

И.С. Сивоконь

**Структура,  
оценка и анализ  
рисков на  
производстве**

**РУКОВОДСТВО**

Риски, методы  
оценки и анализа,  
надежность  
оборудования и  
безопасность на  
производстве

Илья Сивоконь

**Структура, оценка и анализ  
рисков на производстве**

«Автор»

2023

## **Сивоконь И. С.**

Структура, оценка и анализ рисков на производстве /  
И. С. Сивоконь — «Автор», 2023

Риски в области производственной деятельности компаний и задачи по их оценке, анализу и управлению касаются практически всех работников. Вместе с тем, само понятие риск воспринимается многими по-разному. Это прежде всего связано с тем, что в настоящее время методические подходы к рискам активно развиваются, отсутствует общепринятая единая терминология. Цель руководства состоит в том, чтобы сформировать у читателя целостную картину риска и составляющих его элементов. Кроме того, для закрепления восприятия целостной картины риска представлено описание наиболее широко применяемых в нефтегазовых компаниях методов оценки и анализа рисков и подробно обсуждена ключевая терминология. Таким образом, предполагается достижение цели не только целостного восприятия риска, но еще и углубленное понимание основных методов оценки и анализа риска, а также способность видеть за различными частными случаями применения рисков и терминов суть рассматриваемых вопросов.

© Сивоконь И. С., 2023

© Автор, 2023

# Содержание

Введение	5
Область применения и целевая аудитория	6
Структура руководства	8
Глава 1. Риски вокруг нас и в нормативно-методических документах	9
1.1. Вводное самотестирование собственных знаний и навыков в области оценки и анализа рисков	9
1.2. Нормативно-методическое обеспечение[1]	11
1.3. Определения рисков в нормативных документах РФ и внутренних документах нефтегазовых компаний	13
Глава 2. Основные термины и определения, применяемые при оценке и анализе рисков	16
2.1. Опасности	17
2.2. Иницилирующее событие	20
2.3. Риск-фактор	23
2.4. Опасное событие	25
2.5. Барьер	28
2.6. Определение условия возникновения опасного события	33
2.7. Заключение по главе 2	34
Глава 3. Современные подходы к оценке, анализу и управлению рисками в нефтегазовой отрасли	35
3.1. Введение	35
Конец ознакомительного фрагмента.	38

# **Илья Сивоконь**

## **Структура, оценка и анализ рисков на производстве**

### **Введение**

Настоящее руководство является адаптированной для более широкого круга читателей и доработанной версией учебного пособия «Производственные риски в нефтегазовой отрасли. Структура, оценка и анализ» (Сивоконь И. С. Учебное пособие. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, 2021. 184 с.: ил.).

Риски в области производственной деятельности компаний и задачи по их оценке, анализу и управлению касаются практически всех сотрудников от линейного персонала на производственных объектах активов до аппарата управления в корпоративном центре. Применение риск-ориентированных подходов во всех бизнес-процессах определено как необходимое требование в рамках систем управления производственной деятельностью многих компаний и в международных стандартах [1–8]. Вместе с тем само понятие «риск» воспринимается многими участниками процессов управления рисками по-разному. Это прежде всего связано с тем, что в настоящее время методические подходы к рискам активно развиваются, отсутствует общепринятая единая терминология, в силу различных областей применения риск-ориентированных подходов детально изучаются отдельные элементы, формирующие понятие риска и методов его управления, а целостная картина риска у практикующих специалистов, как правило, отсутствует.

Немалую роль в «разношерстном» восприятии рисков и подходов к их управлению играет и тот факт, что большинство специалистов и руководителей не обучались по этой тематике системно, так сказать, «от печки». Чаще всего обучение было на уровне самообразования, участия в различных тематических тренингах или курсах повышения квалификации. Поэтому цель настоящего руководства состоит в том, чтобы сформировать у читателя целостную картину риска и составляющих его элементов. Кроме того, для закрепления восприятия целостной картины риска представлено описание наиболее широко применяемых в нефтегазовых компаниях методов оценки и анализа рисков и подробно обсуждена ключевая терминология. Таким образом, предполагается достижение цели не только целостного восприятия риска, но еще и углубленного понимания основных методов оценки и анализа риска, а также способности видеть за различными частными случаями применения рисков и терминов суть рассматриваемых вопросов.

Применение полученных знаний по терминологии, методам оценки и анализа рисков позволит читателю при необходимости глубоко и профессионально погружаться в изучение и практическое применение конкретных методов, таких как HAZOP, HAZID, RCM, RBI и т. п., принимать участие в сессиях по управлению рисками, качественно исполнять свои должностные обязанности в рамках участия в процессах управления рисками.

## Область применения и целевая аудитория

Руководство содержит сведения по рискам в производственной деятельности компаний и наиболее широко применяемым методам их оценки и анализа. Области применения приобретаемых компетенций в результате изучения руководства:

- умение видеть риски и использовать риск-ориентированный подход в бизнес-процессах;
- участвовать в командах по проведению риск-сессий, процедурах HAZOP, HAZID, RCM;
- формировать методически корректные подходы к определению и выявлению опасностей, риск-факторов, инициирующих и опасных событий и последствий;
- принимать участие в разработке и по мере накопления опыта организовывать разработку диаграмм «ГАЛСТУК-БАБОЧКА»;
- выявлять пробелы и ошибки, которые могут возникать при применении методов оценки и анализа рисков;
- формировать меры по управлению рисками в процессе использования диаграмм «ГАЛСТУК-БАБОЧКА» и процедур HAZOP, HAZID, RCM;
- применять на практике после дополнительного изучения методы оценки и анализа рисков в процессе производственной деятельности.

Целевую аудиторию данного руководства представляют собой три группы потенциальных читателей:

- *студенты магистратуры любых специализаций* – в связи с тем, что их будущая работа, независимо от должности и области производства, связана с рисками и они неизбежно будут вовлечены в процессы управления рисками в рамках своего бизнес-процесса;
- *все сотрудники, работающие в различных компаниях*, кто так или иначе задействован в процессе управления рисками на своем рабочем месте или отвечает за управление рисками в области производственной деятельности;
- *преподаватели*, кто так или иначе использует в своих учебных материалах риски, а также *эксперты*, участвующие в разработке и согласовании различной документации, стандартов, практических руководств, касающихся процессов оценки, анализа и управления рисками в нефтегазовой отрасли. Разумеется, ожидать полной поддержки и согласия с материалом руководства от этой категории потенциальных читателей было бы наивно. В области рисков ситуация даже не такая, как у геологов, о которых, как известно, говорят: «Два геолога – три мнения». У «рисковиков», так назовем условно эту категорию специалистов, к которым имеет отношение и автор, обычно на одного человека может быть более двух мнений, а уж в команде от двух и более «рисковиков» количество мнений может не поддаваться подсчету. Но термины и понимание риска должны быть если не едины, то просто и доступно изложены для тех, кто применяет их в своей деятельности, – одним из вариантов такого доступного изложения материала является настоящее руководство.

Терминология и идеи, изложенные в этом руководстве, применимы ко всем практикам управления рисками при помощи упомянутых методов оценки, анализа и управления рисками и не ограничиваются производственными рисками, в том числе рисками технологических процессов, промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды. Руководство предназначено для широкой аудитории, от новичков с небольшим опытом участия в процессах управления рисками или вообще без него до опытных профессионалов, которые уже имеют обширную практику.

Также необходимо отметить, что изложенный материал применим в химической/нефтегазохимической промышленности, а также в других отраслях промышленности (например,

транспорт – судоходство, авиация, железнодорожное сообщение, автомобильные перевозки, – горнодобывающая, атомная и здравоохранение). Помимо производственных рисков, материал руководства может использоваться для управления стратегическими рисками, финансовыми рисками, рисками безопасности, рыночными рисками и т. д.

## Структура руководства

Данная книга организована таким образом, чтобы следовать логической цепочке:

Глава 1. Осмотреться вокруг себя, обнаружить риски в своей ежедневной активности, посмотреть, что о рисках говорят нормативно-методические документы.

Глава 2. Изучить основные термины и определения, применимые в рисках, с разбором отдельных примеров их правильного и ошибочного толкования.

Глава 3. Провести обзор, местами углубленный, наиболее популярных в нефтегазовой отрасли методов оценки и анализа рисков.

Глава 4. Отдельно изучить барьеры, потому что они и есть инструмент для управления рисками.

Глава 5. Понять, что из себя представляют, а также как могут быть оценены и измерены базовые показатели риска, связанные с его неопределенностью и негативными последствиями.

Глава 6. На основе всего изученного поговорим о матрице рисков как основном инструменте для принятия решений по рискам и их ранжирования.

В заключении изложено видение риска как сложного и комплексного понятия.

В приложениях к руководству представлены следующие материалы:

Приложение 1. Формы для заполнения к самостоятельной работе «Безопасность по дороге из пункта А в пункт Б». Эта самостоятельная работа важна, и ее рекомендовано выполнить прежде, чем читатель начнет ознакомление с материалом, изложенным в руководстве.

Приложение 2. Ключевые слова для проведения HAZOP.

Приложение 3. Типичные причины отклонений от нормального рабочего режима, применяемые в HAZOP.

Ранее уже было сказано, что в руководстве отдельные методы оценки и анализа риска изложены более подробно. HAZOP – один из этих методов. Одна из целей руководства – научить принимать участие в процедуре HAZOP. Данное приложение в помощь...

Приложение 4. Методики оценки рисков аварий, применяемые при разработке действующих ДПБ. Данное приложение демонстрирует многообразие специальных документов по оценке и анализу рисков – в данном случае применительно к разработке декларации промышленной безопасности для опасных производственных объектов.

Приложение 5. Описание метода «Матрица последствий и вероятности по ГОСТу Р ИСО/МЭК 31010–2011». Матрица рисков – широко распространенный инструмент при оценке и анализе рисков, поэтому приведено его описание по ГОСТу с небольшими комментариями автора.

# **Глава 1. Риски вокруг нас и в нормативно-методических документах**

## **1.1. Вводное самотестирование собственных знаний и навыков в области оценки и анализа рисков**

Риски – очень практичное понятие, поэтому мы начнем их изучение с исследования опасностей, которые нас окружают по дороге в университет, или на работу, или в иное место назначения, куда мы ежедневно перемещаемся условно из пункта «А» в пункт «Б». Первым заданием для самостоятельной работы будет анализ того, как обеспечить собственную безопасность в наиболее характерном для читателя рутинном путешествии.

Для этого необходимо приготовить лист бумаги, ручку или карандаш и сосредоточиться. Вместо листа бумаги рекомендуется использовать специальное приложение к руководству (см. Приложение 1), в котором можно записать ответы на поставленные вопросы в специальные формы.

Безопасность по дороге из пункта «А» в пункт «Б» необходимо рассмотреть, как минимум, по одному из наиболее понятных и привычных нижеперечисленных вариантов:

1-й – безопасность в том случае, если вы добираетесь из пункта «А» в пункт «Б» на собственном автомобиле;

2-й – безопасность в том случае, если вы добираетесь из пункта «А» в пункт «Б» на такси;

3-й – безопасность в случае, если вы добираетесь из пункта «А» в пункт «Б» на общественном транспорте или пешком.

Еще возможные варианты: на железнодорожном транспорте (включая метро), авиатранспортом.

Задача состоит в том, чтобы по каждому выбранному читателем варианту сформулировать ответы на следующие вопросы:

– какие события могут нанести вред вашей жизни и здоровью в процессе путешествия из пункта «А» в пункт «Б»?

– какими наихудшими возможными последствиями характеризуются события при путешествии из пункта «А» в пункт «Б»?

– какие возможные причины этих событий?

– что необходимо предпринять, чтобы событие не произошло?

– какие меры необходимо предусмотреть, чтобы максимально снизить тяжесть последствий события при путешествии из пункта «А» в пункт «Б»?

Необходимо без спешки подумать и письменно ответить на поставленные вопросы.

Цели настоящего упражнения:

– на простом примере познакомиться с основными терминами, используемыми в рамках оценки и анализа рисков;

– на основе собственной самооценки понять восприятие рисков, о которых, возможно, ранее и не думали, хотя знали, что они есть;

– создать позитивный настрой на изучение курса по оценке и анализу рисков;

– немедленно применить результаты обдумывания собственной безопасности при путешествии из пункта «А» в пункт «Б» путем снижения или устранения рисков, а возможно, и изменения способа перемещения из пункта «А» в пункт «Б».

Краткая памятка по проведению упражнения представлена на рисунке 1.1.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Варианты

- ▶ **ВОДИТЕЛЬ** - вы используете собственный автомобиль;
- ▶ **КЛИЕНТ** - вы используете такси;
- ▶ **ПАССАЖИР и/или ПЕШЕХОД** - вы используете общественный транспорт или идете пешком.

- ▶ Какие события могут нанести вред жизни и здоровью людей?
- ▶ Какими наихудшими возможными последствиями характеризуются события?
- ▶ Какие возможные причины событий?
- ▶ Что необходимо предпринять, чтобы событие не произошло?
- ▶ Какие меры необходимо предусмотреть, чтобы максимально снизить тяжесть последствий события?

Рис. 1.1. Памятка по проведению упражнения «Путешествие из пункта „А“ в пункт „Б“»

Потенциальные наблюдения и выводы, которые читатель может сделать на основе предложенного упражнения:

– разное отношение и оценка наиболее вероятных и наиболее опасных событий; зависимость от индивидуальных оценок;

– задайте себе вопрос: если бы у вас была возможность выбора, каким способом добраться в университет, какой бы способ вы предпочли, если бы захотели в максимальной степени себя обезопасить, не принимая во внимание скорость передвижения и затраты?

Если имеется возможность, обсудите данное упражнение с коллегами или друзьями и при этом обратите внимание, что каждый из нас, исходя из своего опыта и понимания, индивидуально воспринимает рискованность той или иной опасности.

Наличие разных точек зрения подтверждает после разбора одних и тех же ситуаций потребность в управлении рисками.

Разница лишь в масштабах предпринимаемых действий и уровне принятия решения. Как правило, чем серьезнее тяжесть последствий события, тем более «весомые» органы управления вовлекаются в процесс принятия решений. Это объясняется как охватом решаемых задач, так и масштабами вовлекаемых ресурсов.

Результаты упражнения, зафиксированные на бумаге, рекомендуется сохранить и вернуться к ним после ознакомления с материалами настоящего курса. Читатель сможет определить, в каких вопросах были сделаны ошибки и что не было учтено.

## 1.2. Нормативно-методическое обеспечение<sup>1</sup>

Нормативно-методическое обеспечение (НМО) производственной деятельности с применением риск-ориентированных подходов – например:

– к техническому обслуживанию и ремонту: RCM – Reliability Centered Maintenance (техническое обслуживание, ориентированное на надежность);

– к технической диагностике: RBI – Risk Base Inspection (риск-ориентированная диагностика);

– к предотвращению отказов оборудования: RCA – Root Cause Analysis (анализ перво-причин) – список можно продолжать – разработано в настоящее время не в достаточном объеме и не полностью удовлетворяет запросам отрасли, поэтому разные компании вынуждены на основе имеющейся нормативно-методической базы готовить собственные локальные документы, адаптированные к текущей практике.

Необходимость разработки локальных нормативных документов компаниями в дополнение к существующему национальному, международному и отраслевому НМО диктуется не наличием в них недостатков, а неизбежными обобщениями. Как правило, в упомянутых НМО формулируются применимые требования, излагаются лучшие практики и цели. Но ответ на вопрос, как ЭТО сделать в тех или иных условиях с имеющимися компетенциями персонала, действующей организационной структурой, могут дать локальные нормативные документы, разрабатываемые каждой компанией с учетом своих специфических особенностей.

Основные НМО РФ, описывающие применение риск-ориентированных подходов к производственной деятельности:

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска»;

– ГОСТ Р 51901.16–2005 «Менеджмент риска. Повышение надежности. Статистические критерии и методы оценки»;

– ГОСТ Р 51901.21–23–2012 «Менеджмент риска. Реестр риска (Общие принципы разработки и ведения реестра / Правила построения / Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска)»;

– ГОСТ Р 51901.10–2009 «Менеджмент риска. Процедуры управления пожарным риском на предприятии»;

– ГОСТ Р 54145–2010 «Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Общая методология»;

– ГОСТ Р 54141–2010 «Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Эталонные сценарии инцидентов»;

– ГОСТ 27.310–1995 «Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения»;

– ГОСТ Р 51901.13–2005 «Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей»<sup>2</sup>;

– ГОСТ Р 54142–2010 «Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Методология построения универсального дерева событий».

Кроме ГОСТов, рискам и применению риск-ориентированных подходов посвящено много других документов Ростехнадзора, министерств и компаний, например:

– приложение к приказу МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (ред. от 14.12.2010). В

---

<sup>1</sup> Определение нормативно-методического обеспечения см. в глоссарии.

<sup>2</sup> Иное название метода – «Дерево отказов».

документе изложены общие требования к определению расчетных величин пожарного риска и порядок вычисления расчетных величин пожарного риска на объекте;

– РД 03–496–02 – «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах», которые устанавливают общие положения и порядок количественной оценки экономического ущерба от аварий на ОПО, подконтрольных Ростехнадзору;

– руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах», утверждено приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 – содержит рекомендации по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий для обеспечения требований ПБ при проектировании, строительстве, капитальном ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, эксплуатации, консервации и ликвидации опасных производственных объектов;

– СТО Газпром 2–2.3–400–2009 – «Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газодобывающих предприятий ОАО „Газпром“».

Многообразие форм НМО по рискам, в частности, представлено в приложении 4, в котором приведен далеко не полный перечень методов оценки и анализа рисков, применяемых при разработке ДПБ [9].

### 1.3. Определения рисков в нормативных документах РФ и внутренних документах нефтегазовых компаний

После обсуждения безопасности по дороге из пункта «А» в пункт «Б», выявления опасностей, мер по снижению вероятности негативных событий и тяжести их последствий мы готовы приступить к изучению структуры, оценки и анализа рисков. Разумеется, так как руководство ориентировано в первую очередь на студентов нефтегазовых специальностей и специалистов, работающих в нефтегазовой отрасли, то и риски мы будем изучать применительно к производственной деятельности нефтегазовых компаний, компаний по нефтепереработке и нефтегазохимии.

Кроме понятия риск, в НМО, как правило, присутствуют определения следующих понятий:

- управление рисками;
- оценка рисков;
- анализ рисков.

Но в рамках руководства мы не будем концентрироваться на детальном разборе упомянутых понятий, поскольку для начала необходимо разобраться с самим риском, а уж ясное понимание риска позволит без особых трудностей перейти к процессу управления рисками, их оценкой и анализом.

Если спросить читателя и любого другого специалиста, что такое риск, то наиболее вероятно, что мы не услышим двух одинаковых ответов, а некоторые вообще затруднятся дать определение риска. Это нормально. В ходе изучения смысла терминов, применяемых при оценке и анализе рисков, мы привыкнем к ним и тем самым станем понимать, что же такое риск.

Кто-то из великих физиков (Ричард Фейнман или Нильс Бор) сказал: «Понять – значит привыкнуть и научиться использовать».

Для начала изучения рисков и тем более для работы с ними необходимо знать, а лучше еще и понимать, что такое риск.

Ниже приведены определения рисков из внутренних нормативных документов нефтегазовых компаний ПАО «Газпром нефть» и ПАО «НК „Роснефть“» и из двух ГОСТов:

- ПАО «Газпром нефть»:

Кодекс СУОД (Система управления операционной деятельностью):  
*«Операционный риск – возможный сценарий операционной деятельности, снижающий операционную эффективность. Если возможный сценарий реализовался, то произошло операционное происшествие»;*

Интегрированная система управления рисками (ИСУР): *«Риск – вероятное событие в будущем, которое может оказать отрицательное и/или положительное воздействие на достижение поставленных целей Группы компаний ГПН на всех уровнях управления»;*

Стандарт компании «Порядок выявления, оценки и минимизации рисков в области промышленной и экологической безопасности, охраны труда и гражданской защиты»: *«Риск – мера защищенности жизненно важных интересов личности, общества и бизнеса КОМПАНИИ от реализации производственных опасностей»;*

- ПАО «НК «Роснефть»:

Управление рисками ПБ, ОТ и ООС: *«Риск в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды – мера опасности,*

*характеризующаяся вероятностью возникновения опасного события и тяжестью его последствий»;*

– ГОСТ Р ИСО 31000–2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»: *«Риск – влияние неопределенности на цели»;*

– ГОСТ Р 54505–2011 «Безопасность функциональная. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»: *«Риск – сочетание вероятности события и его последствий».*

На основе прочтения цитированных выше определений риска видно, что ВСЕ определения имеют отличия, уже начиная с первых слов. Риск – это:

- возможный сценарий...
- вероятное событие...
- мера защищенности...
- мера опасности...
- влияние неопределенности...
- сочетание...

К вышесказанному про различные виды определений рисков можно добавить следующие, представленные в различных нормативно-правовых актах РФ:

– риск – *«вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда»*

(Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании», ст. 2. Основные понятия);

– риск – *«следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей»:*

*следствие влияния неопределенности – отклонение от ожидаемого результата или события (позитивное и/или негативное);*

*неопределенность – состояние полного или частичного отсутствия информации, необходимой для понимания события, его последствий и их вероятностей.*

(ГОСТ Р 51901.21–2012 «Менеджмент риска. Реестр риска. Общие принципы разработки и ведения реестра», п. 3. Термины и определения);

– риск аварии на ОПО – *«мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на опасном производственном объекте и соответствующую ей тяжесть последствий»*

(приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144);

– пожарный риск – *«мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей»*

(Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями), ст. 2);

– экологический риск – *«вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера»*

(Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ, ст. 1);

– профессиональный риск – *«вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных настоящим Кодексом, другими федеральными законами»*

(Кодекс 197-ФЗ Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001, ст. 209).

Употребляемые определения рисков, к тому же закрепленные не где-нибудь, а в федеральном законодательстве, такие как «риск аварии», «пожарный риск», «экологический риск», «профессиональный риск», в своей основе содержат такой же «зоопарк» терминов, как и приведенные выше определения из локальных нормативных документов компаний и ГОСТов.

В определениях рисков часто применяют стандартные математические понятия и термины, смысл которых, известный любому специалисту, входит в противоречие с теми смыслами, которые авторы определений рисков вкладывают в формулировке.

Например, если риск – **вероятность**..., то всем сразу должно приходиться на ум: вероятность – безразмерная величина, применимая к случайному событию, которая может быть рассчитана путем деления количества испытаний, при которых случайное событие произошло, к общему количеству испытаний. И при этом мы точно знаем, что:

1. Вероятность принимает значения на отрезке от 0 до 1 – это простое следствие того, что значение дроби, в которой числитель меньше или равен знаменателю, не может быть более единицы, а знаменатель и числитель при этом – натуральные<sup>3</sup> числа.

2. Вероятность невозможного события равна 0, то есть событие точно не произойдет при любом испытании.

3. Вероятность достоверного события равна 1, то есть событие точно произойдет при любом испытании.

Как после этого сопоставить стандартное понимание вероятности с профессиональным или пожарным риском – известно только авторам таких определений.

Еще хуже обстоят дела, когда риск начинают описывать через математический термин «степень», который у любого старшеклассника твердо ассоциируется со степенной функцией  $Y = X^n$ .

Разумеется, нет никаких оснований для критики приведенных выше примеров определений риска. На практике, хоть это и может показаться странным и невозможным, все они в целом правильные. Отличия связаны с рядом причин, упомянем только самые очевидные и лежащие на поверхности:

– любое определение риска формулируется применительно к определенной сфере деятельности, опасностям и видам негативных воздействий;

– риск – это комплексное понятие, и его крайне сложно описать в одном, максимум двух предложениях;

– в каждой области, где работают с рисками, имеются разные приоритеты – или их частота, или последствия, или воздействие на целевой результат деятельности (для бизнеса), или недопустимые сценарии развития событий...

Но, несмотря на многообразие определений рисков и областей человеческой деятельности, где они применяются, риск – понятие универсальное, и он может быть описан в общем виде, понятном и применимом для всех заинтересованных сторон.

<sup>3</sup> «Бог создал натуральные числа, все остальное – дело рук человека». Л. Кронекер (1823–1891).

## **Глава 2. Основные термины и определения, применяемые при оценке и анализе рисков**

В самостоятельной работе (Приложение 1А) по обсуждению безопасности по дороге из пункта «А» в пункт «Б» читатель, наверное, уже использовал некоторые из основных терминов, применяемых при оценке и анализе рисков. Кроме того, так или иначе упоминалась вероятность или частота происшествия и обсуждалось, к каким негативным последствиям может привести то или иное происшествие. Также в примерах определений рисков, приведенных в главе 1, тоже применяется много терминов, значение которых необходимо знать, так как это знание позволит понять природу риска.

Перечень основных терминов, применяемых при оценке и анализе рисков, следующий:

- опасность;
- риск-фактор;
- барьер;
- иницирующее событие;
- опасное событие;
- частота;
- негативные последствия;
- условия возникновения опасного события.

При обсуждении смысла терминов, анализе примеров из практики будем по возможности придерживаться нефтегазовой тематики. В качестве методической основы для подготовки настоящей главы частично использованы подходы и стилистика изложения в материалах учебных тренингов по управлению рисками в области промышленной безопасности, охраны окружающей среды компании ПАО «НК „Роснефть“» и тренингов по управлению целостностью и надежностью оборудования с описанием рисков производственной безопасности по причине нарушения целостности оборудования в компании ПАО «Газпром нефть».

## 2.1. Опасности

Опасностью (hazard) называют то, что потенциально может причинить вред. Опасности являются частью штатного производственного процесса, и часто без их наличия производственные операции были бы невозможны. А значит, вред или ущерб причиняется как раз в том случае, если мы теряем контроль над опасностью. Опасность исследуют и показывают визуально для того, чтобы было понятно, откуда исходит риск.

**Опасность – потенциальный источник нанесения вреда людям, окружающей среде, активам или репутации.**

О чем речь?

Опасность, например, могут представлять:

– изменения внешних условий ведения производственной деятельности, такие как санкционные ограничения, колебания цен и курсов валют;

– используемые опасные вещества и/или опасные вещества, обращающиеся в оборудовании в рамках технологического процесса (кислоты, щелочи, горючие и легковоспламеняющиеся жидкости, газы или твердые вещества);

– химические вещества (включая опасные вещества), выделяемые в окружающую среду в процессе выполнения операций (выбросы, сбросы, отходы);

– условия, в которых выполняются операции (например, давление, температура, освещение, излучения, перепад высот, скользкие поверхности).

Существуют детали двух типов, которые имеет смысл включить в формулировку опасности:

– ситуативный контекст – например, географическое местоположение, фаза производства, вид оборудования, а также другие сопутствующие описания;

– масштаб – указание масштаба обсуждаемых опасностей также может быть важной информацией. Например, какова емкость резервуара? Под каким давлением или в какой концентрации находится химическое вещество? Какое снижение цен на продукцию?

Опасности должны быть определены и описаны в их контролируемом состоянии. Описание опасности может быть сформулировано как «транспортировка топлива на бензовозе из пункта „А“ в пункт „Б“», но не «взрыв бензовоза». То есть опасность описывает потенциально вредное вещество/процесс/деятельность, а не потерю контроля над опасностью (что есть «иницирующее событие», но об этом мы более подробно поговорим в соответствующем разделе настоящей главы) и не фактический вред, к которому может привести данный процесс (это уже будет опасным событием или его последствиями).

Полезной проверкой при определении корректности формулирования опасности будет положительный ответ на вопрос: «Является ли описанная таким образом опасность частью нашей штатной производственной деятельности?»

Приведем примеры корректного и некорректного формулирования опасностей:

А) корректная формулировка:

– *волатильность биржевых цен на нефть и валютных курсов.* Это явление всегда присутствует в бизнесе в штатном режиме и влияет на производственную деятельность. Понятен источник данной опасности, какое она может оказать влияние и чем ее можно измерить;

– *пропан под давлением в сферическом резервуаре.* Аналогично – нефть, или нефтепродукты, или любое другое опасное или токсичное вещество в резервуарах, трубопроводах, автоцистернах и т. п. Известен объем, оборудование, вещество, давление, влияние на актив, возможные воздействия на людей и окружающую среду. Также известны процессы, в которых участвуют указанные опасные вещества;

– *управление автоцистерной при движении по автостраде*. Управление автоцистерной при движении по автостраде – это стандартное требование, чтобы из точки А доставить содержимое цистерны в точку Б;

– *вскрытие продуктивного пласта с углеводородами под давлением*. Вскрытие продуктивного пласта породы с углеводородами является частью штатной производственной деятельности для нефтегазовых компаний, но потенциально это может стать причиной, фактором причинения ущерба (например, открытый фонтан на скважине);

– *наличие в технологическом процессе углеводородов*. Углеводороды сами по себе обладают пожароопасными и взрывоопасными свойствами;

– *наличие в технологическом процессе углеводородов, в состав которых входит сероводород ( $H_2S$ )*. Углеводороды сами по себе обладают обычными пожароопасными и взрывоопасными свойствами, а сероводород представляет собой дополнительную токсичную опасность, что поднимает более широкий ряд вопросов с точки зрения безопасности;

– *работы на высоте (>2 м) от опалубки*. Работы на высоте являются хорошо известным источником опасности, при этом указание значения высоты обеспечивает необходимую конкретику;

– *транспортировка персонала на рабочую площадку и обратно на вертолете*. Действие, заключающееся в полете вертолета к месту работы, являются хорошо определенной деятельностью;

Б) некорректная формулировка:

– *неконтролируемый пожар*. «Неконтролируемый пожар» – это не элемент штатной работы, кроме того, нет привязки к активу, не указан возможный масштаб пожара, и это не является частью штатного производственного процесса;

Комментарий:

*В данном примере полезно рассмотреть следующую формулировку опасности, связанной с пожаром, – например, «тушение пожара на опасном производственном объекте» может быть возможной опасностью, так как это является частью обычной деятельности МЧС. Но в данном случае важно именно этот факт подчеркнуть. То есть всякая опасность должна быть привязана к интересующему нас процессу. Для процесса добычи, переработки, транспортировки нефти и нефтепродуктов «тушение пожара...» – не опасность, так как не входит в штатную деятельность, а для МЧС это штатная деятельность, и в этом случае «тушение пожара на ОПО» представляет собой опасность по сравнению с аналогичным тушением пожара, но не на ОПО, а, к примеру, в жилом районе города или на птицефабрике.*

– *сероводород ( $H_2S$ ), хлор (Cl) или любое токсичное или опасное вещество*. Масштаб опасности не установлен надлежащим образом, также неясен процесс, к которому упомянутое вещество имеет отношение;

– *отказ системы контроля*. Отказ – сам по себе не штатная ситуация, и по этому признаку формулировка опасности некорректная;

– *сход с рельсов*. Аналогично;

– *возгорание*. Аналогично.

Вышеописанные примеры корректного и некорректного описания опасности демонстрируют, что применительно к опасности всегда важно определить или обеспечить понимание следующих параметров:

– бизнес или производственный процесс, к которому она применима;

– масштаб опасности;

- потенциальный вред для активов, людей, окружающей среды или репутации;
- какое нежелательное событие или риск (наконец в нашем описании появилось это слово) могут быть связаны с рассматриваемой опасностью.

К сказанному необходимо добавить: опасность должна быть характерной, но при этом не обязательно всегда присутствовать в штатном режиме для определенного процесса с установленным периметром и границами. Сам такой процесс, если в ходе или в результате его реализации может произойти негативное событие, наносящее вред/ущерб, тоже может быть определен как опасность.

Аналогии или ассоциации, которые возникают при анализе текущей производственной деятельности в связи с термином «опасность» в оценке и анализе рисков, показаны на рисунке 2.1.

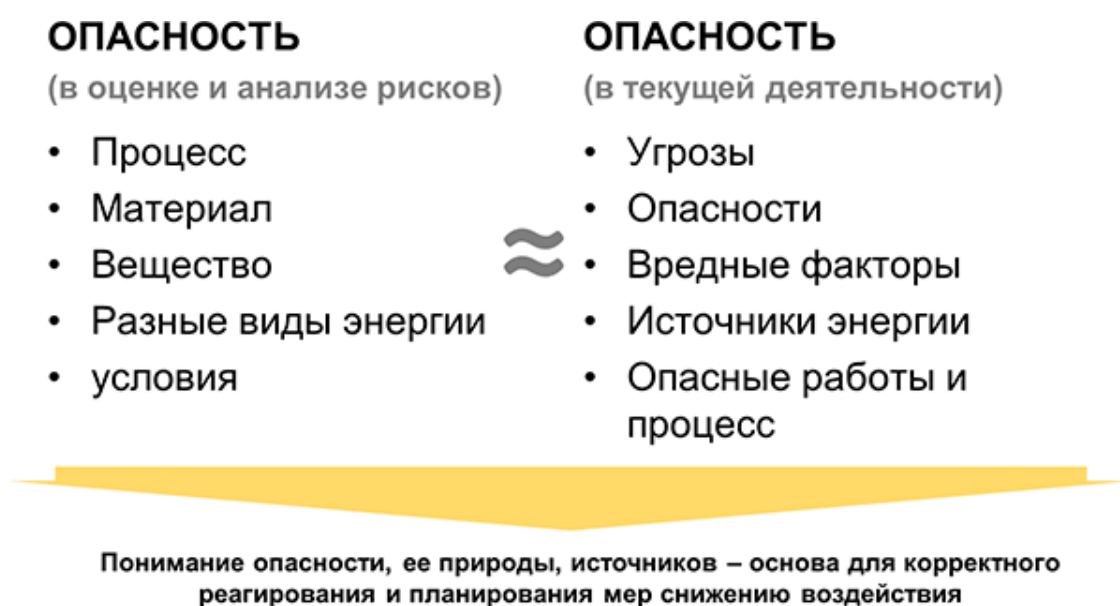


Рис. 2.1. Опасность в оценке и анализе рисков и в текущей производственной деятельности

## 2.2. Иницирующее событие

Важность правильного формулирования иницирующего события при расследовании происшествий вытекает из того, что оно делит реализовавшийся (для происшествия) или потенциальный (для риска) сценарий на две части, при этом первая половина сценария содержит в себе причины, из-за которых риск или происшествие вообще возможны, а вторая половина сценария содержит причины, из-за которых могут возникать более тяжелые, чем минимальные, последствия.

Всякая неприятность всегда с чего-то начинается, с какого-либо события. Опасности есть всегда, и они входят в окружающую нас и наши производственные объекты действительность до тех пор, пока не происходит нечто (событие), которое имеет свою логику развития, то есть за ним следует цепочка событий, приводящих к нежелательным, негативным последствиям, с которыми мы и связываем в интуитивном представлении риск.

Вот такое событие, после которого и в результате которого (все в этом определении важно – **после**, то есть имеется в виду ряд последующих событий во времени; и **в результате**, то есть имеется в виду причинно-следственная связь), является иницирующим событием.

Разберем термин «иницирующее событие» подробно.

В наиболее общей формулировке: иницирующее событие (initiating event) – событие, при наступлении которого начинается процесс.

В нашем случае, применительно к рискам, с иницирующего события начинается процесс или сценарий, в результате которого происходит опасное, нежелательное событие с ущербом.

Иницирующее событие определяется из факта, что все последующие опасные события наступают только вследствие данного события.

Пример «неправильного» определения иницирующего события мы можем найти в ГОСТе Р 54141–2010 «Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Эталонные сценарии инцидентов»: «Иницирующее событие – изначальные причины по направлению вверх каждой ветви, ведущей к критическому событию на дереве отказов...»

В данном случае – ошибка в лингвистике, и состоит она в том, что фактически поставлен знак равенства между событием и причиной. Такие определения затрудняют понимание.

Достаточно корректное определение иницирующего события есть в ГОСТе Р МЭК 62502–2014: «Иницирующее событие – событие, которое является отправной точкой дерева событий и последовательности событий, которые могут привести к различным возможным выходам».

Мы будем использовать более общее определение термина «иницирующее событие», не привязанное к конкретному методу оценки и анализа рисков и без использования слов русского языка с неоднозначным значением в рамках контекста.

### **Иницирующее событие:**

– **само по себе или в результате последующего развития по одному из сценариев до опасного события наносит или может нанести вред людям, окружающей среде, активам или репутации;**

– **определяется из факта, что все последующие опасные события наступают только вследствие данного события.**

На практике при эксплуатации оборудования на ОПО, транспортных средств и в других процессах иницирующих событий не так много. Основными из них можно назвать пять видов:

1. *Нарушение целостности* (см. глоссарий), то есть прекращение штатной работоспособности единицы оборудования (отказ) в связи с наличием дефектов, которые делают невозможной дальнейшую безопасную эксплуатацию с проектной производительностью. В каждом конкретном случае это может быть отказ подшипника, слом какой-либо детали и т. п.

2. *Утечка*. Нарушение герметичности защитной оболочки – стенки трубопровода, сосуда, резервуара, змеевика и т. п. Во многом утечка и нарушение целостности – одно и то же, но для более ясного восприятия часто удобнее пользоваться термином «утечка» (см. глоссарий и источник) [18].

3. *Потеря контроля над...* Если мы имеем в виду ДТП, то универсальное инициирующее событие – это «потеря контроля над автомобилем». При этом важно уточнить, что именно мы понимаем под потерей контроля. При управлении автомобилем контроль означает нашу возможность привести автомобиль в ту точку, куда мы хотим, и наоборот, избежать попадания автомобиля в ту точку, в которой мы не хотим оказаться. К примеру, если нам навстречу выехал другой автомобиль и мы при этом уже не способны ни по скорости реакции, ни по возможностям тормозной системы, ни по возможностям маневрирования избежать столкновения или ухода с безопасной траектории движения, то это тоже потеря контроля над автомобилем.

Еще хороший пример применения инициирующего события «потеря контроля...» при падениях и спотыканиях. Для происшествий и соответствующих им рисков, связанных с падениями и спотыканиями, универсальное инициирующее событие – «потеря контроля человека над собственным телом», и оно связано либо с потерей равновесия, либо с потерей точки опоры (пропал пол под ногами). Трактовка аналогична потере контроля над автомобилем. При потере контроля над телом человек либо падает, либо оказывается там, где ему бы не хотелось находиться. Ошибка при эксплуатации практически всегда приводит к потере контроля.

4. *Утечка электрического тока*. Дуга, удар электрическим током человека и другие происшествия, связанные с эксплуатацией электрооборудования, начинаются с утечки электрического тока – туда, где его не должно быть.

5. *Возгорание/неконтролируемая реакция окисления*. В данном случае для любого пожара или взрыва именно возгорание или, в более общей формулировке, неконтролируемая реакция окисления – инициирующие события.

Важно избежать понимания инициирующего события как причины. С одной стороны, очень просто и легко все списать на инициирующее событие и назвать его причиной, но, с другой стороны, никакой практической пользы, кроме как избежать ответственности за происшествие, такой подход не даст.

Самопроизвольное возгорание оставленной ветоши на раскаленной поверхности элемента компрессора, в результате которого, например, произошел взрыв на ОПО. Чем не причина происшествия? Но на деле причины надо искать в ненадлежащем поведении работников, не предусмотренных в технических решениях защитах и блокировках, которые не позволили бы довести до взрыва, и т. п. Рассмотренные примеры и основные виды инициирующих событий показывают, что любое описание или формулировка инициирующего события должны иметь связь с опасностью.

Примеры корректного и некорректного описания инициирующего события показаны в таблице 2.1.

Практика формулирования инициирующих событий, продемонстрированная в таблице 2.1, показывает: чтобы избежать ошибок, лучше начинать формулирование инициирующего события «от печки», то есть выбрать одно или сочетание нескольких событий из основных пяти видов. А затем «приземлять» его к конкретной рассматриваемой ситуации.

Таблица 2.1

### Описание инициирующего события

Опасность	Иницирующее событие	Комментарий
Бензин, хранящийся в резервуаре	Переполнение резервуара и крупный пожар на обваловке	<b>Некорректное описание.</b> В данном иницирующем событии объединено реальное иницирующее событие — переполнение резервуара, то есть «утечка», с одним из возможных вариантов сценария развития событий — крупным пожаром. Корректно: «переполнение резервуара» или «утечка из резервуара»
Перевозка углеводородов автоцистернами	Столкновение с деревом	<b>Некорректное описание.</b> Столкновение с деревом — это не тот момент/событие, когда мы теряем контроль над опасностью, а нежелательный результат потери контроля над опасностью. Мы можем идентифицировать наше реальное иницирующее событие, задавая себе вопрос: «Что было первоначальным моментом потери контроля и привело к столкновению?» Поэтому в данном случае иницирующим событием может быть то, что привело к потере контроля за движением автоцистерны. Соответственно, это либо «ошибка водителя», либо «нарушение целостности автомобиля», либо «природные катаклизмы» (например, порыв ветра), либо «воздействие третьих лиц»
Вскрытие продуктивного пласта с углеводородами под давлением	Потеря контроля над скважиной. Приток углеводородов. Поглощение бурового раствора	<b>Некорректное описание.</b> Потеря контроля над скважиной может произойти вследствие притока углеводородов в скважину или вследствие поглощения бурового раствора в проницаемый пласт. В данном случае иницирующим событием является «утечка», более распространено употребление термина «газонефтеводопроявление», но обязательно в данном случае помнить, что «газонефтеводопроявление» неуправляемое, так как обычная добыча нефти и газа из скважин — это и есть не что иное, как «газонефтеводопроявление», только управляемое, и в этом заключается цель бурения и эксплуатации скважин
Грузы, подвешенные на кране	Падение предмета	<b>Не вполне корректное описание.</b> Падающий объект означает потерю контроля над процессом подъема/опускания. Это может привести к нескольким возможным последствиям, но при этом имеются разные варианты снижения воздействия; то есть это удачный выбор иницирующего события. Оно может быть дополнено как или «раскачивающийся груз», или быть изменено на «потеря контроля над грузом». Очевидно, что «падение предмета» — в данном случае иное название иницирующего события, такого как «нарушение целостности грузоподъемного оборудования» и др.
Бензин, хранящийся в резервуаре	Коррозия резервуара	<b>Некорректное описание.</b> «Коррозия резервуара» не описывает, каким образом потерял контроль над хранением углеводородов в резервуаре. «Коррозия резервуара» — следствие опасностей, которые присущи резервуарам в связи с наличием в хранимом бензине коррозионно-активных компонентов (вода, кислород, углекислый газ, соли), которые могут привести к потере контроля над опасностью (например, разгерметизация). В данном случае, если мы говорим о коррозии, то иницирующим событием следует считать «утечку» или «нарушение целостности первичной защитной оболочки»
Летучие углеводороды под давлением в установке	Разгерметизация в атмосферу	<b>Корректное описание.</b> Иницирующее событие определяет событие разгерметизации внутри технологической установки. Этого достаточно для того, чтобы рассматривать барьеры для контроля возгорания, обнаружения газа, реагирования на пожар и т. п., и исключает сценарий сброс на факел. По-другому такое иницирующее событие можно назвать «утечка»

## 2.3. Риск-фактор

Начнем с определения риск-фактора. РИСК-ФАКТОР – причина, способствующая реализации опасности и наступлению инициирующего события.

При расследовании аварий, катастроф, да и просто отдельных происшествий – а фактически это реализовавшиеся риски, – риск-фактор, если это расследование проведено правильно, так или иначе будет упомянут в качестве одной из корневых причин.

Риск-фактор отвечает на вопрос, почему может произойти инициирующее событие. Таких причин может быть несколько. То есть для одного инициирующего события может быть несколько причин. Мы этот факт уже могли наблюдать, когда проводили самостоятельную работу по оценке и анализу безопасности, когда мы добираемся из пункта «А» в пункт «Б».

Определяя риск-факторы, мы задаем направления развития событий, которые могут привести к инициирующему событию.

Очень важно понимать разницу между опасностями и риск-фактором.

Опасности сами по себе не могут быть причиной риск-инициирующего события.

Например, рассмотрим опасности для надземного трубопровода или сосуда, работающего под давлением.

Опасностями могут быть: наличие агрессивных компонентов в нефти и газа, воздействие ветра или атмосферных осадков, перегрузка, повышенное давление и т. п.

### **Риск-фактор:**

- причина, способствующая реализации опасности и наступлению инициирующего события;**
- отвечает на вопрос, почему может произойти инициирующее событие.**

Но все вышеперечисленные опасности станут риск-факторами только тогда, когда они могут стать причиной инициирующего события (происшествия). В нашем случае сами по себе агрессивные компоненты – просто опасность, а риск-фактором они станут тогда, когда возникнут такие условия или сочетание опасностей, когда они могут превратиться в коррозию или износ и т. п. Минерализованная вода, углекислый газ или сероводород в сосуде или трубопроводе сами по себе отдельно – опасности, а все вместе они вызывают коррозию и превращаются в риск-фактор. Точно так же ветер – опасность, а сильный ветер выше проектных значений – риск-фактор.

Примеры риск-факторов:

- физический износ;
- скрытые дефекты;
- некачественные материалы и вещества;
- внешняя коррозия;
- внутренняя коррозия и эрозия;
- ошибки/недостатки технического обслуживания;
- ошибки планирования и/или проектирования;
- гидравлические удары;
- остаточное напряжение в конструкции;
- температурные деформации;
- вибрация выше нормативной;
- эрозия почвы, подвижка грунта.

Важно понимать, что риск-факторы связаны с опасностями. Если вы можете сформулировать риск-фактор для инициирующего события, но не можете к этому риск-фактору подо-

брать опасности, – значит, надо искать опасности или усомниться в наличии такого риск-фактора.

Примеры корректного и некорректного описания риск-фактора показаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2  
**Описание риск-фактора**

Риск-фактор	Иницирующее событие	Комментарий
Излишнее наполнение резервуара	Переполнение резервуара (утечка)	<b>Корректное описание.</b> Риск-фактор напрямую связан с иницирующим событием без необходимости его комбинации с другими риск-факторами, и он является достоверно возможной причиной
Для уровнемера вовремя не проведены профилактические работы	Переполнение резервуара (утечка).	<b>Некорректное описание.</b> Этот риск-фактор не является непосредственной причиной переполнения резервуара, оно не происходит только потому, что вовремя не проведено профилактическое обслуживание уровнемера. Риск-фактором является «подача избыточного количества продукта в резервуар»
Превышение скорости для данных дорожных условий	Ошибка водителя	<b>Корректное описание.</b> Риск-фактор связан непосредственно с иницирующим событием.
Ветер во время подъемных операций	Падение предмета из-за метеоусловий	<b>Некорректное описание.</b> Ветер также может спровоцировать раскачивание груза, что в конечном итоге также приведет к падению объекта, но такое описание риск-фактора носит слишком общий характер. Лучше в качестве риск-фактора указать «сильный ветер (>40 км/час)», так как это конкретно указывает на степень сложности грузоподъемной операции и метеоусловия
Сбой в цементировании скважины	Утечка (газонефтеводопроявление)	<b>Корректное описание.</b> Некачественное цементирование может позволить углеводородам пласта войти в скважину
Подъем несбалансированного груза	Падение предмета из-за ошибки	<b>Корректное описание.</b> Использование грузоподъемного оборудования для обработки несбалансированного груза может стать причиной падения груза и является непосредственной причиной наступления иницирующего события
Отказ антиблокировочной системы тормозов (ABS)	Нарушение целостности автомобиля	<b>Некорректное описание.</b> Это отказ в системе безопасности самого автомобиля, то есть иницирующее событие. Более удачным был бы выбор в качестве риск-фактора и такого иницирующего события — «физический износ или скрытые дефекты»

## 2.4. Опасное событие

Примеры, которые мы с вами рассматривали ранее, и результаты самостоятельной работы «Безопасность по дороге...» показывают, что опасные или нежелательные события могут происходить как в обычной, без каких-либо видимых или контролируемых отклонений ситуации, так и при авариях или чрезвычайных ситуациях. Немного подробнее условия опасного события мы обсудим позже, а сейчас остановимся на **ОПАСНОМ СОБЫТИИ**.

Событие, представляющее собой конечный результат развития иницирующего события по одному из возможных сценариев, способное нанести вред людям, окружающей среде, активам, бизнесу или репутации, в терминологии, принятой в управлении рисками, называется «**ОПАСНОЕ СОБЫТИЕ**».

Каждое иницирующее событие имеет ограниченный перечень соответствующих ему опасных событий.

В графических вариантах изображения риска (об этом мы тоже поговорим позднее) опасное событие находится в самом конце. Опасное событие – «**ВЕРШИНА**» риска. Когда оно произошло, то это значит, что реализовался риск, и нам только и остается, что подсчитывать ущерб, оценивать фактическую частоту подобных событий, заниматься расследованием и компенсировать ущерб. Собственно риск в своем негативном представлении как раз и ассоциируется с опасным событием.

### **Опасное событие:**

- **любое событие в процессе производственной деятельности, которое наносит или может нанести вред людям, окружающей среде, активам или репутации;**
- **представляет собой конечный результат развития иницирующего события по одному из возможных сценариев.**

Однако даже когда опасное событие уже произошло, нет повода для спокойствия.

Примеры опасного события:

- травма;
- смертельный случай на производстве;
- выброс опасных веществ без возгорания;
- пожар пролива горючих жидкостей;
- взрыв ГВС (ПГВС);
- взрыв ГВС (ПГВС) с последующим пожаром;
- образование и рассеивание паровых облаков с возгоранием по маршруту дрейфа;
- распространение токсичных продуктов и воздействие вредных веществ;
- горение «колонного» шлейфа газа;
- открытый фонтан без возгорания;
- взрыв ГВС при отрыве фонтане;
- разрушение (обрушение, падение, опрокидывание) конструкций и оборудования;
- авиационное происшествие;
- столкновение, съезд, опрокидывание.

Опасное событие имеет свойство к эскалации.

**Эскалация** (escalation) – распространение воздействия опасного события на оборудование или другие сферы, вызывающее увеличение последствий опасного события.

Такую возможность предусматривает ГОСТ Р ИСО 17776–2010 «**Менеджмент риска. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОПАСНОСТЕЙ И ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ УСТАНОВОК ПО ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА**

ИЗ МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ» (Risk management. Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment for petroleum and natural gas offshore production installations).

В отдельных случаях возможен вариант, когда инициирующее событие равно опасному событию, но такие случаи – большая редкость, и если вы при анализе рисков не видите разницы между инициирующим событием и опасным событием, то это сигнал, что вы, скорее всего, чего-то не видите или некорректно определено инициирующее событие.

Например, в отношении инициирующего события «разгерметизация оборудования» в обязательном порядке необходимо рассмотреть следующие опасные события:

- выброс опасных веществ без возгорания;
- пожар пролива горючих жидкостей;
- взрыв газовой (парогазовой) смеси;
- распространение токсичных продуктов на открытой площадке.

Для инициирующего события в дорожном движении «нарушение целостности» или «ошибка водителя» и т. п., которые приводят к потере управления над автомобилем, опасными событиями могут быть (но этим не ограничиваться):

- столкновение с попутным транспортом;
- столкновение со встречным транспортом.

Можно группировать опасные события на примере автомобиля:

- ДТП с травмами;
- ДТП с тяжелыми травмами или смертельным исходом;
- ДТП с материальным ущербом третьим лицам и т. п.

У нас сейчас нет задачи подробно расписывать все возможные варианты опасных событий. Важно понимать их значительную вариативность по отношению к инициирующему событию. А всякая вариативность может быть как разумной, так и бессмысленной. Необходимо группировать опасные события так, как это требуется в рамках поставленной задачи по оценке и анализу риска.

Примеры корректного и некорректного описания опасного события показаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3

**Описание опасного события**

Иницирующее событие	Опасное событие	Комментарий
Переполнение резервуара с бензином (утечка).	Ущерб окружающей среде.	<p><b>Некорректное описание.</b></p> <p>Это последствие напрямую связано с иницирующим событием, но оно расплывчато и не является конкретным в отношении характера или серьезности экологического ущерба.</p> <p>Это ущерб почве, или водным объектам (и тогда это небольшой ручей или большая река?), или определенным видам флоры и фауны?</p> <p>В описании последствий иницирующего события должен быть назван объект воздействия, то есть на кого или на что оно повлияло.</p> <p>Добавление информации о масштабе полезно с точки зрения проектирования реагирующих барьеров и понимания адекватного уровня их состояния.</p> <p>Корректное описание в данном примере: «попадание всего объема бензина из аварийного резервуара в водный объект».</p> <p>Пример — происшествие в г. Норильске:  <i>29 мая 2020 г. в Норильске, на промышленной площадке ТЭЦ-3, которой владеет дочернее предприятие «Норильского никеля», произошла авария: из-за проседания опор под одним из резервуаров с дизельным топливом он повредился под собственным весом. В резервуаре находилось большое количество топлива, которое хранилось там на случай отключения газоснабжения ТЭЦ-3, — сообщается о 20 тысячах тонн разлитого топлива.</i>  <i>Сама ТЭЦ располагается достаточно близко к рекам Далдыкан и Амбарная, которые впадают в местное озеро Пясина.</i></p>
Погружение крыши резервуара (нарушение целостности).	Ущерб активам вследствие пожара на всей поверхности резервуара.	<p><b>Корректное описание.</b></p> <p>Опасное событие напрямую связано с иницирующим событием.</p>
Падающий объект (ошибка).	Задержка реализации проекта.	<p><b>Некорректное описание.</b></p> <p>Такое последствие сформулировано недостаточно конкретно.</p> <p>Возможно, идет речь о повреждении оборудования долговременного изготовления, потеря которого может задержать проект на 6 месяцев.</p> <p>Если речь идет о большегрузном кране на критическом участке инфраструктуры, тогда задержка будет являться значительным последствием и будет полезна какая-то информация о длительности — например, «задержка проекта на срок более 6 месяцев»; также необходимо указать материальный ущерб и от потери оборудования, и от задержки проекта.</p>
Разгерметизация (утечка).	Эвакуация объекта.	<p><b>Некорректное описание.</b></p> <p>В случае разгерметизации углеводородов (неизвестно, что разгерметизируется) завод будет эвакуирован, если процесс усилится до такой степени, когда восстановление уже не будет возможным.</p> <p>Эвакуация объекта может быть и позитивной — позволит избежать еще более тяжелых последствий, которые не указаны.</p>
Потеря контроля при управлении транспортным средством (ошибка).	Травма водителя/несчастный случай при столкновении с деревом.	<p><b>Корректное описание.</b></p> <p>Имеется причинно-следственная связь с иницирующим событием, понятно, что может произойти и какие последствия.</p>
Потеря контроля над скважиной (ГНВП).	Большой вред морской флоре и фауне вследствие загрязнения нефтью.	<p><b>Корректное описание.</b></p> <p>Это последствие приемлемо, так как определяет масштаб экологического ущерба хотя бы качественно.</p>
Падение предмета (метеословия).	Повреждение от удара и полная потеря упавшего объекта.	<p><b>Корректное описание.</b></p> <p>Опасное событие сформулировано четко и непосредственно вытекает из иницирующего события.</p>
Потеря контроля при управлении транспортным средством (нарушение целостности).	Повреждение отбойника.	<p><b>Некорректное описание.</b></p> <p>Такое последствие возможно, но оно, скорее всего, будет несущественным по сравнению с другими последствиями, и, возможно, лучше сгруппировать его с чем-то (например, «повреждение элементов автомобильной и дорожной инфраструктуры»).</p>

## 2.5. Барьер

Сейчас мы подошли к изучению самого сложного для восприятия термина, применяемого при оценке и анализе рисков. Это термин «барьер».

Автору потребовалось более десяти лет для того, чтобы с момента первого практического в своей работе применения понятия «барьер» достичь понимания, что же это такое. У нас с вами стоит амбициозная задача понять значение термина «барьер» и научиться им пользоваться на протяжении настоящего курса. Немного забегаая вперед, отметим, что «барьер» – ключевое понятие для целей управления рисками. Оценка и анализ риска необходимы не сами по себе, а для того, чтобы научиться управлять этим риском.

Перейдем к обсуждению барьеров (ну, или, что одно и то же, – к мерам управления). В данном разделе и в разделе, посвященном методу оценки и анализа рисков «галстук-бабочка», будут использованы подходы, изложенные в руководстве «Bow ties risk management: a concept book for process safety» [11].

Что есть барьер? **БАРЬЕР** – техническая и/или организационная мера управления, направленная на то, чтобы риск не реализовался в виде одного из возможных опасных событий и их возможной потенциальной эскалации.

Барьеры снижают частоту или возможность наступления инициирующего события (предупреждающий барьер) или уменьшают последствия опасного события (реагирующий барьер).

Основная информация о термине «БАРЬЕР», необходимая для его понимания и применения, представлена на рисунке 2.2.

Примерами барьеров могут быть:

- запас на коррозию;
- система пожаротушения;
- противоаварийная защита;
- боновые заграждения;
- промышленные фильтры для очистки выбросов в атмосферу;
- очистные сооружения;
- решения по генеральному плану;
- огнестойкие материалы;
- защитные ограждения;
- контроль технологических процессов.



Рис. 2.2. Основные сведения по термину «БАРЬЕР»

Опыт показывает, что все предупреждающие и реагирующие барьеры можно систематизировать по группам. Один из вариантов классификации барьеров по группам или видам<sup>4</sup> (его аналоги применяются в некоторых нефтегазовых компаниях) показан на рисунке 2.3.

Это далеко не единственный вариант классификации. Очень вероятно, что данная классификация по мере развития методологии оценки и анализа рисков будет совершенствоваться и уточняться.

**ВАЖНО:**

- один и тот же барьер может иметь и предупреждающую, и реагирующую функцию (например, решения по генеральному плану при размещении объектов и оборудования);
- барьером могут называться только меры (или их комплекс), которые самостоятельно способны предотвратить развитие событий до реализации риска (инициирующего события).

<sup>4</sup> Группы или виды барьеров – специалисты в отрасли применяют разные названия, для нас важно понимать, что в группу барьеров могут входить различные технические и организационные мероприятия, но они имеют общий функционал и относятся к реагирующим или предупреждающим барьерам.

#### **Виды «ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИХ» барьеров (примеры)**

1. Генеральный план, размещение объектов и оборудования.
2. АСУТП (КИПиА), управление технологическими процессами.
3. Противоаварийная защита (ПАЗ).
4. Исправное техническое состояние строительных конструкций.
5. Исправное техническое состояние объектов и оборудования.
6. Системы сброса (давления, флюиды и т.п.).
7. Система предупреждения столкновения и контроля передвижения.
8. Техника и технологии для безопасного выполнения работ.
9. Организация безопасного выполнения работ.
10. Системы допуска к проведению работ.
11. Контроль соблюдения технологии, правил и обеспечения соответствия установленным требованиям.
12. Лицензирование и разрешение на ведение деятельности.
13. Ограничение доступа на объекты и к оборудованию.
14. Техническое диагностирование, экспертиза технического состояния объектов и оборудования.

#### **Виды «РЕАГИРУЮЩИХ» барьеров (примеры)**

1. Ограничение распространения выбросов при разгерметизации.
2. Пассивная защита людей от негативных воздействий.
3. Планы и техническое обеспечение мер реагирования в нештатных ситуациях.
4. Предотвращение возгорания.
5. Системы аварийной остановки.
6. Системы пожаротушения.
7. Системы эвакуации персонала и третьих лиц из зоны поражения.
8. Техника, технологии и мероприятия по устранению негативного воздействия на окружающую среду и людей.

Рис. 2.3. Виды барьеров

Разберемся с барьерами более подробно:

В определении барьера уже указано, что барьеры могут быть предупреждающими и реагирующими, то есть предупреждающие барьеры условно находятся в левой части от инициирующего события, а реагирующие барьеры – в правой. Реагирующие барьеры часто называют барьерами, смягчающими последствия. Это хорошо видно на примере рисков, связанных с пожарами. Всякий пожар имеет начало в неконтролируемом возгорании или создании условий для него – высокая температура, горючее вещество и доступ кислорода. Для того, чтобы любое, хоть и неконтролируемое возгорание или условия для его возникновения не переросли в полноценный пожар, существуют смягчающие (реагирующие) меры управления:

- датчики дыма, высокой температуры – то есть пожарная сигнализация;
- системы автоматического пожаротушения;
- исполнение конструкций из негорючих материалов;
- огнестойкие покрытия и т. п.

Из определения барьера также следует, что барьеры могут быть двух видов: техническими или организационными.

**Технический барьер** – барьер, защитная функция которого достигается за счет физического наличия и/или срабатывания технических устройств и/или программного обеспечения без участия человека.

**Организационный барьер** – барьер, защитная функция которого достигается за счет административных мер, а также за счет любого сочетания применения технических устройств, решений и действий человека. То есть к организационным барьерам мы относим в том числе все варианты действий человека с применением каких-либо технических устройств.

Кроме деления барьеров на технические и организационные, они еще делятся на три типа – это **пассивные и активные** барьеры, а также **непрерывно** работающее оборудование.

При этом пассивные барьеры и барьеры, связанные с непрерывно работающим оборудованием, могут быть только технического характера.

Примером **пассивного** барьера может быть огнестойкое покрытие, расчетная толщина стенки на оборудовании, работающем под давлением, с учетом надбавки на возможную коррозию и установленный запас прочности и т. п.

Примером **активного** барьера может быть система пожаротушения, аварийной остановки технологического процесса, система организации технологического процесса и т. п.

Примером барьера на основе непрерывно работающего оборудования может быть система контроля технологического процесса, пожаротушения и другие аналогичные системы, в основе которых находятся непрерывно работающие датчики, сигналы от которых с установленной периодичностью обрабатываются вторичными приборами.

Активные барьеры могут быть как техническими, так и организационными, при этом принято, что все активные барьеры, в которых так или иначе участвует человек, относятся к организационным барьерам.

Всего имеется пять типов барьеров:

1-й – технический пассивный (обвалование резервуаров, защитное антикоррозионное или огнестойкое покрытие);

2-й – технический активный (система ABS в автомобиле, системы пожаротушения, которые активируются по срабатыванию датчиков, но не эксплуатируются постоянно);

3-й – технический – непрерывно работающее оборудование (система автоматического контроля технологического процесса и противоаварийной защиты);

4-й – организационный активный с превалирующим участием оборудования (системы борьбы с коррозией (электрохимзащита), системы КИПиА, которые требуют контроля оператора);

5-й – организационный активный с превалирующим участием человека (план реагирования на аварию, огнетушитель, техническая диагностика, контрольные процедуры).

Предложенные пять типов барьеров более информативно описывают весь спектр возможных категорий барьеров.

Распространенной ошибкой является отнесение активных барьеров с участием человека, в которых превалирует оборудование, к типу только «непрерывно работающее оборудование». В то время как наиболее видимые элементы такого барьера состоят из аппаратных средств (например, система обнаружения газа), такой подход не учитывает вклад человека в решающий аспект выполнения барьером своей защитной функции (например, принятие решения и нажатие кнопки аварийного останова оборудования). Если для исполнения защитной функции барьера требуется участие человека, то барьер необходимо относить к организационному типу.

Важно при классификации барьеров понимать, что любой барьер для начала должен быть отнесен либо к предупреждающему, либо к реагирующему видам, затем барьер надо отнести к одному из видов – технический или организационный, только после этого определяем вид – пассивный, активный или непрерывно работающее оборудование.

О барьерах можно говорить еще много. Мы в рамках настоящего курса еще вернемся к барьерам, когда будем изучать построение диаграммы «ГАЛСТУК-БАБОЧКА» (BOW TIE).

## 2.6. Определение условия возникновения опасного события

Мы ранее уже упоминали, что негативное воздействие на людей, окружающую среду и имущество может быть как при штатных, так и при аварийных условиях.

При штатных условиях отсутствуют видимые повреждения оборудования. При этом на людей воздействуют исключительно опасные и вредные производственные факторы, а негативное воздействие на окружающую среду связано с выбросами и сбросами загрязняющих веществ, образованием, размещением и утилизацией отходов, изъятием и использованием природных ресурсов.

При аварийных условиях опасные события связаны с повреждением оборудования, в частности с авариями, инцидентами, пожарами, дорожно-транспортными происшествиями и т. п., последствия которых могут оказать воздействие как на людей, так и на окружающую среду.

Примеры определения условий опасного события показаны на рисунке 2.4.



Рис. 2.4. Примеры определения условий опасного события

## 2.7. Заключение по главе 2

В результате изучения материалов, изложенных в главе 2, читатель должен получить представление об основных терминах и определениях, необходимых для понимания риска как такового, его последующей оценки и анализа. Изученные нами термины:

- опасность;
- риск-фактор;
- барьер;
- инициирующее событие;
- опасное событие;
- условия возникновения опасного события.

Кроме изученных нами понятий, есть еще два ключевых понятия, определяющих риск:

- частота;
- негативные последствия.

Указанные понятия будут нами подробно рассмотрены в главе 5.

Для дальнейшего освоения курса и понимания природы риска важно знать, что риск, как бы мы его ни определяли, **ВСЕГДА** содержит в себе событие или происшествие **В БУДУЩЕМ**, и, кроме того, риск – это всегда **НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ**:

- во-первых, в том, что событие может произойти, а может и не произойти;
- во-вторых, неизвестно точно, какие именно могут быть негативные последствия от нежелательного происшествия.

Если нет неопределенности и событие уже произошло, то это **НЕ РИСК**, в данном случае имеет смысл говорить о реализовавшемся риске – происшествии, но это уже совсем другая история.

Сводить риск к простой вероятности, а вернее, говорить о частоте, так как риск оценивается, как правило, на определенном и конечном горизонте (отрезке времени), и опасному событию – тоже неверно.

Да, риск содержит в себе опасное событие, но неизвестно, какое именно из возможного набора, кроме того, каждое возможное опасное событие имеет свою неопределенность (частоту) и может вообще не произойти. Кроме того, риск не может в себя не включать ранее изученные нами опасности, инициирующие события, риск-факторы и барьеры. Чем более глубоко мы далее будем изучать понятие «риск», тем больше будет заполняться «пазл» его образа, но для краткости формулировок примем, что в первую очередь риск – это опасное событие в будущем, понимая при этом, что в такой формулировке указывается лишь верхушка айсберга.

## **Глава 3. Современные подходы к оценке, анализу и управлению рисками в нефтегазовой отрасли**

### **3.1. Введение**

Нефтегазовая отрасль, включая нефтепереработку, нефтегазохимию, логистику, широкую сеть хранилищ нефти, сжиженного природного газа, баз хранения нефтепродуктов и АЗС, в процессе своей производственной деятельности подвержена широкому спектру негативных воздействий, которые в конечном итоге приводят к авариям и катастрофам, экологическому ущербу, банкротствам среди участников рынка. Кроме того, в нефтегазовой отрасли происходят события, которые негативно влияют на общество, государства, а в политической сфере события в нефтяной и газовой промышленности могут приводить к международным кризисам и даже военным действиям. Для любого жителя нашей планеты несложно привести примеры подобных негативных событий, так или иначе связанных с нефтью и газом.

Предметом оценки, анализа и управления рисками в нефтегазовой отрасли как раз и являются все негативные события с нежелательными последствиями, но не те, которые уже произошли, – они представляют интерес для историков, страховых компаний, специалистов по расследованию происшествий и извлечению уроков, – а те события, которые пока не произошли, но могут произойти в будущем.

В таблице 3.1 приведена первая десятка наиболее значимых рисков в Российской Федерации в 2019 г., полученная путем опроса 2415 экспертов из 86 стран и опубликованный Allianz Risk Barometer в 8-м ежегодном исследовании<sup>5</sup> ключевых бизнес-рисков. Топ-10 рисков для бизнеса, очевидно, применимы и более чем актуальны для нефтегазовой отрасли. В самом деле, всем как минимум может быть интересно и полезно знать в рамках своей специальности и работы: что такого может неприятного произойти, а главное, как с этим бороться или снизить негативные последствия.

Таблица 3.1

#### **Приоритетные 10 рисков на 2019 г. в Российской Федерации**

---

<sup>5</sup> <https://allianz.ru/press-center/barometr-riskov-allianz-s-kakimi-riskami-stolknutsya-kompanii-v-2019-godu/>

Рейтинг	Наименование риска	% упоминаний экспертов
1	Перерыв в производстве, в том числе сбои в цепи поставок.	50 %
2	Изменения в законодательстве и государственном регулировании (торговые войны, экономические санкции, протекционизм, Brexit, распад Еврoзоны).	34 %
3	Пожары, взрывы.	34 %
4	Потеря репутации, ценности бренда.	22 %
5	Киберриски (киберпреступность, сбои в работе IT-систем, уязвимость данных, штрафы).	19 %
6	Макроэкономическая ситуация (программы жесткой экономии, рост цен на сырье, дефляция, инфляция).	19 %
7	Рыночные изменения (волатильность, усиление конкуренции, появление новых игроков, слияния и поглощения, стагнация).	16 %
8	Отзыв продукции, менеджмент качества, дефекты при серийном производстве.	16 %
9	Природные катаклизмы (ураганы, наводнения, землетрясения).	13 %
10	Политические риски и репрессии (войны, терроризм, массовые беспорядки).	13 %

НО. Все сложности, проблемы и потенциальные события и угрозы, воздействующие на нефтегазовую отрасль, очень многообразны, начиная от биржевых паник, выборов глав государств и завершая нерадивостью отдельных сотрудников при выполнении простейших операций на оборудовании, – описать в одной книге с разумной достаточностью невозможно. Поэтому мы будем далее концентрироваться на тех рисках, которые включают в себя возможные опасные события в будущем с негативными последствиями и связаны непосредственно с производственной деятельностью по добыче, переработке, транспортировке и отпуску конечным потребителям нефти, газа и продуктов их переработки. Указанную группу рисков мы будем называть «производственные риски».

Производственные риски охватывают более широкую область, чем риски охраны труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды<sup>6</sup> (ОТ, ПБ и ООС). Дополнительно к ОТ, ПБ и ООС производственные риски включают в себя возможные негативные события, связанные с нарушениями технологии, неаварийными остановками, выпуском некачественной продукции, воздействиями заинтересованных сторон на производственный процесс и т. п. Четкую границу области производственных рисков, равно как и рисков в области ОТ, ПБ и ООС, провести невозможно, но это и не требуется на практике.

К перечисленным в таблице 3.1 топ-10 рисков для Российской Федерации не относятся к производственным следующие:

<sup>6</sup> На английском языке эта область имеет аббревиатуру HSE – Health Safety Environment, а на русском языке широко известное сокращение: ОТ, ПБ и ООС.

- изменения в законодательстве и государственном регулировании (торговые войны, экономические санкции, протекционизм, Brexit, распад Еврзоны);
- потеря репутации, ценности бренда;
- макроэкономическая ситуация (программы жесткой экономии, рост цен на сырье, дефляция, инфляция);

## **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.