

УДК 65.01:66.93:004.031.42
Научная специальность: 2.6.18

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2024

Безопасность и риски химических производств

Черноплёков А. Н.,
Русское общество
управления рисками,
119602, Россия, г. Москва,
ул. Никулинская, 27-129

Аннотация

Представлены результаты системного анализа формулировок и доказательного раскрытия намерений органов законодательного и нормативного правового регулирования, регламентирующих обеспечение безопасности химических производств в правовом / административном поле. Фиксируется неполная адекватность существующей юридической номенклатуры понятий для целей автоматизации обеспечения безопасности. Для решения практических задач управления рисками безопасности проектируемых и действующих производств с использованием цифровых инструментов путем придания физического смысла правовым и административным терминам (включая разъяснение связи между безопасностью и рисками) выстраиваются основы понятийного аппарата в области безопасности инжиниринга и эксплуатации, которые надлежащим образом соответствуют юридическим. Пример спецификации общих «декларативных» целей в области безопасности в аудируемые «производственные цели» для конкретного производства призван наглядно показать несомненную полезность представленного подхода для практиков.

Ключевые слова: химическое производство; производственная цель; безопасность; риски; автоматизация управления; цифровой инструмент.

Для цитирования: Черноплёков А. Н. Безопасность и риски химических производств // Проблемы анализа риска. 2024. Т. 21. № 5. С. 10–35.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Safety and Risks of Chemical Processes

Alexei N. Chernoplekov,

Russian Risk Management
Society,
Nikulinskaya St., 27-129,
Moscow, Russia, 119602

Abstract

Results of system analysis of statutory wording and evidentiary disclosure of intentions of Regulators (state and corporate) that govern the chemical process safety in the legal / administrative field are presented. It has been noted that the legal nomenclature of notions in place for safety control and management automation purposes is not completely adequate. In order to deal with practical challenges in the field of control and management of safety risks of designed and operating chemical processes on the basis of digital tools by bringing a physical sense to legal and administrative terms (including clarification of the link between safety and risks), the basis of the conceptual apparatus in the field of safety for engineering and operating that properly conform to legal one is developed. The undoubted usefulness of the approach presented to practitioners can be seen in the example of specification of pan-process “declaratory” safety objectives into process-specific auditable “production” ones.

Keywords: chemical processes; production objective; safety; risks; control and management automation; digital tool.

For citation: Chernoplekov A.N. Safety and risks of chemical processes // Issues of Risk Analysis. 2024;21(5):10-35. (In Russ.)

The author declare no conflict of interest.

Содержание

Введение

1. Безопасность в нормативных актах
2. Намерения законодателей и надзорных органов
3. Физические основы безопасности химических производств

Заключение

Список источников

Введение

Сегодня актуальной задачей химической промышленности в России является повышение производительности труда и эффективности производств, что предполагает опережающее развитие процессов обеспечения безопасности на основе современных цифровых инструментов. Вместе с тем, акты государственного регулирования, а также руководства лучших мировых практик в области защищенности людей и окружающей среды от воздействий производства не могут и не предназначены быть основой автоматизации, обеспечения безопасности проектируемых и эксплуатируемых производств. Наблюдается разрыв между потребностями практики и предложением регулирующих документов.

Статья является первым необходимым шагом в преодолении этого разрыва. Цель работы — сопрычь юридическое понятие «безопасность» с производственным понятием «цель производства в области безопасности» для практиков проектирования и эксплуатации производств.

Предмет исследования — безопасность производств. Метод (решаемые задачи) — выявление и раскрытие намерений органов законодательного и нормативного правового регулирования (далее — Законодатель / Надзор) относительно безопасности производств на основе физических принципов (законов природы).

Отправной точкой работы являются следующие неоспоримые положения.

Создание (проектирование) новых, а также эксплуатация и реконструкция действующих производств, включая их консервацию / ликвидацию, невозможны без обеспечения безопасности.

Само понятие «безопасность» стало широко распространённым. Однако даже разные Законодатели / Надзоры понимают его по-разному. Разногласие усиливается различиями в отраслевых и корпоративных руководствах, а как всякое слово общеупотребительного языка «безопасность» несет уже множество смыслов.

Для практика (любого руководителя в проектировании и промышленности) вышеперечисленные положения означают, что его личная мотивация в обязательном порядке будет включать показатель «безопасность». Естественны и вопросы практика — каковы именно показатели безопасности, как их достигать и что конкретно надо делать, чтобы получать бонус и иметь карьерный рост? Ведь бонус и карьерный рост — это не о философии и приверженности (то есть

это не про слова), это об измеримых и аудируемых показателях, то есть, это про числа. Сегодня таких общепризнанных чисел нет. Другими словами, по факту сегодня безопасность не может стать производственной целью (в привычном и понятном для практика смысле слов «производственная цель»).

Очевидно, что попытка опереться на словари, популярные статьи и солидные монографии, попытка их буквального прочтения в поиске ответа на вопрос: что есть цель производства в области безопасности? ожидаемого результата не дадут. В каждом источнике будут и зерна, и плевелы. И для того, чтобы их различить, нужно видение. Такое видение должно сопрячь субъективные аспекты понимания безопасности общества и объективные — законы природы.

Символично, что статья публикуется в 2024 г. В апреле 1974 г., появилась первая в мире открытая (не-секретная) публикация по методу анализа опасностей и работоспособности [1], прошла первая международная конференция по производственной безопасности¹. Спустя 15 лет, в 1989 г., в нашей стране была обозначена в целом и главным парадигма управления безопасностью производств [2], энциклопедически раскрытая в [3].

1. Безопасность в нормативных актах

Предполагается, что текущее понимание безопасности общества адекватно описывается, передается действующими нормативными правовыми актами (далее — НПА) государства. Начнем рассмотрение с текущих (актуальных) правовых формулировок ключевых российских федеральных законов, применимых к химическим производствам². В таблице представлен сравнительный анализ различных определений безопасности (см. табл. 1). Рассмотрение

¹ Loss prevention and safety promotion in the process industries: Proceedings of the 1st International Loss Prevention Symposium, the Hague, Delft, the Netherlands, 28-30 May 1974.

² ФЗ РФ от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 14.11.2023) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024) // СЗ РФ. 28.07.1997. № 30. Ст. 3588; ФЗ РФ от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 19.10.2023) «О пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 17.04.2024) // СЗ РФ. 26.12.1994. № 35. Ст. 3649; ФЗ РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 04.0.2024) // СЗ РФ. 28.07.2008. № 30. Ч. 1. Ст. 3579; ФЗ РФ от 10.01.2002. № 7-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2024) // СЗ РФ. 14.01.2002. № 2. Ст. 133; ФЗ РФ от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2013) // СЗ РФ. 04.01.2010. № 1. Ст. 5.

Таблица 1. Сравнительный анализ определений безопасности в ключевых российских законах

Table 1. Comparative study of safety definitions in significant russian laws

Буква закона	Разложение определения на составляющие
(п) ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ Промышленная безопасность опасных производственных объектов (далее – ОПО) – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на ОПО и последствий указанных аварий	Подвергаемые воздействиям – жизненно важные интересы личности и общества (п). Источник воздействий – ОПО (п). Воздействия – аварии на ОПО и последствия указанных аварий (п). Состояние защищенности – сегодня не раскрывается (см. ниже примечание ① (п), раздел 2.1)
(ф) ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров. (ф) ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ О ТРЕБОВАНИЯХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Пожарная безопасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара	Подвергаемые воздействиям – личности, имущество, общество и государство (ф). Источник воздействий – объект защиты (здания, сооружения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которому установлены или должны быть установлены требования пожарной безопасности для предотвращения пожара и защиты людей при пожаре. Другими словами, источник воздействий – это объект, где может происходить пожар (ф). Воздействия – опасные факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и/или к материальному ущербу (ф). Состояние защищенности – возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара; раскрывается в Законе № 123-ФЗ [7] (см. примечание ② (ф), раздел 2.2)
(э) ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. 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	Подвергаемые воздействиям – природная среда и жизненно важные интересы человека (э). Источник воздействий – хозяйственная и иная деятельности, чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, их последствия (э). Воздействия – негативное воздействие на окружающую среду (НВОС), воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды (э). Состояние защищенности – сегодня прямо не раскрывается, однако возможны разумные предположения (см. примечание ③ (э), раздел 2.3)
м) МЕХАНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ Механическая безопасность (= безопасность строительных конструкций и основания здания или сооружения) – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда: жизни или здоровью граждан; имуществу физических или юридических лиц; государственному или муниципальному имуществу; окружающей среде; жизни и здоровью животных и растений, вследствие разрушения или потери устойчивости здания, сооружения, или их части	Подвергаемые воздействиям – граждане, животные и растения жизни, и здоровью которых воздействиями может быть причинен вред, государственное или муниципальное имущество физических или юридических лиц, окружающая среда (м) Источник воздействий – строительные конструкции и основания зданий или сооружений (м). Воздействия – разрушение или потеря устойчивости здания, сооружения или их части (м). Состояние защищенности – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда подвергаемым воздействиям ④ (м), раздел 2.4

других применимых федеральных законов, например, № 35-ФЗ³; № 16-ФЗ⁴ и др., а также НПА.

В ходе предварительного сопоставления текстов законов становится понятным, что в каждом из вышеуказанных законов и других применимых НПА обсуждается четыре основных обстоятельства,

существенных для определения и регулирования безопасности в правовом поле:

- подвергаемые воздействиям — объекты защиты от воздействий источника;
- источник воздействия на подвергаемых воздействиям;
- воздействия от источника на подвергаемых воздействиям;
- состояние защищенности подвергаемых воздействиям от воздействия источника.

Таблица 1 наглядно демонстрирует, что ключевой для практика вопрос: «При каких условиях

³ ФЗ РФ от 26.03.2003 № 35-ФЗ (ред. от 14.02.2024) «Об электроэнергетике» // СЗ РФ. 31.03.2003. № 13. Ст. 1177.

⁴ ФЗ РФ от 09.02.2007 № 16-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «О транспортной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2024) // СЗ РФ. 12.02.2007. № 7. Ст. 83.7.

безопасность производства считается обеспеченной?» и производные вопросы: «Как измерить защищенность и как она связана с причинением вреда?»; «Как связаны безопасность и недопустимый риск?», а также «Что такое риск?», не находят прямого ответа — отсутствуют соответствующие формулировки, то есть нет прямой буквы закона.

2. Намерения Законодателей / Надзоров

К возможному удивлению практиков, такая ситуация в законодательном регулировании безопасности (существование двусмысленностей, несостыковок и общности, превышающей минимально необходимую для возможности принятия справедливых решений по конкретным случаям) во всем мире является стандартной, она обусловлена принципиальной невозможностью полноценного охвата в юридической технике сущностных аспектов предмета регулирования, и требует для своего разрешения, для прямого выхода законов на практику, привлечения понимания природы безопасности, физического смысла регулируемых процессов и способов объективного контроля получаемых результатов.

По умолчанию практик считает текст закона ясным и подлежащим точному применению. В юриспруденции это называется текстуальным подходом. Однако таковыми тексты законов бывают лишь в теории [4]. Поэтому в юридической литературе с давних времен существует признание необходимости различать букву и дух закона. Считается, что «Буква» — результат толкования, полученный в итоге текстуального подхода, а «Дух закона» — итог применения всех способов толкования [5, 6], который и выражает намерение Законодателя / Надзора. Существует и научная теория выявления намерений законодателя [7].

Обратим внимание на особенности каждого из определений безопасности для выявления намерений Законодателей / Надзоров (понимания Духа закона).

2.1. Промышленная безопасность

① (п) (см. табл. 1) — Стоит напомнить, что до 2011 г. Закон № 116-ФЗ (в ред. от 30.12.2008) четко устанавливал, что: «...Требования промышленной безопасности ... соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность...». Это была законодательно закреплённая парадигма предписывающего регулирования [8], в которой:

- либо имеется «надлежащее соблюдение всех требований», и тогда, и только тогда достигается «состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на ОПО и последствий указанных аварий»;

- либо имеет место нарушение, и тогда не обеспечивается промышленная безопасность со всем спектром наказаний за нарушения по соответствующим статьям Кодекса РФ об административных правонарушениях⁵ и Уголовного кодекса РФ⁶.

Это положение юридически решало логическую проблему: «когда есть состояние защищенности?». В 2008 г. Закон № 116-ФЗ давал ясный ответ на ключевой вопрос практика так: «тогда и только тогда, когда надлежащим образом соблюдаются применимые требования». Это положение сегодня исключено из закона, что автоматически породило вопрос «когда промышленная безопасность обеспечена; когда есть состояние защищенности?». На этот вопрос не дано юридически корректного ответа на уровне закона. О последствиях такой недоговоренности в правовом поле для практиков рассказано в ряде публикаций [9, 10].

Тем не менее, даже сегодня, в 2024 г., на уровне НПА возможно найти следы намерений Законодателей / Надзоров в отношении связи «безопасность — требования». Вот один из примеров. Введенный в правовое поле в 2017 г. механизм «Обоснование безопасности» (далее — ОБ)⁷ ст. 3, п. 4 Закона № 116-ФЗ позволяет отступать от требований в области промышленной безопасности, установленных федеральными нормами и правилами (далее — ФНИП), если обосновать безопасность опасного производственного объекта (далее — ОПО) при этих отступлениях. Разрыв предписывающего шаблона мышления конструкции: «при отступлении от требований безопасность может быть обеспечена», наглядно демонстрирует, что Законодатель / Надзор понимает, что безопасность существует отдельно от требований (это Дух закона).

Законодателем / Надзором предлагается логика доказывания того, что отступление от правил +

⁵ Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 08.07.2024, с изм. от 18.07.2024), Гл. 9 // СЗ РФ. 07.01.2002. № 1. Ч. 1. Ст. 1.

⁶ Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 12.06.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 06.07.2024), ст. 217, 246 // СЗ РФ. 17.06.1996. № 25. Ст. 2954.

компенсирующие мероприятия обосновывают безопасность. Эта логика устанавливается ФНИП «Общие требования к ОБ ОПО»⁷. Для конкретного ОПО разработчикам ОПО следует представлять:

- «... определение набора параметров и выбор основных показателей (критериев) безопасной эксплуатации ОПО...» (п. 11, абз. 5);
- «... оценку значений выбранных показателей безопасной эксплуатации до и после отступления от требований ФНИП ...» (п. 11, абз. 6);
- «... сравнение значений выбранных показателей безопасной эксплуатации ОПО с критериями обеспечения безопасной эксплуатации при отступлении от требований ФНИП...» (п. 11, абз. 7);
- «... обоснование решения о безопасной эксплуатации ОПО (п. 11, абз. 8) на основе того, что значения показателей безопасной эксплуатации ОПО при отступлении от требований ФНИП с применением компенсирующих мероприятий не должны выходить за диапазон предельно допустимых значений при эксплуатации ОПО без отступлений от требований ФНИП» (п. 14).

С точки зрения практика все эти требования имеют немного смысла и скорее запутывают, чем проясняют. Из них не ясно: каковы основные показатели (критерии) безопасной эксплуатации (которые скорее зависят от общества, чем от производства)? Являются ли основные показатели (критерии) безопасной эксплуатации конкретными значениями основных параметров безопасной эксплуатации? А главное, обеспечена ли безопасность, если выполняется критерий безопасности?

Без четкого ответа на эти вопросы получается, что текущее регулирование устанавливает необоснованно широкие пределы усмотрения; дает возможность необоснованного применения исключения из общих правил; содержит неопределенные и трудновыполнимые требования, которые превышают минимально необходимые для обеспечения безопасности.

2.2. Пожарная безопасность

② (f) (см. табл. 1) Закон № 123-ФЗ четко отвечает на вопрос: «Когда пожарная безопасность обеспечена?»,

⁷ Приказ Ростехнадзора от 27.04.2024 № 142 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.05.2024 № 78370).

так как ст. 6, п. 1 устанавливает: пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных настоящим Федеральным законом, а также одного из следующих условий:

1) выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в нормативных документах по пожарной безопасности, указанных в п. 1 ч. 3 ст. 4 Закона № 123-ФЗ, т.е. если обеспечено надлежащее соблюдение применимых требований;

2) пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом, т.е. если пожарный риск допустим;

3) выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в специальных технических условиях ... согласованных в порядке ..., т.е. если отступления от требований согласованы с Законодателем / Надзором (порядок согласования Законом и НПА не раскрывается);

4) выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в стандарте организации, который согласован ..., то есть отступления от требований согласованы с Законодателем / Надзором (порядок согласования Законом и НПА не раскрывается);

5) результаты исследований, расчетов и (или) испытаний подтверждают обеспечение пожарной безопасности объекта защиты, если порядок проведения расчетов по оценке пожарного риска выполнялся в соответствии с НПА ФР и НМД ... по пожарной безопасности, т.е. если пожарный риск допустим.

2.3. Экологическая безопасность

③ (э) (см. табл. 1) Закон № 7-ФЗ не содержит прямого ответа на вопрос: «Когда экологическая безопасность обеспечена?». Однако разумно предположить, что раз закон устанавливает, что «благоприятная окружающая среда — это окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов», то тогда обеспечивается «состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности». То есть экологическая безопасность обеспечивается при благоприятной окружающей среде.

В таком случае критерием обеспечения экологической безопасности закон устанавливает надлежащее

соблюдение «нормативов качества окружающей среды — нормативов, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда». Другими словами, необходимым и достаточным условием обеспечения экологической безопасности является надлежащее соблюдение нормативов качества окружающей среды.

Удивительно, но нормативы качества (допустимых выбросов в атмосферный воздух, допустимых сбросов в водные объекты) распространяются только на стационарные источники. Нигде Законодателем/Надзором не обсуждаются критерии обеспечения экологической безопасности для аварийных источников.

Так, например, п. 33 Постановления Правительства РФ от 31.05.2023 № 881⁸ устанавливает, что «... плата за выбросы и сбросы загрязняющих веществ при превышении установленных нормативов допустимых выбросов или сбросов, технологических нормативов ... рассчитывается по формуле ...». Другими словами: больше воздействия — больше плата. То есть критерий недопустимости экологического риска (для аварийных воздействий) не устанавливается. В этом аспекте законодательство России отличается от законодательства других стран⁹, в которых причинение вреда окружающей среде для аварийных воздействий регулируется.

2.4. Механическая безопасность

④ (м) (см. табл. 1). Интересной деталью определения механической безопасности (безопасности зданий и сооружений) является упоминание риска в контексте критерия допустимости/обеспечения состояния защищенности. При этом закон не определяет ни понятия «риск», ни понятия «недопустимость риска». Представляется, что это свидетельствует о том, что у различных Законодателей/Надзоров имеется консенсус в отношении того, что допустимость влияния на подвергаемых воздействиям никак не

определяется спецификой источника, а зависит исключительно от подвергаемых воздействиям. При этом все законы упоминают две принципиально разные группы подвергаемых воздействиям. Сущности делового оборота — имущество государственное или муниципальное, ответственность перед третьими лицами и сугубо гуманитарные сущности — человек и окружающая среда.

2.5. Вклад права в определение безопасности

Для выявления вклада (генеральной) совокупности общеобязательных правил в виде норм и принципов, установленных или санкционированных властью государства (право) при рассмотрении выборки из четырех ключевых федеральных законов в определение понятия «безопасность» представим результаты сравнительного анализа сразу применительно к химическим производствам (см. табл. 2).

Представленные результаты маркируют, похоже, границы (пределы) юридических возможностей дальнейшего разъяснения понятия «безопасность». Что получается «в сухом остатке» и должно быть сохранено в любой дальнейшей интерпретации (детализации) этого понятия применительно к потребностям практики? К базовым условиям представляется правильным отнести следующие положения:

- безопасность — это свойство (состояние) производства в целом, а не отдельных поднадзорных устройств/видов деятельности, которые каждый Законодатель/Надзор точно перечисляет в своих ведомственных требованиях;
- безопасность — это измеримое свойство производства, раз Законодатель/Надзор упоминает «показатели безопасности эксплуатации», «пожарный риск», «экологический риск» и даже «обобщенный риск», связанный с причинением вреда, а вовсе не «соблюдение требований»;
- защищенность — это также измеримая сущность, причем Законодатель/Надзор, очевидно, предполагает (Дух закона), что защищенность измеряется вредом, который причиняется подвергаемым воздействиям в результате воздействий производства, но не формулирует этого в тексте (Буква закона).

Вышеприведенные рассуждения, несмотря на их краткость и академичность, имеют для практиков весьма важные последствия. Вот некоторые из них:

1) Для обеспечения безопасности своего производства следует самостоятельно, без подсказки надзорных

⁸ Постановление Правительства РФ от 31.05.2023 № 881 «Об утверждении Правил исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и отдельного положения акта Правительства Российской Федерации» // СЗ РФ. 05.06.2023. № 23. Ч. I. Ст. 4191.

⁹ Norwegian Oil and Gas Association (NOGA) MiljøRisikoAnalyse, NOGA, 2007.

Таблица 2. Сравнительный анализ основных обстоятельств, существенных с точки зрения права для определения безопасности

Table 2. A comparison of the major circumstances that are relevant from a legal perspective to determine safety

Исходные правовые формулировки (Буква закона)	Дух закона
<p>Источник воздействия:</p> <p>(п) ОПО;</p> <p>(ф) объекты пожарной защиты;</p> <p>(э) хозяйственная или иная деятельность, потенциально создающие производством чрезвычайные ситуации техногенного характера;</p> <p>(м) строительные конструкции и основания зданий или сооружений</p>	<p>Химическое производство, включая его компоненты, перечисленные в ячейке слева, но не обязательно ограничиваясь ими</p>
<p>Воздействия производства:</p> <p>(п) авария на ОПО и последствия аварии;</p> <p>(ф) пожар и опасные факторы пожара;</p> <p>(э) негативное воздействие на окружающую среду (НВОС), воздействие хозяйственной и иной деятельности за пределами разрешенных значений, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды, попросту выбросы и сбросы;</p> <p>(м) разрушения или потери устойчивости здания, сооружения или их части</p>	<p>Виртуальные для проектируемых производств и возможные в реальности для эксплуатируемых производств нештатные процессы на производстве, которые являются одним из перечисленных в ячейке слева процессов или их комбинаций</p>
<p>Подвергаемые воздействиям:</p> <p>(п) жизненно важные интересы личности и общества;</p> <p>(ф) личности, имущество, общество и государство;</p> <p>(э) природная среда и жизненно важные интересы человека;</p> <p>(м) жизнь и здоровье граждан, имущество физических или юридических лиц, государственное или муниципальное имущество, окружающая среда, жизнь и здоровье животных и растений</p>	<p>Жизненно важные интересы людей, включая: жизнь и здоровье; окружающая среда, включая жизнь и здоровье животных и растений; жизненно важные интересы общества и государства (не раскрывается); имущество физических и юридических лиц, государственное и муниципальное имущество</p>
<p>Состояние защищенности:</p> <p>(п) сегодня не раскрывается (см. разд. 2.1.1);</p> <p>(ф) возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара - раскрывается (см. разд. 2.1.2);</p> <p>(э) сегодня не раскрывается (см. разд. 2.1.3)</p> <p>(м) состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда подвергаемым воздействиям</p>	<p>Состояние, при котором воздействия производства на подвергаемых воздействиям каким-то образом регулируются: ограничены и допустимы</p>

органов, исчерпывающе выявить (идентифицировать) возможные воздействия производства на людей, окружающую среду и бизнес.

2) Следует соблюдать базовый принцип разграничения «безопасность» ≠ «соблюдение требований». Любое производство обязано обеспечивать надлежащее соблюдение применимых требований безопасности в стране пребывания. Этот императив не обсуждается.

2.6. Понятийный каркас юридических аспектов безопасности

Итак, с точки зрения права безопасность химического производства есть состояние защищенности подвергаемых воздействиям от воздействий производства, вызываемых источниками воздействий. Оставаясь только в рамках права, невозможно автоматизировать и цифровизовать управление безопасностью химических производств. Для практиков требуется придать физический смысл как основным,

так и сопутствующим терминам, которые сегодня (явно или неявно) используются в нормативных правовых актах.

С источниками воздействий связаны понятия угрозы производства, основная система удержания, пределы и условия эксплуатации, приемлемые воздействия, штатные ситуации. С воздействиями производства связаны понятия: нештатные ситуации, риски безопасности производств, неприемлемые воздействия (происшествия, а также чрезвычайные ситуации: инциденты и аварии), события «проявление риска» и «потеря контроля над эскалацией». С подвергаемыми воздействиям связано понятие: причинение вреда людям, окружающей среде, территории и бизнесу. С защищенностью связано понятие: показатели безопасности; критерий допустимости рисков.

По мнению автора, пытаться трактовать вышеперечисленные понятия, оставаясь исключительно

в рамках юридической техники, без рассмотрения специфики (физического смысла) химических производств, невозможно.

3. Физические основы безопасности химических производств

Обстоятельства, существенные для практика при дальнейшем прояснении понятия «безопасность» уже не с юридической, а с физической точки зрения, таковы:

3.1. Источник воздействия

Детализируем настолько, насколько это практически целесообразно для целей статьи, понятие «химическое производство».

«Производство» для практика — это производственное оборудование, эксплуатируемое людьми и роботами для достижения производственных целей посредством преобразования входных потоков сырья и других ресурсов в выходные материальные потоки (товарную продукцию и отходы) под единым управлением. Ключевые составляющие производства — это: оборудование, персонал, операции и система управления производством.

Производственное оборудование — это безлюдная часть производства. Традиционно различают следующие составляющие оборудования:

- материальные потоки (потоки технологических материалов; электрические потоки; маршруты движения транспортных средств) — это потоки энергий и материалов. Понятие «поток» дано для сопоставления с «бережливым производством»¹⁰;
- основная система удержания (primary containment) — это части производства (включая технологическое оборудование, объекты электроснабжения, здания и сооружения, грузоподъемные машины и транспортные средства, но не ограничиваясь ими), которые непосредственно осуществляют хранение/передачу материальных потоков производства с выполнением обязательного условия, другими словами, с реализацией функционала ограничения обмена между материальными потоками и окружающей средой в пределах и условиях эксплуатации (удержание). Любопытно, что в российской практике до сих пор нет устоявшегося общепринятого слова/словосочетания для перевода «primary containment»,

которое является базовым, первичным в мировой практике;

- другие элементы производства, не являющиеся частями основной системы удержания;
- роботы — это программно-аппаратные комплексы, осуществляющие: принятие сигналов от датчиков/сенсоров и сообщений от персонала по состоянию производства (создание информационных потоков); обработку принимаемых сигналов и сообщений для преобразования в формат, требуемый для выработки решения (преобразование информационных потоков); поддержку выработки решения (людьми и роботами); выдачу подсказок персоналу или использование роботом алгоритма (без участия человека) для генерации управляющего сигнала/команды (преобразование информационных потоков); отправку управляющих сигналов на исполнительные устройства/приводы элементов производственного оборудования или же управляющих команд производственному персоналу на осуществление производственных операций. Примерами роботов являются: АСУ ТП; ПАЗ; системы обнаружения пожара, утечки газа и т.д.; системы голосовой связи и видеофиксации; системы неразрушающего контроля (вибродиагностики, акустической эмиссии) и многие другие. Роботы сегодня являются неотъемлемой частью химических производств. Любые оценки безопасности, в которых роботы не учитываются или учитываются некорректно, не могут являться достоверными.

Производственный персонал — это участники производства, которые осуществляют трудовую деятельность на предприятии в рамках системы управления производством. Все они находятся под воздействием производства. Различают следующие категории персонала:

- штатные работники — работники, имеющие трудовые отношения с предприятием, или персонал предприятия, включая тех, кто получает образование и проходит производственную практику;
- представители подрядчика — работники подрядных организаций, имеющие договоры на оказание услуг, в том числе услуг по строительству, техническому обслуживанию и ремонту, оказанию аварийно-спасательных услуг, или персонал подрядчика;
- посетители — работники других предприятий и дивизионов компании, служащие государственных надзорных органов, посещающие производство в силу своих производственных/служебных обязанностей.

¹⁰ Бережливое производство. Основные положения и словарь. ГОСТ Р 56020-2014.

Производственные операции — это согласованные действия персонала и роботов производства по регулированию материальных потоков производства (современные химические производства почти полностью механизированы), направляемые системой управления производством на достижение производственных целей. Автоматизация и цифровизация производства невозможны без алгоритмизации производственных операций, основу которой составляют Стандартные Операционные Процедуры, или СОП (в бережливом производстве — *standardized work*). Система управления производством — это модули:

- генерации и сбора информационных потоков (сообщений от людей и сигналов от роботов) о состоянии производства, включая события в области безопасности;
- передачи и обработки информационных потоков как от производства к модулю принятия решений, так и от модуля принятия решений на производство;
- выдачи подсказок и рекомендаций для принятия решений;
- поддержки принятия решений (как людьми, так и роботами) по управлению производством, то есть решений по запуску/остановке производственных операций для достижения производственных целей;
- контроля своевременности и правильности исполнения принятых решений;
- хранения, анализа и использования данных по фактическим, имевшим место событиям в области безопасности на производстве для повышения эффективности управления.

На современных химических производствах роботы являются неотъемлемой частью системы управления производством, но пока нигде система управления производством роботами не исчерпывается. Поэтому применительно к химической отрасли представляется правильным говорить о человеко-машинной системе управления производством.

Представленного выше описания вполне достаточно для того, чтобы придать физический смысл понятию «разрешенное (приемлемое)» воздействие (см. разд. 2). Производство всегда, в любом случае оказывает воздействие на подвергаемых воздействиям, включая людей, окружающую среду, территорию, бизнес, но не обязательно ограничиваясь ими. Шумы, выблопы и другие постоянные, стационарные и/или периодические воздействия производства неизбежны.

Поэтому в реальном мире с реальной промышленностью причинение вреда людям и окружающей среде также абсолютно неизбежно. Однако этот вред в общем случае может/должен быть соотнесен с той пользой, которую приносит промышленность.

Балансировка (измерение и сравнение) вреда против пользы — это существующий механизм реального мира, в котором мы живем, и этот факт следует принимать как исходное положение для придания слову «безопасность» инженерного смысла. Граница между приемлемым и неприемлемым воздействием является гибкой и отражает текущий баланс между: неизменным социальным запросом на уменьшение воздействий производства; способностью промышленности удовлетворить этот запрос с технической и экономической точки зрения; реальными потребностями цивилизации в промышленности.

Любопытным подтверждением вышесказанного и ярчайшим примером объективности существования балансировки является решение Европейской Комиссии от 9 марта 2022 г.¹¹ отнести ядерную и газовую деятельность к категории «экологически устойчивых» или переназначить природный газ и атомные электростанции в качестве «зеленых» (разрешенных, приемлемых) технологий, исходя из текущих, чисто экономических соображений. Решение о «справедливом» балансе принимает только государство, выражающее интересы общества. Невозможно представить, чтобы промышленность сама устанавливала для общества, что для него безопасно, а что нет. Технически балансировка в большинстве случаев осуществляется с использованием понятия «пределы и условия эксплуатации».

«Пределы и условия эксплуатации»¹² или «нормы технологического режима»¹³ — это пределы технологических параметров, функциональных возможностей и уровней рабочих характеристик оборудования/персонала, в которых эксплуатация считается безопасной

¹¹ Commission Delegated Regulation (EU) 2022/1214 of 9 March 2022.

¹² Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности. Терминология, используемая в области ядерной безопасности и радиационной защиты. Издание 2007 года. Международное агентство по атомной энергии. Вена.

¹³ Приказ Ростехнадзора от 07.12.2020 № 500 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» (Зарегистрировано в Минюсте России 22.12.2020 № 61706).

и обеспечивающей взрывобезопасность, химическую безопасность, качество продукции, энергоэффективность процесса, экологические нормативы и т.д.

Механизм балансировки — это согласование проектной документации, устанавливающей разрешенные, приемлемые (allowed, permitted, accepted) воздействия, включая выбросы и сбросы в окружающую среду, в рамках государственных экспертиз. Поэтому при разрешенных (приемлемых) воздействиях безопасность производства считается обеспеченной (по закону) государством и обществом. Как по моменту в жизненном цикле производства, так и по направленности процесса проектирования разрешенные (приемлемые) воздействия целиком и полностью относятся к ситуациям, когда производство ведется в надлежащем соответствии с проектом, без отклонений. Такие ситуации принято называть штатными ситуациями (assigned, normal).

Из дальнейшего изложения будет видно, что для практики разумно именовать воздействия, создаваемые производством при штатных ситуациях, просто воздействиями (избегая вводить понятия типа «штатное воздействие» или «стационарный источник»). Известно, что возможные воздействия производства не исчерпываются разрешенными (приемлемыми) воздействиями и существуют другие воздействия [11]. Увидеть физическую природу других воздействий, которые упоминаются Законодателем / Надзором, позволяет понимание производства.

Эти другие воздействия создаются тогда и только тогда, когда имеет место потеря контроля над удержанием, когда при отказе основной системы удержания (потере этого функционала производства) обмен между материальными потоками и окружающей средой выходит за пределы и условия эксплуатации за разрешенные (приемлемые) пределы воздействия. Это понимание позволяет практику выявить и описать источники воздействий производства, те составляющие производства, которые способны причинять вред. Это материальные потоки, энергия и материалы производства. Далее будем называть энергию и материалы производства угрозами производства.

Угроза — это опасность (способность причинять вред), но только не любая, а связанная только и исключительно с производством. Для практика понятно, как угрозы конкретного производства выявить и описать. Сегодня человечество знает все виды

энергии. Их следует, что не сложно, идентифицировать в конкретном проектируемом или эксплуатируемом производстве. Материалы производства, включая результаты возможных неконтролируемых реакций, полностью и целиком известны и проектировщикам, и эксплуатационникам.

Представляется, что приведенное выше наглядное и безупречное с инженерной точки зрения толкование понятия «источник воздействий» позволит минимизировать появление некорректных утверждений типа «Причиной большинства техногенных аварий и катастроф является человеческий фактор» (и не только в учебниках для школьников [12], но и в работах экспертов). Причиной аварий и катастроф является потеря контроля над угрозами, то есть неправильная работа системы управления производством, которая обязана, по идее, предупредить потерю контроля при полном понимании того, что отказы оборудования и ошибки персонала неизбежны.

Придание, на основе понимания природы безопасности химических производств, физического смысла терминам, которые связаны с ключевым юридическим понятием безопасности «источник воздействия», позволяет сделать следующие выводы:

- физическая природа источников воздействий: для химических производств источниками воздействий являются только угрозы производства — энергии и материалы (материальные потоки производства). Других источников воздействий, способных причинять вред людям и природной среде, на производствах нет;
- обмен между материальными потоками производства и окружающей средой контролируется основной системой удержания, которая имеет целью ограничения этого обмена в пределах и условиях эксплуатации;
- пределы и условия эксплуатации конкретного производства (нормы технологического режима) индивидуальны, зависят от специфики производства и места его размещения и устанавливаются в конкретной проектной документации, включая описание видов воздействия, измеримых показателей воздействия и их максимальных (предельных) значений;
- состояние производства в пределах и условиях эксплуатации называется штатной ситуацией;
- если проектная документация согласована в установленном порядке с Законодателем/Надзором, то

в штатных ситуациях воздействия производства называются приемлемыми (разрешенными; *permissible, allowable*);

- для приемлемых (разрешенных) воздействий при штатных ситуациях безопасность производства считается обеспеченной (по закону) государством и обществом.

3.2. Воздействия

Если выше, в разделе 3.1, «источники воздействия» описаны исчерпывающе полно, то про сами воздействия такого пока сказать нельзя. Физическая природа воздействий химических производств [2] такова, что они являются: изменениями состояния производства; новыми, не предусмотренными в проектной документации явлениями аварии. Некоторые из событий воздействия способны: создавать поля поражающих факторов, порождать ударные, тепловые, механические (движущиеся твердые и жидкие субстанции), токсические и загрязняющие нагрузки; существенно повлиять на характер и масштабы поражения этими полями. События воздействия, создающие поля поражающих факторов, способны:

- при воздействии на производство вызывать потерю удержания Частей Основной Системы Удержания (далее — ЧОСУ) угроз (материалов и энергии), которые также становятся источниками воздействия. Этот механизм рождения новых источников воздействия в ходе воздействия называется эскалацией (жарг.: механизм домино);
- при воздействии на людей и окружающую среду причинять последним вред.

Какова естественная, основанная на физических принципах, классификация воздействий производства за разрешенными пределами, и какова ее связь с состояниями производства?

Первая естественная межа — это потеря удержания. До этой межи отклонения не меняют механизма воздействия, и значения воздействия остаются в разрешенных (приемлемых) пределах. Однако с потерей удержания механизм воздействия принципиально меняется, возникает непосредственное воздействие энергий и материалов производства, появляются новые механизмы воздействия (физические явления аварии, не предусмотрены проектом). Как на практике выглядит потеря удержания? Представляется разумным предположение «о локализуемости функции удержания», заключающееся в том, что потеря функционала

удержания основной системы удержания в целом обусловлена существенным изменением состояния хотя бы одной из ЧОСУ.

Существуют производства, в которых «потеря удержания» возникает как следствие существенного изменения состояния не менее чем двух частей системы удержания. Например, фундаменты, свайные поля, системы стабилизации грунтов, сложные гидравлические системы. Такие производства, для которых предположение о локализуемости функции удержания не применимо, в этой статье не рассматриваются.

Для большинства химических производств предположение «о локализуемости функции удержания» вполне корректно, и это позволяет определить необходимое для практики понятие события «потеря удержания ЧОСУ». Примерами событий «потери удержания ЧОСУ» являются:

- для единицы технологического оборудования, например, для трубопровода: потеря герметичности при эрозии, коррозии, дефекте сварного шва на ЗРА, при трещинах на фланцах у резьбового крепления датчиков/приборов, а также полный («гилютинный») разрыв трубопровода;
- для объектов электроснабжения, например, для кабельных линий: короткое замыкание;
- для зданий и сооружений, например, для дымовой трубы: падение частей облицовки, разрушение ствола;
- для грузоподъемных механизмов, например, для крана: падение груза;
- для транспортных средств, например, для АЦ: столкновение, падение, переворачивание.

Разумно предположить, что перечень и атрибуты событий «потеря удержания ЧОСУ» зависит от типа ЧОСУ и что все конкретные ЧОСУ на конкретных производствах могут быть типизированы.

Все вышесказанное справедливо, очевидно для внутренних и/или непреднамеренных сценариев возникновения события «потеря удержания». На практике приходится уделять большое внимание другим событиям, так называемым внешним опасностям (*external hazards*), включая землетрясения; извержения вулканов, в том числе грязевых; геологические разломы, оползни и эрозию почв; лавины; провалы грунта; сели, обвалы; вечную мерзлоту; придонные газы; торфяные пожары; песчаные наносы и бури; пылевые бури; затопления; перенос загрязнителей поверхностным

стоком на площадку; штормы на море; обледенение установок; цунами (классическое, гидрометеоцунами и ледяное); эрозия (берегов рек и озер, береговой полосы); молнии (в сухой сезон и сезон дождей); тайфуны и ураганы; аномально высокие температуры, создание «тепловых куполов»; аномально низкие температуры; снежные заносы и пурга; ледяные дожди; сильные штормовые ветра; засуха; туман; загрязнение атмосферы солями, пылью и песком; горение растительности на площадке; опасные виды фауны; появление диких животных на площадке; хищники; миграция и скопление животных; эндемические инфекции; забастовки; вооруженные столкновения; саботаж; диверсионная и военная деятельность; акты терроризма; политические волнения; незаконные врезки; разбой; алкоголь и наркотики; потери электроснабжения; нарушение линий коммуникации; нарушения логистики, но не ограничиваясь ими.

Представленная статья не затрагивает вопросы возникновения событий «потеря удержания» производства в рамках вышеперечисленных механизмов. Главной особенностью событий «потеря удержания ЧОСУ» является стохастический (случайный, вероятностный) характер их возникновения. По личному опыту автора можно утверждать, что редким событиям трудно самостоятельно найти устойчивое место в сознании (парадигме принятия решений) практика не только в России, но и везде в мире. Такова, по-видимому, психология практической деятельности (текучка). Причем спектр естественной, нескорректированной обучением и тренингами «ответной реакции» чрезвычайно широк: от иллюзии полного контроля, где все заранее рассчитано и если случается авария, то у этой аварии есть конкретные фамилия, имя и отчество, до наивной (вар. циничной) надежды, что «пронесет» (например, контракт на три года, за три года может, обойдется, а после — хоть трава не расти).

Для правильного встраивания стохастических событий в мышление практика прежде всего нужно дать этим событиям адекватное наименование, а затем раскрыть физический смысл. Ключевым в рассматриваемой ситуации является слово неопределенность, а именно неопределенность воздействия на подвергаемых воздействиям, неопределенность в моменте возникновения, в характере и масштабе воздействия. Просматривается здесь и цель — работать по проекту, но в пределах и условиях эксплуатации, при

возникновении событий «потеря удержания ЧОСУ» эта цель не достигается. Влияние неопределенности вообще на достижение целей деятельности в общем случае, с 2009 г. и по сей день специалистами в области инженерных дисциплин принято называть риском:

- *риск — следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей*¹⁴;
- *risk — effect of uncertainty on objectives*¹⁵.

Поэтому наиболее естественно и подходяще для практика — именовать вышеупомянутые стохастические события путем спецификации общего наименования «риск» применительно к специфике производства и безопасности. То есть именовать такие стохастические события «риск безопасности производства»:

- *Риск безопасности производства — следствие влияния события «потеря удержания ЧОСУ» на достижение поставленных целей в области безопасности.*
- *Риск безопасности производства — следствие влияния события «потеря удержания ЧОСУ» на достижение поставленных целей в области безопасности.*
- *Process safety risk — effect of LOPC (loss of primary containment) event on safety objectives.*

Для понимания следствия влияния события проявления риска потребуется, очевидно, раскрыть причинно-следственные связи между угрозой, событием «потеря удержания ЧОСУ» и последствиями, то есть описать сценарий возникновения события и его воздействия. Отсюда становится ясным физический смысл понятия «риск безопасности производства»:

- *Риск безопасности производства — это сценарий операционной деятельности с причинением вреда людям и окружающей среде «за пределами приемлемых воздействий производства» / «в результате реализации события «потеря удержания ЧОСУ» (это — эквивалентные формулировки) с возможным сопутствующим причинением вреда бизнесу.*

Термин события «потеря удержания ЧОСУ» на практике используется редко, несмотря на то, что оно имеет ясный физический смысл (что важно для задач автоматизации и цифровизации). «Рисковики»

¹⁴ ГОСТ Р ИСО 31000-2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»; ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство».

¹⁵ ISO 31000 First edition 2009-11-15. Risk management — Guidelines; ISO 31000 Second edition 2018-02. Risk management — Guidelines.

предпочитают «для простоты» говорить в терминах риска, но используют множество других разных слов, претендующих на то, чтобы быть эквивалентами. Самый распространенный вариант это просто слово «риск». Встречаются попытки использовать термины «рисковое событие» или «верхнее нежелательное событие», а также другие варианты. Терминологический шум, однако, затрудняет рабочую коммуникацию, особенно при междисциплинарном общении.

Представляется разумным для сохранения связи с рисками и на основе принципа «максимально приблизить общепотребимое слово к сути через использование спецификаций» предложить к употреблению термин события «проявление риска» (risk manifestation event). Предполагается, что оно неплохо передает особенности этого события. До него (во времени и в причинной связи) риск «скрыт» и существует как отклонение от штатного состояния производства, после этого события (во времени и в причинной связи) (разрушительное) при выделении энергии и материалов риск становится видимым, зримым, он проявляется. Событие «потеря удержания ЧОСУ» = событие «проявление риска».

Из вышеприведенного анализа вытекает классификация событий в области безопасности на основе физических принципов, а не только эмпирических построений (см. рис.)¹⁶ [13].

Образно говоря, по вертикальной оси откладывается серьезность отклонения от пределов и условий эксплуатации (от штатной ситуации), по горизонтальной оси размерами трапеций изображается (весьма условно и непропорционально для сохранения образности) доля времени, в котором производство находится в определенном состоянии (как часто происходят те или иные события).

Обращают на себя внимание инциденты в заштрихованной области. Это внештатные ситуации с событием «проявление риска», при котором контроль

над эскалацией не утерян и план реагирования на чрезвычайные ситуации не остановил действия по технологическому регламенту. Примеры таких состояний химических производств: герметизация утечек компаундом при противодавлении, болтинг (обтяжка фланцевых соединений при противодавлении, ослабление фланцевых соединений параллельно с выводом в ремонт).

Почему такие состояния интересны практикам? Потому что в таких состояниях в общем случае поддерживается эффективность производства! Почему в общем случае надзор требует остановить эксплуатацию? Потому что «контроль над эскалацией» это высокая зрелость системы управления рисками безопасности производства, требующая передовых инструментов и мастерства (в России такое признание зрелости и мастерства эксплуатационников оформляется как обоснование безопасности для возможности отступления от требований ФНИП¹⁷ при разработке проектной документации).

Придание на основе понимания природы безопасности химических производств, физического смысла терминам, которые связаны с ключевым юридическим понятием безопасности «воздействие» позволяет сделать следующие выводы:

- состояние производства, при котором производство ведется с отклонениями от проекта, называется нештатной ситуацией (abnormal situation). При нештатной ситуации воздействие производства может находиться как в пределах и условиях эксплуатации, так и за этими вышеуказанными пределами;
- физическая природа воздействий. Воздействие производства за пределами и условиями эксплуатации — это последовательность развивающихся во времени событий на производстве и в его месторасположении, связанных между собой причинно-следственными связями. Характер воздействия по своему существу является влиянием неопределенности на достижение цели. Поэтому воздействие в рамках общепринятой в мире терминологии следует называть риском безопасности производства, сценарием операционной деятельности, приводящим к причинению

¹⁶ Process Safety Metrics Guide for Leading and Lagging Indicators 4th edition // CCPS, 2021; American Petroleum Institute ANSI/API RP 754 — Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries, Recommended Practice 754, (1st — 2010; 2nd — 2016; 3rd -2021) Edition, Washington D.C.; Приказ Ростехнадзора от 20.11.2023 № 410 «Об утверждении руководства по безопасности «Методические рекомендации по классификации аварийно опасных происшествий на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса».

¹⁷ Приказ Ростехнадзора от 27.04.2024 № 142 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.05.2024 № 78370).

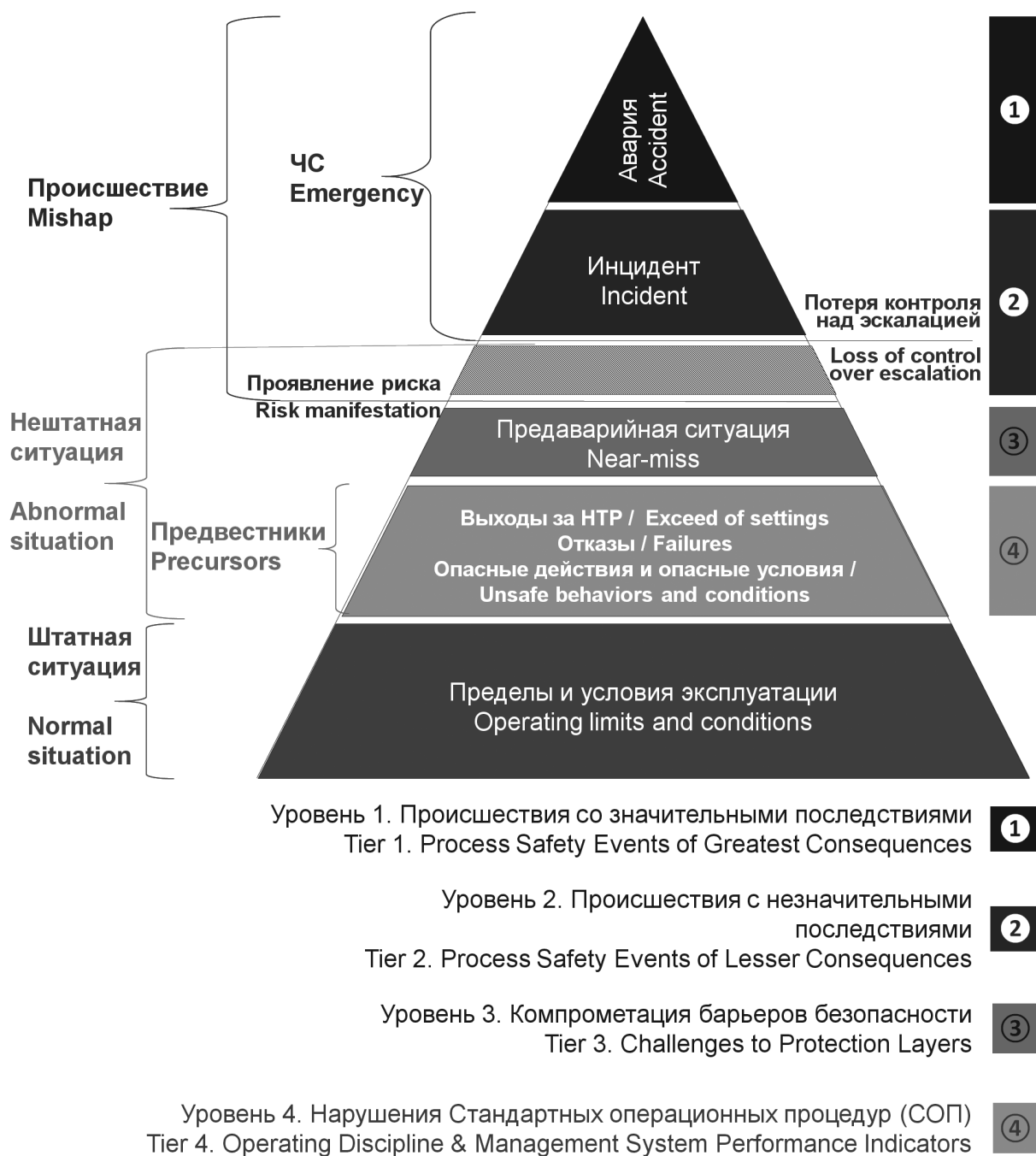


Рис. Классификация событий в области безопасности производств

Figure. Taxonomy of process safety events

вреда людям и окружающей среде за пределами разрешенных (приемлемых) воздействий;

- ключевым, необходимым и достаточным событием абсолютно любого воздействия за пределами

и условиями эксплуатации, инвариантным по отношению к специфике производства, является событие «потеря удержания ЧОСУ» или 100% эквивалент события «проявление риска», которое заключается

в потере удержания источника воздействия (угроз, материалов или энергии) производства, при котором воздействие производства становится неприемлемым (неразрешенным). Развитие любого события «потеря удержания ЧОСУ» или события «проявление риска» разумно называть происшествием;

- для некоторых воздействий также может иметь место другое событие, имеющее физический смысл, инвариантный по отношению к специфике производства, называемое «потеря контроля над эскалацией» при котором эксплуатация производства по технологическому регламенту прекращается и начинается чрезвычайное реагирование (действия по локализации и ликвидации ЧС по плану действий в ЧС). Состояние производства, при котором возникает событие «потеря контроля над эскалацией», называется аварийной ситуацией или, точнее, чрезвычайной ситуацией (ЧС, emergency). Развитие любого события «потеря контроля над эскалацией» разумно называть «аварией» (accident). При этом следует понимать, что исторически для аварий с меньшими последствиями (критерий здесь зависит от отрасли страны и ее традиций физического смысла не имеет) часто используется термин «инцидент» (incident);

- закон и практика признают наличие «переходной зоны» между предаварийными ситуациями и чрезвычайными ситуациями (заштрихована на рис.). Против ожиданий событие «проявление риска» это событие, при котором воздействие становится неприемлемым (неразрешенным), не является и для практика, и для Законодателя/Надзора «верхней» границей нештатных ситуаций. Естественной границей между нештатными и чрезвычайными ситуациями является событие «потеря контроля над эскалацией»;

- физика воздействий химических производств за пределами и условиями эксплуатации различна при нештатных и аварийных ситуациях, что обуславливает / должно обуславливать различие в принципах управления этими воздействиями и их регулирование.

3.3. Подвергаемые воздействиям

В разд. 3.2 статьи отмечалась специфика воздействий химических производств. Они ограничены нагрузками (ударной, тепловой, осколочной и токсической), создаваемыми при потере удержания угроз (энергий и материалов) производства полями

поражающих факторов возникающей ЧС¹⁸ [2]. Разумно предположить, что другими мыслимыми (не запрещенными законами физики) последствиями типа «нарушения цепочек глобальных поставок», «обрушение энергетических или информационных систем», «дезорганизация воздушного движения», «эпидемия» и так далее, на практике для химических производств можно пренебречь.

Отдельно отметим, что часто упоминаемой, но весьма спорной в литературе является подвергаемая воздействиям «репутация». Похоже, что это скорее эмоция, а не измеримый показатель объективной сущности. Нам неизвестны закономерности зависимости репутации от воздействий, а в литературе даже нет описания подходов к измерению «репутации» для получения достоверных оценок.

В рамках вышеупомянутого предположения перечень подвергаемых воздействиям очевиден — это люди, окружающая среда, территория и бизнес. Для практика важно различать типы последствий воздействия, так как каждый тип может регулироваться по-своему и уметь измерять (и по факту и прогнозам) результаты (последствия) воздействия на подвергаемых воздействиям.

В современной цивилизации подвергаемым воздействиям рассматривается не масса людей, а каждый отдельный человек. Во всем мире сложилась и де-факто является общепринятой следующая классификация типов последствий причинения вреда человеку от воздействий (различия между странами незначительны и имеют скорее технический, чем сущностный характер):

- смерть (гибель) или несчастный случай со смертельным исходом (в любой стране мира);
- травма или несчастный случай (в соответствии с законодательством страны пребывания). Например, в России несчастный случай согласно ст. 227 Трудового кодекса РФ (далее — ТК РФ)¹⁹ определяется как событие, в результате которого «работник ... получил: телесные повреждения (травмы); тепловой удар; ожог; обморожение; утопление; поражение электрическим током, молнией, излучением; укусы и другие телесные

¹⁸ ФЗ РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 30.01.2024) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // СЗ РФ. 26.12.1994 № 35. Ст. 3648.

¹⁹ Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 06.04.2024) // СЗ РФ. 07.01.2002. № 1. Ч. 1. Ст. 3.

повреждения, нанесенные животными и насекомыми; повреждения вследствие взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных обстоятельств, иные повреждения здоровья ..., повлекшие необходимость перевода пострадавшего на другую работу, временную или стойкую утрату им трудоспособности либо его смерть»;

- регистрируемый случай (в соответствии с законодательством страны пребывания). Например, в России регистрируемый случай согласно ст. 36.1 ТК РФ определяется как микротравма (добровольная регистрация; ссадины, кровоподтеки, ушибы мягких тканей, поверхностные раны и другие повреждения) и несчастный случай (обязательная регистрация; смотри выше).

Следует предполагать, что классификация типов последствий причинения вреда устанавливается государством. Государство также устанавливает и показатели для измерения вреда, причиняемого жизненно важным интересам личности и общества. Факт причинения вреда отдельному человеку и людям в целом фиксируется независимыми от промышленности государственными органами, как правило, судебными и медицинскими инстанциями. Фактически причиняемый людям в конкретных происшествиях вред измеряется в количестве случаев (смертей, травм и т.д.).

Прогноз последствий причинения вреда человеку (любого типа) основывается на наших знаниях о зависимости количества случаев причинения вреда от (интенсивности) воздействия. Все имеющиеся сегодня экспериментальные и статистические, основанные на анализе случаев происшествий в промышленности, знания однозначно свидетельствуют, что причинение вреда человеку является случайной величиной. Так что в конкретных происшествиях мы имеем дело с реализацией случайной величины.

Описанное выше физическое существо причинения вреда, на примере человека, позволяет сделать первый шаг к достижению цели статьи. А именно, становится возможным понять принципы установления показателей для измерения нанесения причиняемого воздействиями производства вреда.

Во-первых, показатель должен охватывать все возможные варианты воздействия с учетом вероятности их возникновения и последствий. На основании всей истории цивилизации люди для принятия решений на практике используют ожидаемое, наиболее вероятное значение вреда. Этот класс показателей по

своей физической сущности является математическим ожиданием причинения вреда, и поэтому его возможно прогнозировать, а также верифицировать и валидировать прогностические модели.

Можно констатировать, что попытки использовать другой класс показателей — отдельные «экстремальные» индивидуальные риски (например наиболее опасные сценарии чрезвычайных ситуаций), пока неудачны. Существующие эмпирические подходы не имеют физического смысла, поэтому не могут использоваться вне места и условий их появления. Очевидно, что основная проблема в реализации таких показателей заключается в том, что чем более серьезные последствия риска мы пытаемся выбрать в качестве наиболее опасных, тем меньше вероятность такого риска (ведь последствия — это случайная величина) и реализация неизбежно упирается в неадекватность показателя существующим на практике методам принятия решений.

Для использования в практической работе Законодателя/Надзора и бизнеса, показатель причинения вреда должен отвечать следующим очевидным условиям:

- быть интуитивно понятной мерой причинения вреда подвергаемым воздействиям;
- быть точно определяемым, измеримым и объективно проверяемым;
- позволять сравнивать любые производства между собой;
- быть мировым бенчмарком, эталоном, который воспринимается в мировой промышленности и используется Законодателем / Надзором.

Показатели причинения вреда, отвечающие вышеперечисленным требованиям, представляется естественным называть показателями безопасности (SPI, Safety Performance Indicators).

Традиционно для измерения причинения вреда людям на практике используется показатель смертности (Fatal Accident Rate, FAR). Прогнозное или фактическое количество несчастных случаев со смертельным исходом (число погибших), отнесенное к 100 млн отработанных человеко-часов (как персоналом в целом, так и отдельно работниками или подрядчиками), иногда называется коэффициентом смертельного травматизма. Так как смертность не зависит существенно от размера производства и численности персонала, то она является отличным удельным показателем, уверенно и убедительно характеризующим исключительно уровень безопасности собственно производства (т. е.

показывает зрелость и социальную ответственность бизнеса). В таком качестве этот показатель служит на практике мировым бенчмарком для безопасности производств для бизнеса.

Вероятно, по этой же причине государство нигде в мире не регулирует безопасность производства на основе показателя смертности, поскольку для современного общества к жизненно важным интересам личности и общества относятся прежде всего жизнь и здоровье каждого отдельного человека (не «массы»). Поэтому бизнесом и Законодателями / Надзорами стран пребывания используется показатель (численная характеристика случайной величины «смерть») — индивидуальный риск (гибели человека) (Individual Risk Per Annum, IRPA) — прогнозное количество случаев смерти исполняющего конкретные трудовые обязанности (человека из персонала) в течение года, зависящее от его нахождения на площадке производства в соответствии с процедурами эксплуатации и дисциплины выполнения действия операционных процедур.

Различные искусственные показатели, подчас предлагаемые экспертами на основе своих «цеховых» интересов²⁰ [13], для практика не представляют особого интереса. На практике почти не нашли применения такие показатели, как «потенциальный риск», «коллективный риск» (это сумма индивидуальных рисков для всего персонала), «F/N диаграммы» и другие. Вероятной причиной ограниченности применения вышеперечисленных показателей является невозможность использования этих показателей для сравнения уровня безопасности различных производств, то есть: для поиска и выбора мероприятий по снижению рисков; для решения основной задачи практики в области безопасности. Ни бизнес, ни Законодатель / Надзор принимать решения по таким искусственным показателям принципиально не могут.

Для измерения причинения вреда людям типа «травма» или «регистрируемый случай» в практике бизнеса и Законодателя / Надзора в области охраны труда широко используются следующие показатели:

- травматизм (Lost Time Injury Frequency Rate, LTIFR) — прогнозное или фактическое количество (любых, в соответствии с законодательством страны пребывания) несчастных случаев (травм), отнесенное к 1 млн отработанных человеко-часов. Иногда называется коэффициентом частоты травм с временной потерей трудоспособности;

- частота регистрируемых случаев (Total Recordable Incident Rate, TRIR) — прогнозное или фактическое количество (любых, в соответствии с законодательством страны пребывания) регистрируемых случаев, отнесенное к 200 тыс. отработанных человеко-часов.

Очевидно, что в последнем показателе доминируют случаи микротравм, связанные в основном с рисками безопасности персонала, тогда как на практике травмы редки, а смерти очень редки. Поэтому этот показатель скорее относится к охране труда, чем к безопасности, и используется национальными Законодателями / Надзорами именно в области охраны труда (например, Минтруд в России и OSHA в США). Сегодня общепринято (Закон № 7-ФЗ, ст. 1), что окружающая среда (далее — ОС) — это совокупность:

- компонентов природной среды — это земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство;

- природных объектов — это естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства;

- природно-антропогенных объектов — это природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение;

- антропогенных объектов — это объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.

В России нет разграничения типов последствий причинения вреда ОС, например, на «необратимые» или «обратимые», подобного разграничению для людей на «смерть» / «травма». Однако в некоторых странах мира [4] подвергаемым воздействиям в ОС считается не отдельная особь, представитель растительного или животного мира или иной организм, а популяция.

²⁰ American Petroleum Institute ANSI/API RP 754 - Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries, Recommended Practice 754, (1st -2010; 2nd -2016; 3rd -2021) Edition, Washington D.C.; Приказ Ростехнадзора от 03.11.2022 № 387 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».

При этом необратимое уничтожение популяции в целом при воздействиях производства считается событием, принципиально отличным от причинения вреда отдельным представителям популяции, в том числе их гибели. Поэтому для производств, способных на вышеописанные воздействия (необратимое уничтожение популяции), устанавливается требование (для исключения уничтожения популяции) создавать системы для воспроизводства биологических ресурсов (the replenishment of biological resources), аналогичное российскому требованию строительства рыболовных заводов при загрязнении водных ресурсов. Впрочем, для химических производств этот аспект воздействия на ОС не является, по-видимому, актуальным для практиков.

Показатели причинения вреда ОС устанавливаются нормативными правовыми актами для каждого из компонентов природной среды и измеряются как в натуральных показателях, так и денежных (монетарных). Различные искусственные показатели, подчас предлагаемые экспертами на основе своих «цеховых» интересов, для практика не представляют особого интереса.

Вред причинения вреда ОС также является случайной величиной, а получаемые при инструментальных исследованиях в рамках экологического мониторинга значения показателей вреда ОС являются реализациями случайной величины. Традиционно для измерения причинения вреда окружающей среде на практике используется показатель:

- сверхлимитный выброс (Above permissible (=acceptable) Level Payment, ALP) — прогнозное или фактическое загрязнение окружающей среды, превышающее приемлемые (разрешенные Законодателем / Надзором) пределы негативного воздействия на окружающую среду (все среды).

Измеряется, как правило, количеством веществ, представляющих опасность для окружающей среды (перечень таких веществ устанавливается законодательством; например, парниковые газы), в натуральных и денежных показателях (значениях) платы за сверхлимитные выбросы; существенно зависит от страны пребывания и Законодателей / Надзоров.

Отметим важное обстоятельство: ALP не является показателем безопасности, так как это было определено выше, и вот почему. Сравнение двух одинаковых производств, работающих рядом и различающихся

только масштабами производства, не будет справедливым: технологии и природоохранные меры одинаковы, а показатель ALP более высокий у более крупного производства. И наоборот. Для двух одинаковых производств, размещенных в разных по уязвимости окружающей среды районах, сравнение по ALP не будет справедливым. При одном и том же ALP производство, расположенное в районе повышенной экологической чувствительности, очевидно, является менее безопасным (а формально ALP одинаковы).

Причина невозможности использования ALP как показателя безопасности для окружающей среды заключается в том, что по сравнению с FAR / LTIFR / TRIR для человека, а «человек — это универсальная мера вещей», подвергаемая воздействию производства окружающая среда не является универсальной мерой оценки последствий. Другими словами, чтобы стать показателем безопасности ALP должна измерять не выброс, а единую для всех природных сред и местоположений универсальную меру последствий. Сегодня к этому наша цивилизация не готова и о таких единых показателях последствий неизвестно.

Вместе с тем показатель ALP, как показатель причинения вреда бизнесу (как расходная статья бюджета), широко используется на практике бизнесом. Весьма ограниченно, как косвенный показатель причинения вреда человеку (через ухудшение качества окружающей среды), используется Законодателями / Надзором в США и в странах с клонами американского регулирования. Сегодня общепринято, что чрезвычайная ситуация (далее — ЧС) — это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии ..., которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Территория — это участок земельного, водного или воздушного пространства либо критически важный или потенциально опасный объект производственного и социального значения [Закон № 68-ФЗ, ст. 1]. Таким образом, если воздействия выходят за периметр площадки производства, подвергаемой воздействиям становится территория месторасположения источника воздействия. Люди и окружающая среда, в том числе и территории, как подвергаемые воздействиям, рассмотрены выше и оценка причинения им вреда (и по факту, и по прогнозу) не зависит от других компонентов территории.

Поэтому под «подвергаемой воздействиям территории» предполагается разумным понимать хозяйственную деятельность (как Дух закона «значительные материальные потери») и условия жизнедеятельности людей в месте расположения производства.

Типы последствий причинения вреда территории и соответствующие показатели устанавливаются законодательством, регулирующим гражданско-правовые отношения (в России, например, это Гражданский кодекс гл. 59²¹), и измеряются как в натуральных показателях, так и в денежных (монетарных). Различные искусственные показатели, подчас предлагаемые экспертами на основе своих «цеховых» интересов, для практика не представляют особого интереса.

Показатели причинения вреда территории также являются по своей природе случайными величинами, на практике для их прогнозирования, как правило, используется численная характеристика — математическое ожидание (о дисперсии упоминают редко). Практика промышленности полностью гармонизирована с инвестиционной деятельностью и страховой индустрией, где подобные показатели имеют общее название «ответственность перед третьими лицами» (Third Parties Liability, TPL). Бизнес производства, которое является источником воздействий, сам также является подвергаемым этим воздействиям. Но в странах с рыночной экономикой закон никак не регулирует эти воздействия, поскольку государство и его органы не несут ответственности по обязательствам²² бизнеса, в том числе по его убыткам (потерям) в результате воздействий.

Следование стереотипу «опираться только на государственное регулирование» в нашей стране проявляется в неразвитости, а иногда и в отсутствии, процессов учета воздействий на бизнес в корпоративном управлении. Инициатива надзорных органов (например, Госгортехнадзора РФ²³), осуществляемая скорее по инерции, а не в силу государственной необходимости,

конечно, приветствуется, но является абсолютно недостаточной для целей практики, так как только сам бизнес способен создать и использовать адекватные подходы. Поэтому типы последствий причинения вреда бизнесу, показатели и инструменты для фактического измерения и расчетного прогнозирования последствий воздействий на подвергаемый воздействиям «бизнес» для практика являются жизненно важными.

Основные типы причинения вреда бизнесу и соответствующие показатели практику следует почерпнуть из опыта инвестиционной деятельности (например, процедур листинга акций компании) или страховой индустрии. Здесь различают, как правило:

- потери имущества (Property Damage, PD), включая поломки машин и механизмов (Machinery Breakdown, MB), определяемые в общем случае как затраты, включая затраты на разборку завалов, грузовые и таможенные пошлины, а также СМР и ПНР на ремонт поврежденного имущества до его первоначальной функциональности и замену на новое имущество того же вида и производительности;
- потери доходов производства (Loss of Production Income, LOPI), определяемые в общем случае как ожидаемый доход от производства за период его восстановления до первоначального состояния перед возникновением воздействия.

Эти показатели причинения вреда не являются показателями безопасности в смысле, который обсуждался в разделе 3.3 настоящей статьи. По мнению автора, на основе его опыта страхования производств, другие показатели типа «интегральная стоимость аварии для предприятия» или «перерыв бизнеса (Business Interruption, BI) и многие другие сложно формализуются, плохо фиксируются (урегулируются), и поэтому, как следствие, редко используются на практике.

Вред причинения вреда бизнесу является случайной величиной, однако использование при прогнозировании численных характеристик показателей случайных величин «потери имущества», «поломки машин и механизмов», «потери доходов производства», является повсеместной практикой в инвестиционной деятельности, например, при кредитовании, и в страховой индустрии.

Придание, на основе понимания природы безопасности химических производств, физического смысла терминам, которые связаны с ключевым юридическим понятием безопасности «подвергаемый воздействию», позволяет сделать следующие выводы:

²¹ Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 № 14-ФЗ (ред. от 24.07.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 12.09.2023) // СЗ РФ. 29.01.1996. № 5. Ст. 41.

²² ФЗ РФ от 26.12.1995 № 208-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Об акционерных обществах» // СЗ РФ. 01.01.1996. № 1. Ст. 1.

²³ Постановление Госгортехнадзора РФ от 29.10.2002 № 63 «Об утверждении Методических рекомендаций по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах». Приказом Ростехнадзора от 16.11.2021 № 388 считаются не подлежащими применению.

- значимыми для практики подвергаемыми воздействиям являются для химических производств люди, окружающая среда, территория месторасположения производства и сам бизнес производства;

- последствия воздействия по своей физической природе являются случайными величинами, в случае реализации (даже детерминированного) воздействия последствия воздействия являются по своей физической сущности реализацией случайной величины;

- сегодня на практике жизненно важные интересы личности и общества измеряются последствиями причинения вреда только подвергаемым воздействиям людям и окружающей среде;

- причиняемый вред (прогнозный или фактический) разумно называть показателями (уровня) безопасности производства, только если эти показатели способны обеспечить справедливое сравнение разных производств;

- показатели безопасности для измерения причинения вреда людям: FAR, IPRA, LTIFR, TRIR, используются на практике;

- рассмотренный выше показатель причинения вреда окружающей среде APL используется на практике, но он не является показателем безопасности. Сегодня неизвестны показатели безопасности (в том смысле, в котором понимают слово безопасность Законодатель / Надзор) для измерения причинения вреда окружающей среде;

- сегодня на практике воздействия производства на территорию — на хозяйственную деятельность и условия жизнедеятельности людей в месте расположения производства, — регулируются как гражданско-правовые отношения, и причинение вреда территории законодатель пока не связывает с жизненно важными интересами личности и общества.

3.4. Защищенность

Как было показано выше, в разделах 3.1–3.3, воздействия производства по своему физическому существу являются набором рисков сценариев операционной деятельности, которые приводят к причинению вреда людям и окружающей среде (регулируется государством), и, что очень важно для практика, к возможному причинению сопутствующего вреда бизнесу (не регулируется государством, но является ключевым показателем при принятии решений самим бизнесом, его менеджерами и советом директоров).

Использование графического образа производства и его рисков как ящика с каталожными карточками на практике оказалось эффективным инструментом для уяснения физической природы безопасности и осуществления коммуникаций. Производство и его состояние представляются при визуализациях ящиком каталога в библиотеке для бумажных книг. При этом каждый ящик, в зависимости от его специфики, заполняется рисками — каталожными карточками, на которых записаны все сведения о конкретном риске.

Меняется состояние производства (ящик) — меняется набор рисков (карточек). Поэтому на практике также используется наименование Динамический Реестр Рисков или ДРР. Физический смысл ДРР — это исчерпывающий перечень воздействий производства с описанием каждого из них (сценариев рисков).

Человек с древнейших времен сталкивался с неопределенностью воздействия (набором вероятных сценариев), и до сих пор вопрос «брать или не брать с собой зонт» актуален. В цивилизации сложилась и на практике действует парадигма принятия решений в условиях неопределенности — защиту люди выбирают в отношении ожидаемого (наиболее вероятного) воздействия. Поэтому представляется естественным предполагать, что показатель (мера) защищенности подвергаемых воздействиям от источников воздействий производства есть *ожидаемый вред*, причиняемый всеми возможными воздействиями производства (показатели безопасности), что отражает Дух действующего регулирования безопасности.

В рамках такого понимания понятие защищенность имеет физический смысл — это область значений (математического) ожидания показателей безопасности, соответствующих безопасности производства. Число, разделяющее одномерное пространство значений показателя безопасности на две связанные области: «состояние защищенности обеспечено», и «состояние защищенности не обеспечено», называется критерием допустимости (tolerability criterion) рисков для соответствующего показателя безопасности. Так, например, число 10^{-4} 1/год (одна десятичная в год) (Закон № 123-ФЗ, ст. 93, п. 3) в российском законодательстве (в области пожарной безопасности) установлено критерием допустимости индивидуального пожарного риска для производственных объектов, на которых

предусмотрены меры по обучению персонала действиям при пожаре и по социальной защите работников, компенсирующие их работу в условиях повышенного риска.

Описание порядка учета неопределенностей (рисков) в экономике не требует интервью с людьми или изучения судебной практики, этот порядок зафиксирован в законах экономики [3]. В бизнес-планировании, инвестиционной и страховой деятельности используются средние значения (численные характеристики «математическое ожидание») для случайных величин причинения вреда людям, окружающей среде и бизнесу [14].

Произвольный критерий допустимости не может, вообще говоря, использоваться для инженерного обоснования «безопасности производства» или, что то же самое, «подвергаемых воздействиям от воздействий производства». Рассмотрим несколько важных, актуальных по сей день примеров.

В начале нашего века серьезно рассматривалась идея установления в качестве критериев защищенности (допустимости рисков) надежности отдельных барьеров безопасности производства (в оригинале — safety functions), казущихся особо важными авторам предложений²⁴; идея, которая также представлялась перспективной и российским Законодателям / Надзорам [15]. Однако системный анализ последствий реализации этой идеи показывает, что установление независимых требований к выделенным барьерам безопасности является требованием, превышающим минимально необходимые для обеспечения безопасности.

Надежные и многочисленные барьеры безопасности хороши для обеспечения защищенности (но подчас весьма дороги и делают бизнес убыточным), но откуда не следует считать, что они необходимы и даже достаточны. Более того, регулирование отдельных барьеров сродни установлению обязательных предписаний (предопределенных проектных решений, одинаково обязательных для каждого поднадзорного производства), что не стимулирует создателей производств искать оптимальные решения (например, вкладываться преимущественно в предупреждение, если решения по снижению последствий жестко предписываются вне зависимости от свойств

производства, — случай регулирования ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в России в период 2000–2024 гг.²⁵.

Придание, на основе понимания природы безопасности химических производств, физического смысла терминам, которые связаны с ключевым юридическим понятием безопасности «защищенность», позволяет сделать следующие выводы:

Физическая природа защищенности. Защищенность жизненно важных интересов личности и общества от воздействий производства (= безопасность производства) — это соблюдение критериев допустимости для (ожидаемых / фактических) показателей безопасности производства, измеряющих причинение вреда людям и окружающей среде, а также возможного сопутствующего причинения вреда бизнесу.

Критерии допустимости рисков безопасности производства в части причинения вреда людям и окружающей среде устанавливаются только государством, выражающим интересы личности и общества.

Критерии допустимости рисков безопасности производства в части причинения сопутствующего вреда бизнесу вводить нецелесообразно, а вот предоставлять расчеты PD, MB и LOPi на практике для повышения эффективности производства и движения к цели НОЛь (например, нулевой травматизм) целесообразно.

Защищенность никак не связана с искусственными показателями (разд. 3.3.1), так как они не отражают требования закона к показателям безопасности, а попытки установить критерии допустимости таких показателей создают требования, превышающие минимально необходимые для обеспечения безопасности (безопасности в том смысле, который придает этому слову Дух закона).

3.5. Зарубежные подходы к безопасности

Сравним полученные результаты с положениями международных отраслевых руководств. Анализ законодательства промышленно развитых стран, особенно стран общего (не континентального) права,

²⁴ Norsok Standard Z-013 Risk and emergency preparedness assessment. Edition 3, October 2010.

²⁵ Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2451 «Об утверждении Правил организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации и территориального моря Российской Федерации, а также о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» // СЗ РФ. 18.01.2021. № 3. Ст. 583.

Таблица 3. Сравнительный анализ определений безопасности в международных отраслевых руководствах

Table 3. Comparative study of safety definitions in international industry guidelines

Буква руководства	Дух руководства
<p>(a) International Atomic Energy Agency, IAEA SAFETY GLOSSARY, 2007 [26]</p> <p>‘Safety’ means the protection of people and the environment against radiation risks (перев: безопасность означает защиту для людей и окружающей среды от радиационных рисков).</p> <p>‘Acceptable limit’ is a limit on the predicted radiological consequences of an accident (or on potential exposures if they occur) that is acceptable to the relevant regulatory body when the probability of occurrence of the accident or potential exposures has been taken into account (i.e., on the basis that it is unlikely to occur).</p> <p>(перев.: Приемлемый предел – это предел расчетных радиологических последствий аварии (или предел возможных воздействий, если они случаются), который является приемлемым для Регулятора в тех случаях, когда вероятность возникновения аварий или возможных воздействий учитывается (т.е. на том основании, что это маловероятно)</p>	<p>Подвергаемые воздействиям – people and the environment (перев.: люди и окружающая среда) (а).</p> <p>Источники воздействий – объекты атомной промышленности, удерживающие радиационные угрозы (а).</p> <p>Воздействия – поражение радиационным излучением и радиоактивными материалами (а)</p> <p>Состояние защищенности – приемлемое для Регулятора соотношение последствия – вероятность для возможных случаев воздействий (а)</p>
<p>c) Center for Chemical Process Safety</p> <p>https://www.aiche.org/ccps/resources/glossary</p> <p>“Safety” means the expectation that a system does not, under defined conditions, lead to a state in which human life, economics or environment are endangered (перев.: безопасность производства – это ожидание того, что производственная система, в определенных условиях, не приведет к ситуации, в котором человеческая жизнь, экономика или окружающая среда окажутся под угрозой).</p> <p>“Risk tolerance criteria” means a predetermined measure of risk used to aid decisions about whether further efforts to reduce the risk are warranted. (перев.: критерий допустимости риска – это предопределенная мера риска, используемая при принятии решений в отношении того, насколько дальнейшее снижение рисков оправданно).</p> <p>За этим коротким определением стоит более сотни монографий (по 300 – 700 страниц), в которых даются почти все детали, необходимые для использования на практике</p>	<p>Подвергаемые воздействиям – human life, economics or environment (перев.: человеческая жизнь, бизнес и окружающая среда) (с).</p> <p>Источники воздействий – system (перев.: химические производства) (с).</p> <p>Воздействия – поля поражающих факторов, которые создаются при потере удержания энергии и материалов производства (а).</p> <p>Состояние защищенности – допустимый риск (с)</p>

не представляет, честно говоря, никакой ценности для практика в России. Кроме того корпоративные структуры во всем мире также следуют в правовом фарватере с учетом достижения конкурентных преимуществ в позиционировании на рынке и захвата лидерских позиций (см. табл. 3).

Вывод: принципы регулирования рисков безопасности международных отраслевых руководств аналогичны российским принципам, с естественными для таких случаев нюансами. Также следует отметить, что в качестве основы для автоматизации и цифровизации управления рисками безопасности производств международные отраслевые руководства оказывают помощь и вносят ясность немного больше, чем их российские аналоги.

Закключение

На основе физических принципов разумно и систематически раскрыты намерения Законодателя / Надзора, или Дух законов (государственных и корпоративных) в области защищенности людей и окружающей среды от воздействий производства в степени, достаточной для решения современных задач обеспечения безопасности проектируемых и эксплуатируемых химических производств. К основным выводам должны быть отнесены следующие положения:

1. Ключевое понятие «риск», применительно к химическим производствам, представляется правильным определять, раскрывая намерения Законодателя / Надзора, как «сценарий операционной деятельности, при котором воздействиями производства причиняется

Таблица 4. Показатели безопасности для измерения причинения вреда людям

Table 4. Safety metrics to measure hurt to people

Буква руководства	Дух руководства
Смертность Fatal Accident Rate, FAR	Прогнозное или фактическое количество несчастных случаев со смертельным исходом (число погибших), отнесенное к 100 (ста) миллионам отработанных человеко-часов
Индивидуальный риск (гибель человека) Individual Risk Per Annum, IRPA	Прогнозное количество случаев смерти исполняющего конкретные трудовые обязанности (человека из персонала) в течение года, зависящее от его нахождения на площадке производства в соответствии процедурами эксплуатации
Травматизм Lost Time Injury Frequency Rate, LTIFR	Прогнозное или фактическое количество несчастных случаев (травм), отнесенное к 1 (одному) миллиону отработанных человеко-часов
Частота регистрируемых случаев Total Recordable Incident Rate, TRIR	Прогнозное или фактическое количество регистрируемых случаев, отнесенное к 200 (двумстам) тысячам отработанных человеко-часов

Таблица 5. Показатели для измерения причинения вреда бизнесу

Table 5. Metrics to measure damage to business

Наименование показателя	Физический смысл показателя
Сверхлимитные выбросы Above Permissible (=acceptable) Level Payment, ALP	Прогнозное или фактическое загрязнение окружающей среды, превышающее приемлемые (разрешенные) пределы негативного воздействия на окружающую среду (все среды).
Потери имущества, включая поломки машин и механизмов Property Damage, PD Machinery Breakdown, MB	Ожидаемые затраты, включая затраты на разборку завалов, грузовые и таможенные пошлины, а также СМР и ПНР, на ремонт поврежденного имущества до его первоначальной функциональности и замену на новое имущество того же вида и производительности
Потери доходов производства Loss of Production Income, LOPi	Ожидаемый доход от производства за период его восстановления до первоначального состояния перед возникновением воздействия

вред людям и окружающей среде за разрешенными (приемлемыми) пределами», и именовать его «риск безопасности производства».

2. Безопасность производства считается обеспеченной (по закону) государством и обществом, если воздействия производства при штатных ситуациях являются приемлемыми (разрешенными), а риски (при происшествиях) допустимыми.

3. Сегодня на практике жизненно важные интересы личности и общества измеряются.

4. Для оценки воздействий производства на людей и окружающую среду используются следующие показатели причинения вреда (агрегаты рисков — см. табл. 4 и 5). Если показатель позволяет справедливо сравнивать различные производства, то такой показатель разумно именовать показателем (уровнем)

безопасности производства. Использование термина «показатель безопасности» в отношении параметров, не являющихся мерой причинения вреда людям и окружающей среде, противоречит намерениям законодателей применительно к безопасности производств и контрпродуктивно для использования на практике.

5. Воздействия на территорию — на хозяйственную деятельность и условия жизнедеятельности людей в месте расположения производства, регулируются как гражданско-правовые отношения, поэтому представляется контрпродуктивным относить показатели воздействия на территорию к показателям безопасности производства.

6. Сопутствующий при проявлениях рисков безопасности вред бизнесу, который причиняется воздействиями собственного производства, не относится законом к причинению вреда жизненно важным интересам личности и общества. Тем не менее, для практика представляется разумным учитывать последствия причинения вреда бизнесу, для измерения которых на практике целесообразно использовать как минимум следующие показатели:

Представленное в статье полное и непротиворечивое раскрытие правовой и физической природы безопасности производств позволяет развить систему управления рисками безопасности производств как для бизнеса, так и для Законодателей / Надзоров [16] на основе автоматизации процессов и использования цифровых инструментов, в том числе перевести достижение цели «нулевой травматизм» в число ближайших выполнимых практических задач.

Список источников [References]

1. Lawley H. G. Operability Studies and Hazard Analysis // *Chemical Engineering Progress*, 1974, April, Vol. 70, No 4, pp. 45–56
2. Маршалл В. К. Основные опасности химических производств: пер. с англ. М.: Мир, 1989. 672 с., ISBN 5-03-000990-6 [Marshall V. K. The main dangers of chemical production: transl. from English. M.: Mir, 1989. 672 p., ISBN 5-03-000990-6]
3. Быков А. А. Методологические и прикладные основы управления рисками предприятия и безопасностью населения и окружающей среды: моногр. / А. А. Быков, В. Э. Зайковский; под общ. ред. чл.-кор. РАН Н. А. Махутова. Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиотехники, 2022. 617 с. ISBN 978-5-86889-954-6 [Bykov A. A. Methodological and applied foundations of enterprise risk management and public and environmental safety: monogr. / A. A. Bykov, V. E. Zaikovsky; under general. ed. Corr. Member of RAS N. A. Makhutov. Publishing House Tomsk. State University of Control Systems and Electronics, 2022. 617 p. ISBN 978-5-86889-954-6. (In Russ.)]
4. Викторова Э. Ю. Теория выявления намерения законодателя в толковании права в Англии и США // *Труды Института государства и права РАН*. 2019. Т. 14. № 2. С. 186–206.
<https://doi.org/10.35427/2073-4522-2019-14-2-viktorova> [Viktorova V. Yu. The legislative intent theory in statutory interpretation in England and the United States // *Proceedings of the Institute of State and Law of the RAS*. 2019;14(2):186–206. (In Russ.)]
5. Овчинников А. И., Овчинникова С. П. Современная теория толкования права: классический и неклассический подходы // *Юрист-Правовед*. 2011. № 2. С. 106–115 [Ovchinnikov A. I., Ovchinnikova S. P. Modern theory of interpretation of law: classical and non-classical approaches // *Jurist-Pravoved*. 2011;(2):106–115. (In Russ.)]
6. Беззубов Н. С. Соотношение буквы и духа закона // *StudNet*. 2021. Т. 4. № 7. С. 40 [Bezzubov N. S. The relationship between the letter and the spirit of the law // *StudNet*. 2021;4(7):40. (In Russ.)]
7. Cross R., Bell J., Engle G. *Statutory Interpretation*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2006. 234 p.
8. Радионова С. Г., Махутов Н. А., Черноплеков А. Н., Караев А. Э. Совершенствование нормативного регулирования промышленной безопасности с учетом необходимости стимулирования инновационной деятельности предприятий // *Федеральный Справочник*, № 26, август 2012, С. 291–306 [Radionova S. G., Makhutov N. A., Chernoplekov A. N., Karaev A. E. Improving regulatory regulations for industrial safety, taking into account the need to promote enterprise innovation // *Federal Directory*, 2012, № 26, P. 291–306 (In Russ.)].
9. Николаенко О. В., Черноплеков А. Н., Заикин И. А., Крюков А. С. Совершенствование основ и процессов проектирования, строительства и эксплуатации производств переработки нефти и газа, нефтехимии и газохимии через изменение в регулировании промышленной безопасности // *Безопасность труда в промышленности*. 2012. № 4. С. 44–51 [Nikolaenko O. V., Chernoplekov A. N., Zaikin I. A., Kryukov A. S. Improvement of the fundamentals and processes of the design, construction and operating of

- oil and gas processing, petrochemistry and gas chemistry industries through process safety regulation // *Occupational Safety in Industry*. 2012;(4):44–51 (In Russ.)]
10. Черноплёков А. Н. Россия переходит на целеустанавливающее регулирование производственной безопасности // *Безопасность объектов ТЭК*. 2013. № 1. С. 40–45 [Chernoplekov A. N. Russia moves to goal-setting regulation of process safety // *Safety of fuel and power complex facilities*, 2013;(1):40–45 (In Russ.)]
11. Легасов В. А. Проблемы безопасного развития техносферы // *Коммунист*. 1987. № 8, С. 92–101 [Legasov V. A. The Challenges of Safe Development of Technosphere // *The Communist*. 1987;(8):92–101 (In Russ.)]
12. Виноградова Н. Ф., Смирнов Д. В., Таранин А. Б., Сидоренко Л. В. Основы безопасности жизнедеятельности. 8–9 классы / Учебник 2024 [Vinogradova N. F., Smirnov D. V., Taranin A. B., Sidorenko L. V. *Fundamentals in Life Safety / Textbook for schools*, 2024. (In Russ.)]
13. Курпатов О. В. Система дистанционного контроля, вопросы комплексной безопасности. Цели и задачи дистанционного контроля промышленной безопасности опасных производственных объектов / материалы III Форума-диалога «Промышленная безопасность — ответственность государства, бизнеса и общества». г. Москва. 2017 г. [Kurpatov O. V. Remote control system, integrated safety issues. Goals and objectives of remote control of industrial safety of hazardous production facilities/materials of the III Forum-dialogue «Industrial safety — responsibility of the state, business and society.» Moscow. 2017. (In Russ.)]
14. Safety, Center. (2009). Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria. <https://doi.org/10.1002/9780470552940>.
15. Гордиенко Д. М., Шебеко Ю. Н., Трутнева В. А., Шебеко А. Ю., Гилетич А. Н., Черноплёков А. Н. Критерии предельно допустимого пожарного риска для производственных объектов. // *Пожарная безопасность*. 2012. № 4. С. 94–101 [Gordienko D. M., Shebeko Yu. N., Trutneva V. A., Shebeko A. Yu., Gilechich A. N., Chernoplekov A. N. Criteria of maximum fire risk for industrial facilities // *Fire Safety*. 2012;(4):94–10. (In Russ.)]
16. Черноплёков А. Н. Особенности моделирования безопасности производственных процессов // *Риск-менеджмент. Практика*. 2021. № 4. С. 26–38 [Chernoplekov A. N., *Process Safety Modelling Specifics / Risk-Management. Practice*. 2021;(4):26–38 (In Russ.)]

Сведения об авторе

Черноплёков Алексей Николаевич: кандидат физико-математических наук, член Общества Ассоциация риск-менеджмента «Русское общество управления рисками» (РусРиск)
Количество публикаций: более 210
Область научных интересов: управление рисками безопасности производств и персонала
Контактная информация:
Адрес: 119602, Россия, г. Москва, ул. Никулинская, 27-129
alexei.chernoplekov@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 01.08.2024
Одобрена после рецензирования: 16.08.2024
Принята к публикации: 19.08.2024
Дата публикации: 31.10.2024

The article was submitted: 01.08.2024
Approved after reviewing: 16.08.2024
Accepted for publication: 19.08.2024
Date of publication: 31.10.2024