-petroleum-industry_2013.pdf) (дата обращения: 02.11.2022).

12. *ISO 13702:2015.* Petroleum and natural gas industries — Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations — Requirements and guidelines. — Geneva: ISO, 2015. — 68 p.

13. *NORSOK S-001:2008.* Technical safety. URL: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-los-andes-venezuela/ingenieria-mecanica/s-001technical-safety/11787848> (дата обращения: 02.11.2022).

14. *Hokstad P., Aven T., Vatn J.* Use of risk acceptance criteria in Norwegian offshore industry: Dilemmas and challenges// *Risk, Decision and Policy.* — 2004. — Vol. 9. — Iss. 3. — P. 193–206. DOI: 10.1080/14664530490505567

15. *ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018.* Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 1. Термины, определения и технические требования. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200160087> (дата обращения: 02.11.2022).

16. *Madsen C.S.* Operational Safety: «The Platform Manager's Risk Control Tool». URL: [https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/238495/646866\\_FULLTEXT01.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/238495/646866_FULLTEXT01.pdf?sequence=2&isAllowed=y) (дата обращения: 02.11.2022).

**risk@safety.ru**

*Материал поступил в редакцию 4 декабря 2022 г.*

«**Bezопасnost Truda v Promyshlennosti**»/ «**Occupational Safety in Industry**», 2022, № 12, pp. 55–62.  
DOI: 10.24000/0409-2961-2022-12-55-62

#### **Approaches to the Qualitative Assessment of the of Safety Barriers Performance at Oil and Gas Facilities**

**V.D. Barkhatov**, Cand. Sci. (Econ.), Deputy Head of Department

**E.V. Zaytseva**, Deputy Head of the Division

**LLC Science Research Institute of Economics and Management in Gas Industry (LLC «НИГазэкономика»)**, Moscow, Russia

**M.V. Lisanov**, Dr. Sci. (Eng.), Director of Risk Analysis Center, [risk@safety.ru](mailto:risk@safety.ru)

**I.S. Zhukov**, Research Associate

**STC «Industrial Safety» CJSC, Moscow, Russia**

#### **Abstract**

The basic concepts of the idea of safety barriers and proposals for their classification are given. The criteria for assessing the performance of safety barriers, methods for checking their performance during operation of the facility, as well as an approach to a qualitative assessment of their performance at the facility are described. Technical safety barriers mean engineering systems and equipment located at the facility and designed to implement a critical safety function. Administrative safety barriers serve to control the implementation of critical safety tasks performed by the employees.

The performance of safety barriers is described by three groups of criteria: efficiency, reliability, stability. The tasks of effective safety barriers management are reduced to preventing, controlling, or reducing the consequences of the implementation of risks at oil and gas facilities. These goals are achieved by assessing the performance of each barrier element and maintaining its performance capability, as well as by analyzing not only technical, but also administrative decisions. The tasks set are solved by the efficient placement and use of safety barriers, ensuring their effectiveness, reliability, and sustainability through current supporting procedures.

Based on the results of the assessment of the safety barriers performance, the recommendations are developed on the formation of a list of measures in the field of operational risk management and on reducing the level of risk criticality. The task of assessing the performance of safety barriers is to identify the weak points in the industrial safety of oil and gas facilities by determining the sufficiency and readiness of each existing safety barrier to perform a barrier function.

**Key words:** safety barrier, barrier function, classification, performance assessment, performance monitoring, evaluation criteria, verification, oil and gas industry facility.

#### **References**

1. Methodological bases for hazard analysis and risk assessment of accidents at hazardous production facilities: safety guide. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200133801> (accessed: November 11, 2022). (In Russ.).

2. GOST R 54141—2010. Risk management. Implementation guide for organizational security measures and risk assessment. Reference incidents scenarios. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200089294> (accessed: November 11, 2022). (In Russ.).

3. GOST R ISO/MEK 31010—2011. Risk management. Risk assessment methods. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200090083> (accessed: November 11, 2022). (In Russ.).

4. Zhukov I.S. Safety Barriers: Notion, Classification, Concepts. *Bezопасnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry.* 2017. № 5. pp. 49–56. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2017-5-49-56

5. R Gazprom 18000.2-021—2022. Unified industrial safety management system. Guidelines for assessing the state

of safety barriers for personnel at PJSC Gazprom objects. Available at: <https://tchaikovsky-tr.gazprom.ru/d/textpage/c8/200/r-gazprom-18000.2-021-2022-esupb.-metodicheskie-rekomendatsii-po-otsenke-sostoyaniya-barerov-bezopasnosti-personala-obektov-pao-gazprom.pdf> (accessed: November 2, 2022). (In Russ.).

6. Barrier Memorandum 2017. Principles for barrier management in the petroleum industry. Available at: <https://www.ptil.no/contentassets/43fc402b97e64a7cbabdf91c64b349cb/barriers-memorandum-2017-eng.pdf> (accessed: November 2, 2022). (In Russ.).

7. Sklet S. Safety barriers: Definition, classification, and performance. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2006. Vol. 19. Iss. 5. pp. 494–506. DOI: 10.1016/j.jlp.2005.12.004

8. Trbojevic V.M. Optimising hazard management by workforce engagement and supervision. Liverpool: Health and safety executive, 2008. 92 p.

9. Sklet S. Safety barriers on Oil and Gas Platforms. Means to prevent hydrocarbon releases. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, 2005. 182 p.

10. Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the context of the Seveso II directive. Available at: [https://www.researchgate.net/profile/Olivier-Salvi/publication/237251847\\_ARAMIS\\_Accidental\\_Risk\\_Assessment\\_Methodology\\_for\\_IndustrieS\\_in\\_the\\_context\\_of\\_SEVESO\\_II/links/0f31753177e8af04f9000000/ARAMIS-Accidental-Risk-Assessment-Methodology-for-IndustrieS-in-the-context-of-SEVESO-II.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Olivier-Salvi/publication/237251847_ARAMIS_Accidental_Risk_Assessment_Methodology_for_IndustrieS_in_the_context_of_SEVESO_II/links/0f31753177e8af04f9000000/ARAMIS-Accidental-Risk-Assessment-Methodology-for-IndustrieS-in-the-context-of-SEVESO-II.pdf) (accessed: November 2, 2022).

11. Principles for barrier management in the petroleum industry. Available at: [https://www.ptil.no/contentassets/11851dc03a84473e8299a2d80e656356/principles-for-barrier-management-in-the-petroleum-industry\\_2013.pdf](https://www.ptil.no/contentassets/11851dc03a84473e8299a2d80e656356/principles-for-barrier-management-in-the-petroleum-industry_2013.pdf) (accessed: November 2, 2022).

12. ISO 13702:2015. Petroleum and natural gas industries — Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations — Requirements and guidelines. Geneva: ISO, 2015. 68 p.

13. NORSOK S-001:2008. Technical safety. Available at: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-los-andes-venezuela/ingenieria-mecanica/s-001technical-safety/11787848> (accessed: November 2, 2022).

14. Hokstad P., Aven T., Vatn J. Use of risk acceptance criteria in Norwegian offshore industry: Dilemmas and challenges. *Risk, Decision and Policy*. 2004. Vol. 9. Iss. 3. pp. 193–206. DOI: 10.1080/14664530490505567

15. ГОСТ Р МЭК 61511-1—2018. Functional safety. Safety instrumented systems for the process industry sector. Part 1. Terms, definitions and technical requirements. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200160087> (accessed: November 2, 2022). (In Russ.).

16. Madsen C.S. Operational Safety: «The Platform Manager's Risk Control Tool». Available at: [https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/238495/646866\\_FULLTEXT01.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/238495/646866_FULLTEXT01.pdf?sequence=2&isAllowed=y) (accessed: November 2, 2022).

*Received December 4, 2022*