

УДК: 368.89: 502/504
БАК: 05.26.02

Методический подход повышения обоснованности параметров страхования экологических рисков в условиях ограниченности статистической информации применительно к авариям на линейной части магистральных газопроводов

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2018

С. А. Ямников,
А. В. Шевченко,
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
г. Москва

Аннотация

В настоящей работе представлен методический подход определения ключевых параметров страхования экологических рисков, обусловленных авариями на ЛЧМГ, в условиях ограниченности статистической информации, отличительной особенностью которого является применение комбинации асимптотической теории вероятности экстремальных величин, детерминированных и экспертных методов оценки экологического риска, актуарной математики и математической статистики. Использование предложенного подхода позволяет страхователю иметь обоснованную позицию при выходе на страховой рынок с целью заключения страхового договора на оптимальных для себя условиях.

Ключевые слова: аварийные экологические риски, магистральные газопроводы, страхование, асимптотическая теория вероятностей экстремальных величин.

Содержание

Введение

1. Оценка экологического риска, возникающего при авариях на линейной части магистральных газопроводов

2. Определение параметров страхования экологических рисков

Заключение

Литература

Введение

Газовая промышленность является одной из системообразующих отраслей экономики Российской Федерации, определяющей развитие не только всего промышленного производства страны, в первую очередь как потребителя энергоресурсов, но и общества в целом — преимущественно за счет поступлений в федеральный бюджет при реализации газа и газового конденсата за рубежом. Проблема обеспечения устойчивого развития газотранспортной системы ПАО «Газпром» [1] с каждым днем становится все актуальнее, что обусловлено реализацией в последние годы новых мегапроектов (в частности, строительство газопровода «Сила Сибири»), возрастанием пропускной способности и протяженности строящихся и реконструируемых магистральных газопроводов, ростом единичных мощностей газоперекачивающего оборудования, увеличением совокупных объемов транспортируемого углеводородного сырья [2]. Магистральные газопроводы относятся к опасным производственным объектам (далее — ОПО), аварии на которых могут приводить к чрезвычайным ситуациям экологического характера с причинением значительного ущерба окружающей среде, что обуславливает необходимость применения их владельцами различных механизмов управления риском, в том числе экологического страхования. При этом экспертами отмечается [3, 4], что для газовой промышленности возможно внедрение как комплексного страхования всех мощностей, так и отдельных элементов, например, страхование аварийных экологических рисков для линейной части магистральных газопроводов (далее — ЛЧМГ). Особо хотелось бы подчеркнуть то, что в настоящий момент в РФ экологическое страхование осуществляется на добровольной основе, это подразумевает соблюдение интересов страховщиков, страхователей и третьих лиц. У страховщика и страхователя эти интересы сходятся в необходимости предупреждения развития аварийной экологической ситуации. Для первого — это залог извлечения прибыли, для второго — сохранение финансовой стабильности [5, 6].

Таким образом, для достижения цели заключения страхового договора на оптимальных для себя условиях страхователю важно иметь обоснованную позицию при выходе на страховой рынок, что возможно только при адекватной оценке размера та-

ких ключевых страховых параметров, как страховая премия, лимиты ответственности, страховая сумма и франшиза. Такая позиция при выходе на страховой рынок может быть закреплена, например, в программах страхования, разрабатываемых страхователем. Для решения этой задачи необходимо применение (насколько это возможно) наиболее точных и достоверных методов анализа и оценки экологических рисков, позволяющих надежно прогнозировать вероятность возникновения, вид и размер ущерба окружающей среде, особенно в условиях ограниченности соответствующей статистической информации.

Проведенный анализ методического обеспечения страхования экологических рисков в газовой отрасли показал наличие противоречия, связанного с тем, что аварии на ЛЧМГ с причинением ущербов окружающей среде характеризуются малой статистикой и ограниченностью данных, особенно что касается величин ущербов окружающей среде, тем самым ограничено использование классических статистических методов оценки рисков для расчета страхового тарифа применительно к конкретным объектам страхования. Это обуславливает преимущественное использование детерминированного подхода для оценки экологического риска при авариях на ЛЧМГ [7, 8]. Однако при этом получаемые с его помощью результаты крайне ограничены в использовании при расчете размера страховой премии (страхового тарифа), так как при проведении актуарных расчетов необходимо знать математическое ожидание и дисперсию возможного ущерба.

Выявленное противоречие свидетельствует о том, что в настоящее время необходимый методический аппарат для страхования экологических рисков в условиях ограниченности статистической информации развит недостаточно. Разрешение этого противоречия предлагается авторами на основе методического подхода, в основу которого положена комбинация вероятностно-статистических, детерминированных и экспертных методов оценки риска, актуарной математики и методов асимптотической теории вероятности экстремальных величин (EVT — Extreme Value Theory).

На рис. 1 представлена структура методического аппарата определения ключевых параметров страхования экологических рисков, обусловленных авариями на ЛЧМГ.

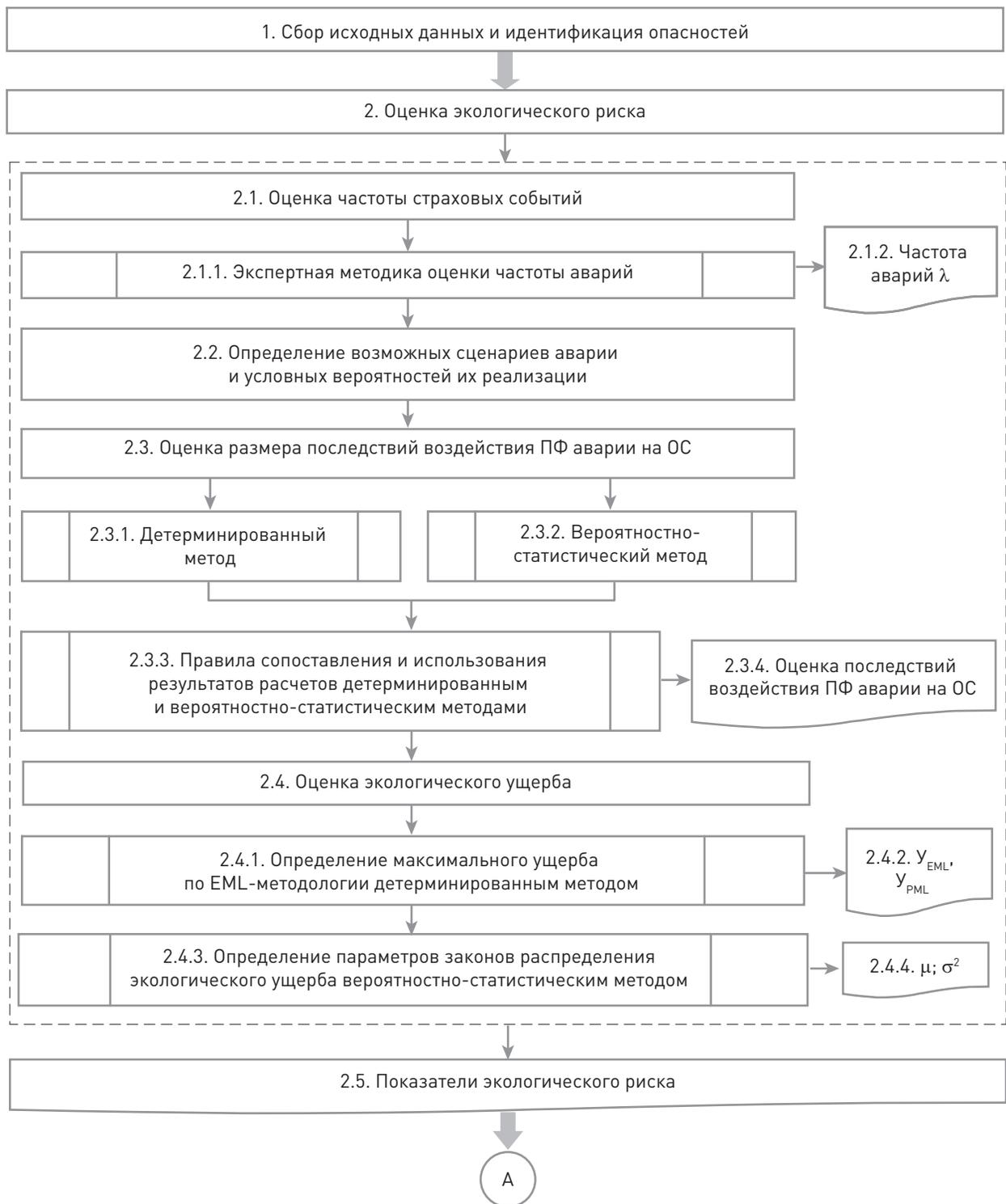
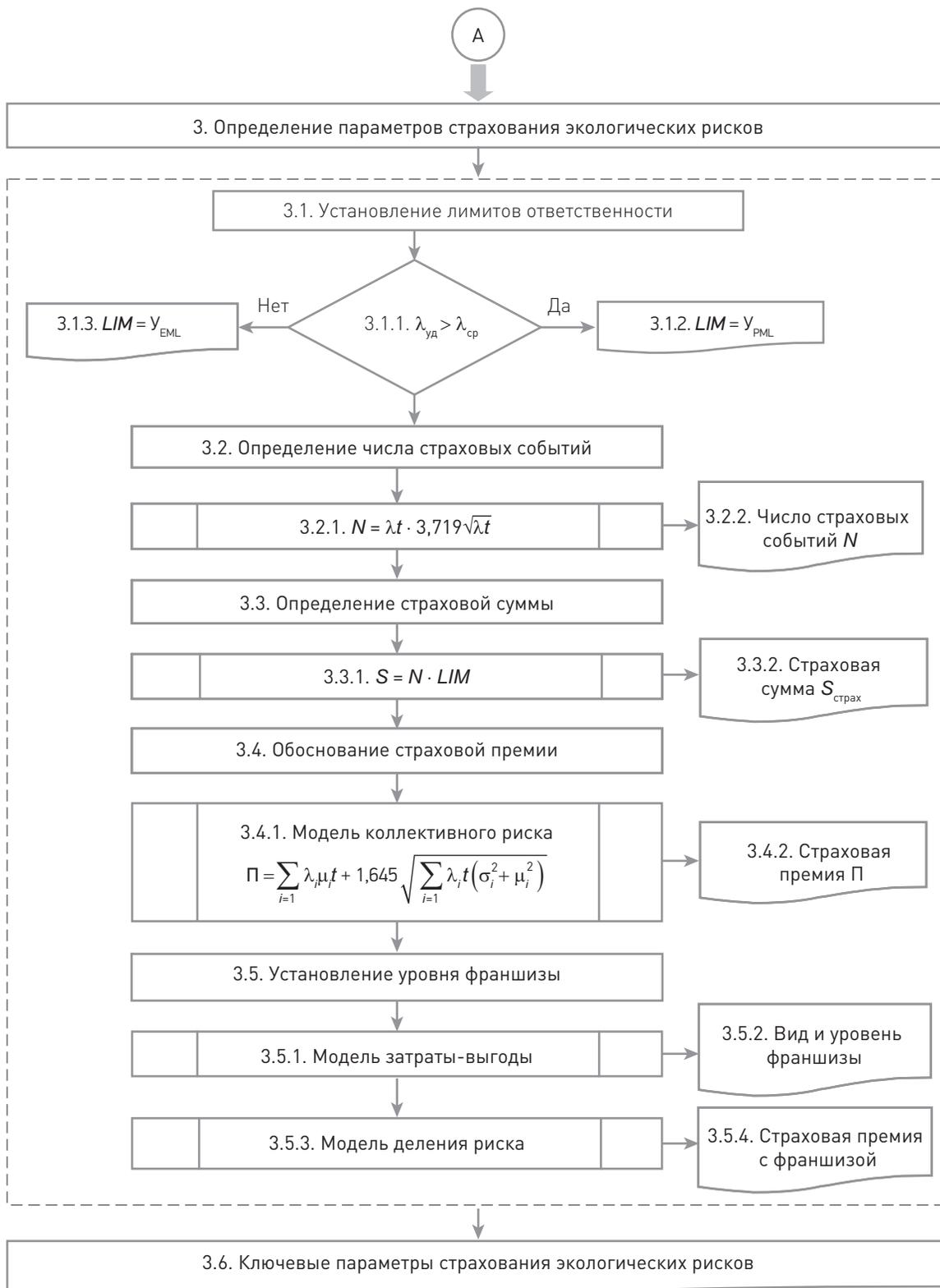


Рис. 1. Структура методического аппарата определения ключевых параметров страхования экологических рисков, обусловленных авариями на ЛЧМГ

Окончание рис. 1



Назначением представленного методического аппарата является установление оптимальных (с точки зрения страхователя) требований по параметрам страхового покрытия и ограничений по тарифам при выходе страхователя на страховой рынок посредством организации конкурсных процедур.

Определение ключевых параметров страхования экологических рисков включает три этапа:

- предварительный этап, связанный со сбором исходной информации и проведением идентификации опасностей (фигура 1);
- первый этап, на котором в условиях ограниченности статистической информации производится обоснование показателей для актуарных расчетов (фигура 2);
- второй этап, собственно расчет ключевых параметров страхования экологических рисков (фигура 3).

1. Оценка экологического риска, возникающего при авариях на линейной части магистральных газопроводов

1.1. Оценка частоты страховых событий (фигура 2.1)

Определение частоты аварий основывается на экспертной методике МЭОЧАГаз [9], предназначенной для прогнозирования аварийности (определения ожидаемой частоты аварий) на произвольном участке газопровода конечной длины, характеризующемся конкретным набором факторов и условий эксплуатации (природно-климатических, антропогенных, технико-технологических), с учетом влияния этих факторов на вероятность нарушения целостности газопровода (фигура 2.1.1).

Центральный постулат методики МЭОЧАГаз заключается в том, что для рассматриваемого n -го участка трассы газопровода определяется значение общего коэффициента влияния ($k_{вл}$), показывающего, во сколько раз ожидаемая частота аварий на этом участке отличается от среднестатистической частоты аварий на участках МГ ПАО «Газпром».

Ожидаемая частота аварий (фигура 2.1.2) на n -м участке трассы определяется как

$$\lambda = \lambda_{ср} \cdot k_{вл} \cdot L = \lambda_{ср} \cdot k_{рег} \cdot k_{возр} \cdot k_{кат} \cdot \frac{B_n}{B_{ср}} \cdot L, \quad (1)$$

где $\lambda_{ср}$ — среднестатистическая частота аварий на МГ ПАО «Газпром»;

$k_{вл}$ — общий коэффициент влияния;

$k_{рег}$ — региональный коэффициент влияния;

$k_{возр}$ — «возрастной» коэффициент влияния;

$k_{кат}$ — «категорийный» коэффициент влияния;

B_n — итоговая балльная оценка рассматриваемого участка МГ;

$B_{ср}$ — балльная оценка гипотетического среднестатистического участка газопровода ПАО «Газпром»;

L — длина n -го участка газопровода.

1.2. Определение возможных сценариев развития аварии и условных вероятностей их реализации (фигура 2.2)

С точки зрения причинения вреда окружающей среде для целей страхования можно ограничиться рассмотрением двух вариантов развития аварии в качестве основных:

- аварии с возгоранием природного газа — «пожар в котловане». Основными поражающими факторами являются тепловое излучение и токсичные продукты сгорания, а вред окружающей среде ущербом определяется платами за выбросы в атмосферный воздух продуктов сгорания газа, повреждение лесных насаждений, деградацию почвы;
- аварии без возгорания природного газа. Поражающий фактор — попадание природного газа в атмосферу. Соответственно, наибольший размер вреда определяется платой за выброс метана как парникового газа [7, 8].

Выбор сценария аварии во многом определяется компонентами природного ландшафта по трассе МГ. Например, для лесных ландшафтов наибольший ущерб будет наблюдаться в случае сценария с возгоранием природного газа, а для степного со скудной растительностью — сценария аварии без возгорания природного газа. Определение условных вероятностей реализации сценариев

аварии сводится к определению вероятности загорания/незагорания газа в зависимости от диаметра трубы, типа грунта и количества каменных включений в нем, способных при соударении в потоке газа воспламенить газ [7].

1.3. Оценка размера последствий воздействия поражающих факторов аварии на окружающую среду (фигура 2.3)

Для оценки размеров негативных последствий от поражающих факторов (далее — ПФ) аварии необходимо определить объемы газа, выброшенного в атмосферу, — для аварии без возгорания газа или количество продуктов его горения и размеры зон тепловой радиации, приводящей к повреждению лесного фонда и почвы, — для аварии с возгоранием газа.

Для повышения обоснованности прогноза размеров последствий от аварии в условиях ограниченности статистических данных авторами предложено применение комбинации детерминированного и вероятностного подходов следующим образом:

1) произвести расчет размеров последствий от аварии детерминированным методом, задавая значения из массива фиксированных исходных данных, описывающих рассматриваемый МГ (фигура 2.3.1);

2) на основе имеющихся статистических данных об авариях на МГ описать случайные величины «площадь поражения леса», «площадь деградации почвы» и «масса выброшенного газа» соответствующими законами (функциями) распределения (фигура 2.3.2);

3) сопоставить полученные результаты по определенным правилам (фигура 2.3.3).

В основу математического аппарата прогнозирования объемов выбросов загрязняющих веществ и определения зон тепловой радиации детерминированным методом для целей экологического страхования положены документы [7, 8], в связи с чем

останавливаться в настоящей статье на этом подробно не будем.

Что касается применения вероятностного подхода, то ввиду малого количества фиксированных случаев аварий на ЛЧМГ с причинением экологического ущерба применение классических методов статистического анализа ограничено. Это обстоятельство свидетельствует в пользу применения теории построения функций распределения редких событий — асимптотической теории вероятности экстремальных величин. В ряде работ обосновано применение комбинации техники графического статистического анализа — квантиль-квантиль диаграмм и методов, базирующихся на теории вероятности экстремальных величин для прогнозирования рисков различной природы. Ее несомненное преимущество — возможность получения достоверных статистических оценок на малых выборках данных, порядка 10—20 значений [10—12].

Исходными данными для статистического анализа могут служить значения распространения тепловой радиации при авариях на МГ с возгоранием газа, а также данные о количестве газа, выброшенного в атмосферу при любом сценарии аварии. В качестве тестовых законов распределения выступают нормальный и логнормальный законы распределения (предсказываемые центральной предельной теоремой), а также законы распределения экстремального типа — Вейбулла, Гумбеля, Парето и экспоненциальное распределение — в соответствии с результатами классической асимптотической теории экстремальных значений случайных величин. График квантилей строится по алгоритму, описанному в работах [10—12].

В качестве распределения, описывающего случайную величину, выбирается то, у которого коэффициент детерминации уравнения регрессии наибольший. С использованием шкалы Чеддока (табл. 1) устанавливается характеристика силы корреляционной связи.

Шкала Чеддока

Таблица 1

Показатели тесноты связи	0,1–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	0,7–0,9	0,9–0,99
Характеристика силы связи	Слабая	Умеренная	Заметная	Сильная	Очень сильная

При значениях коэффициента корреляции (тесноты связи), превышающих 0,7, зависимость результативного признака y от факторного x является высокой, а при значении более 0,9 — весьма высокой. Это в соответствии со значениями коэффициента детерминации означает, что более половины общей вариации результативного признака y объясняется влиянием изучаемого фактора x . Последнее позволяет считать оправданным применение метода функционального анализа для получения корреляционной связи, а синтезированные при этом математические модели признаются пригодными для их практического использования. Далее производится расчет параметров выбранной функции распределения.

Таким образом, используя метод построения квантиль-квантиль графиков, можно с задаваемой степенью достоверности определять функции распределения случайных величин: «площадь поражения леса», «площадь деградации почвы» и «масса выброшенного газа» в условиях ограниченности статистических данных. Зная параметры функций распределения случайных величин, можно рассчитывать математические ожидания $E(X)$ размеров воздействия ПФ аварии и значения квантилей случайных величин (табл. 2).

Рекомендуемые значения вероятности для определения квантилей в целях страхования составляют:

0,999 — рекомендовано Базельским комитетом по банковскому надзору;

0,9973 — соответствует правилу «трех сигм» для нормального закона распределения;

0,95 — применяется в большинстве статистических исследований и рекомендуется нами для использования при экологическом страховании.

Таким образом, в результате применения вероятностно-статистического метода мы получаем диапазон значений размеров последствий влияния ПФ аварии на реципиенты.

1.4. Правила сопоставления и использования результатов расчетов детерминированным и вероятностно-статистическим методами (фигура 2.3.3)

Для дальнейшей оценки экологического риска, возникающего при авариях на ЛЧМГ, необходимо сопоставить результаты расчетов, полученных детерминированным и вероятностно-статистическим методом, и выбрать варианты последующих расчетов с использованием нижеуказанных правил.

В том случае, если значение выбранного квантиля отличается не более чем на 15% (установлено экспертно исходя из точности применяемых методик расчета ПФ) от результата детерминированного расчета, то можно считать, что расчеты достаточно обоснованы, а их точность находится в пределах

Формулы для нахождения математического ожидания и квантили порядка p

Таблица 2

№	Функция распределения	$E(X)$	Квантиль X_p
1	Вейбулла	$\beta \cdot \Gamma(1 + 1/\delta)$	$\beta [-\ln(1-p)]^{1/\delta}$
2	Гумбеля	$\beta + \frac{0,57722}{\delta}$	$\beta - \delta \ln(-\ln p)$
3	Парето	$\frac{\delta\beta}{\delta-1}$	$\frac{\beta}{(1-p)^{1/\delta}}$
4	Логарифмически-нормальная	$\beta \exp\left(\frac{\delta^2}{2}\right)$	$\beta \exp(\delta u_p)$
5	Экспоненциальная	$\frac{1}{\beta}$	$-\frac{1}{\beta} \ln(1-p)$

Примечание: u_p — квантиль порядка p стандартного нормального распределения.

точности исходных данных. Полученные функции распределения могут использоваться в дальнейших расчетах экологического ущерба: значение выбранного квантиля — при оценке максимально возможного ущерба от аварии (*EML*), а математическое ожидание $E(X)$ — при оценке вероятного максимального ущерба от аварии (*PML*).

Если результат детерминированного расчета превышает значение выбранного квантиля более чем на 15%, то это означает, что используемая для статистического анализа выборка данных из-за своей ограниченности не учитывает возможные катастрофические последствия аварии на ЛЧМГ. В этом случае предлагается в дальнейших расчетах использовать результат детерминированного расчета при оценке *EML*, а при оценке *PML* — скорректированное с учетом предложенного авторами поправочного коэффициента K_i значение математического ожидания случайной величины. Коэффициент K_i определяется функцией отношения результата детерминированного расчета к максимальному значению в исходной выборке данных X_{\max} . Тогда линейное уравнение регрессии, полученное для функции распределения случайной величины, корректируется с учетом поправочного коэффициента и приобретает вид $y = K_i \cdot a + K_i \cdot bx$. Далее рассчитываются значения параметров функции распределения и затем уже по табл. 2 — откорректированное значение математического ожидания.

Если значение выбранного квантиля больше, чем результат детерминированного расчета, на 15%, то в дальнейших расчетах применяются полученные функции распределения, откорректированные с учетом результатов детерминированного расчета — используя поправочный коэффициент K_i . Откорректированное значение выбранного квантиля используется при оценке *EML*, а откорректированное математическое ожидание — при оценке *PML*.

Если результат детерминированного расчета стремится к значению математического ожидания случайной величины, то в дальнейших расчетах используются полученные функции распределения — значение выбранного квантиля применяется при оценке *EML*, а математическое ожидание — при оценке *PML*.

1.5. Оценка экологического ущерба от аварии на линейной части магистрального газопровода (фигура 2.4)

Под ущербом от аварии на МГ в настоящей работе понимается вред, нанесенный компонентам природной среды в результате аварии, который исчисляется в денежном эквиваленте в форме компенсационных выплат эксплуатирующей организацией за причинение указанного вреда (т.е. за нарушение ею законодательства в сфере природопользования, обусловленное причинением вреда компонентам природной среды — лесному фонду, почве, воздуху). Размер экологического ущерба зависит напрямую от ряда факторов, в первую очередь от размера распространения ПФ аварии, а также от характера повреждения лесного фонда, территориального расположения места аварии (регион, лесотаксовый район) и др., т.е. размеры экологического ущерба (в целом и по компонентам окружающей среды) являются случайными величинами. Таким образом, для повышения точности прогнозирования экологического ущерба необходимо также использовать комбинацию детерминированного метода расчета ущерба и вероятностно-статистических методов, для определения законов (функций) распределения случайных величин «ущерб лесному фонду», «ущерб почве», «ущерб атмосферному воздуху» и их параметров.

Оценка вероятного максимального и максимального возможного ущерба определяется детерминированным методом как плата за вред компонентам природной среды. Исчисление размера вреда от уничтожения компонентов природной среды производится согласно соответствующим таксам, утвержденным постановлениями Правительства Российской Федерации. Использование при расчетах ущерба определенных ранее значений размеров последствий воздействия ПФ аварии позволяет получить значения вероятного максимального (*PML*) и максимального возможного ущерба (*EML*).

Нахождение законов распределения случайных величин «ущерб лесному фонду», «ущерб почве», «ущерб атмосферному воздуху» проводится аналогично описанному в п. 1.3, с использованием техники графического статистического анализа.

Формулы для нахождения моментов k -го порядка

Таблица 3

№	Функция распределения	Формула моментов k -го порядка
1	Вейбулла	$\beta^k \cdot \Gamma(1 + k/\delta)$
2	Гумбеля	$\beta^k + \frac{0,57722}{\delta^k}$
3	Парето	$\frac{\delta \beta^k}{\delta - k}$
4	Логарифмически-нормальная	$\beta^k \cdot \exp(k^2 \delta^2 / 2)$
5	Экспоненциальная	$\frac{k!}{\beta}$

При наличии сгруппированных массивов данных ущербов по реципиентам воздействия получаем соответственно их функции распределения и по формулам, приведенным в табл. 3, определяем математические ожидания и дисперсии (моменты k -го порядка) ущерба реципиентам воздействия.

Для решения задачи нахождения параметров функции распределения ущерба в привязке к конкретному газопроводу/участкам газопровода (при отсутствии соответствующей статистики) с учетом его технологических особенностей, а также особенностей окружающей его среды, авторами предложено ввести поправочный коэффициент K_{y_i} , определяемый функцией отношения возможного максимального ущерба (Y_{PML}) или его компонентов по реципиентам воздействия, полученных с использованием детерминированного метода для конкретного газопровода/участков газопровода, к максимальному значению ущерба в использованных статистических данных X_{max} . Тогда линейное уравнение регрессии, полученное для функции распределения случайной величины, корректируется с учетом поправочного коэффициента и приобретает вид $y = K_{y_i} \cdot a + K_{y_i} \cdot bx$. Далее рассчитываются значения параметров функций распределения и затем уже по табл. 3 — откорректированные значения математических ожиданий и дисперсий экологического ущерба при аварии на ЛЧМГ.

С учетом того, что авария может происходить только по одному из сценариев ее развития, пред-

ставим функцию распределения ущерба в виде композиции распределений и выразим математическое ожидание μ и дисперсию σ^2 экологического ущерба через сумму независимых случайных величин следующим образом:

$$\mu = P_1 \cdot (\mu_{y_{AB}} + \mu_{y_L} + \mu_{y_{II}}) + P_2 \cdot \bar{\mu}_{y_{AB}}, \quad (2)$$

$$\sigma^2 = P_1 \cdot (\sigma_{y_{AB}}^2 + \sigma_{y_L}^2 + \sigma_{y_{II}}^2) + P_2 \cdot \bar{\sigma}_{y_{AB}}^2 - 2 \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot (\mu_{y_{AB}} + \mu_{y_L} + \mu_{y_{II}}) \cdot \bar{\mu}_{y_{AB}}, \quad (3)$$

где P_1 — вероятность аварии с возгоранием газа;

P_2 — вероятность аварии без возгорания газа.

При этом $P_1 + P_2 = 1$;

$\mu_{y_{AB}}$; $\sigma_{y_{AB}}^2$ — математическое ожидание и дисперсия ущерба атмосферному воздуху при аварии с возгоранием газа;

$\bar{\mu}_{y_{AB}}$; $\bar{\sigma}_{y_{AB}}^2$ — математическое ожидание и дисперсия ущерба атмосферному воздуху при аварии без возгорания газа;

μ_{y_L} ; $\sigma_{y_L}^2$ — математическое ожидание и дисперсия ущерба лесному фонду;

$\mu_{y_{II}}$; $\sigma_{y_{II}}^2$ — математическое ожидание и дисперсия ущерба почве.

Таким образом, результатами первого этапа будут являться следующие показатели экологического риска:

- значения частоты аварии, полученные с помощью методики МЭОЧАГаз, рекомендованной для использования в ПАО «Газпром»;
- значения математического ожидания (μ), дисперсии (σ^2), вероятного максимального (Y_{PML}) и максимального возможного (Y_{EML}) экологического ущерба, полученные при использовании предложенной авторами комбинации вероятностно-статистического и детерминированного методов, необходимые для дальнейших актуарных расчетов.

2. Определение параметров страхования экологических рисков

2.1. Определение страховой суммы (фигура 3.3)

Для определения страховой суммы сначала необходимо установить лимиты ответственности (фигура 3.1) и определить число страховых событий (фигура 3.2).

Для установления лимитов ответственности LIM по одному страховому случаю (фигура 3.1) необходимо воспользоваться следующим правилом (фигура 3.1.1):

- если удельная частота аварий на газопроводе $\lambda_{уд}$ больше среднестатистической частоты аварий на МГ ПАО «Газпром» $\lambda_{ср}$, то лимит ответственности устанавливается исходя из значения возможного максимального ущерба Y_{PML} (фигура 3.1.2);

- соответственно, в том случае если удельная частота аварий на газопроводе $\lambda_{уд}$ меньше среднестатистической частоты аварий на МГ ПАО «Газпром» $\lambda_{ср}$, то лимит ответственности устанавливается исходя из значения максимального возможного ущерба Y_{EML} (фигура 3.1.3).

Определение числа страховых случаев N (фигура 3.2) осуществляется с использованием выражения (фигура 3.2.1) [10]:

$$N = \lceil \lambda t + 3,719 \sqrt{\lambda t} \rceil, \quad (4)$$

где λ — ожидаемая частота аварий на газопроводе (п. 1.1), 1/год;

3,719 — значение 99,9% квантиля стандартного нормального распределения;

t — срок действия договора страхования, год;

$\lceil \rceil$ — оператор округления к большему целому.

Страховая сумма (фигура 3.3.2) определяется исходя из значений лимита ответственности и возможного количества страховых случаев (фигура 3.3.1):

$$S_{\text{страх}} = N \cdot LIM, \quad (5)$$

где $S_{\text{страх}}$ — страховая сумма;

N — количество страховых случаев, ед.;

LIM — лимит ответственности по одному страховому случаю.

2.2. Обоснование страховой премии (фигура 3.4)

Экологическое страхование относится к «рисковым» видам страхования. В рамках модели коллективного риска [10, 13, 14] формула для расчета нетто-премии (Π) может иметь вид (фигура 3.4.1):

$$\Pi = \lambda \mu t + 1,645 \sqrt{\lambda t (\sigma^2 + \mu^2)}, \quad (6)$$

где λ_i — частота страховых событий, 1/год;

t — время действия договора страхования, год;

μ — математическое ожидание экологического ущерба (п. 1.5), руб.;

σ^2 — дисперсия экологического ущерба (п. 1.5), руб.

2.3. Установление оптимального уровня франшизы (фигура 3.5)

Когда организация решает осуществить страхование с франшизой, это означает, что она готова взять на себя определенный уровень риска ради экономии на страховой премии. Таким образом, конкретный размер франшизы должен быть выбран исходя из принципа минимизации совокупных затрат на страхование и сохранение риска. При этом должны приниматься в расчет также финансовые возможности организации выдержать ожидаемые убытки от сохраненного риска, то есть размер франшизы должен быть установлен исходя из уровня риск-аппетита (толерантности к риску), установленного в компании исходя из ее финансового состояния. В случае если риск-аппетит в организации не установлен, возможно определение франшизы исходя из результатов проведения анализа затраты-выгоды.

Снижение премии как экономия средств будет характеризовать положительную составляющую экономического эффекта. В то же время часть убытков, в пределах уровня условной франшизы, будет покрываться из собственных средств, в том числе за счет экономии на премии. Оптимальным будет такой уровень франшизы, при котором достигается максимум «выгоды минус затраты», где под функцией «выгоды» выступает экономия на премии, а функцией «затрат» служит сокращение заявленных убытков (фигура 3.5.1).

Формулы для расчета нетто-премий при условной (${}^{усл}\Pi_{\Phi}$) и безусловной (${}^{без}\Pi_{\Phi}$) франшизе при использовании модели деления риска (фигура 3.5.2) выведены в работе [10]:

$${}^{усл}\Pi_{\Phi} = \lambda t \mu [1 - F_1(f)] + x_{\alpha} \sqrt{\lambda t \mu' [1 - F_2(f)]}, \quad (7)$$

$${}^{без}\Pi_{\Phi} = \lambda t \{ \mu [1 - F_1(f)] - f [1 - F(f)] \} + x_{\alpha} \sqrt{\lambda t \{ \mu' [1 - F_2(f)] - 2f \mu [1 - F_1(f)] + f^2 [1 - F(f)] \}}, \quad (8)$$

где x_α — квантиль уровня α стандартного нормального распределения;

f — уровень франшизы;

$F_1(f), F_2(f)$ — неполные функции моментов (первого и второго) распределения экологического ущерба;

μ' — мат. ожидание квадрата значений экологического ущерба, руб.

Заключение

Таким образом, использование предложенного методического подхода позволяет в условиях ограниченности статистических данных, необходимых для проведения актуарных расчетов, определять оптимальные для страхователя значения ключевых страховых параметров экологического страхования при авариях на ЛЧМГ, используя комбинацию вероятностных, расчетных и экспертных методов оценки риска, актуарной математики и математической статистики. Данный методический подход был использован на практике при обосновании величин потенциального экологического ущерба при авариях на различных линейных частях газопроводов, входящих в состав Восточной газовой программы, и предложений по ключевым параметрам страхования [15].

Литература

1. Устойчивое развитие газовой промышленности / Под общей ред. В.А. Маркелова, О.П. Андреева, Д.Н. Кобылкина. М.: Издательский дом Недр, 2013. 244 с.
2. Садов В.А. Обеспечение экологической безопасности при строительстве и эксплуатации газопроводных систем / А.В. Садов, С.Г. Павлов, О.Б. Наполов, С.В. Овчаров, С.А. Ковалев. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. 279 с.
3. Моткин Г.А. Экологическое страхование: итоги и перспективы. М.: Изд-во МБА, 2010. 70 с.
4. Лесных В.В. Оценка экологического ущерба и экологическое страхование объектов нефтегазовой отрасли / В.Б. Житков, В.В. Лесных, Е.В. Зайцева, О.В. Меньшикова, В.А. Горин // Газовая промышленность. 2013. № 7. С. 79—83.
5. Меньшиков В.В., Меньшикова О.В. Экологическая ответственность и экологическое страхование в России // Вестник экологического образования в России. 2012. № 2. С. 36—41.
6. Тулупов А.С. Расчетно-методический инструментальный страхования риска загрязнения окружающей среды // Экономика и математические методы. 2014. Т. 50. № 1. С. 3—15.
7. СТО Газпром 2-2.3-351-2009 «Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром».
8. СТО Газпром 2-1.19-530-2011 «Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и определение размера вреда окружающей природной среде при авариях на магистральных газопроводах».
9. Рекомендации по учету влияния технико-технологических, природно-климатических и других факторов при прогнозировании аварийности на магистральных газопроводах ОАО «Газпром». ООО «Газпром ВНИИГАЗ». 2007.
10. Быков А.А. Статистический анализ урегулирования убытков по программам имущественного страхования: рекомендации для страхователей и риск-менеджеров крупных компаний. М.: Газпром ВНИИГАЗ. 2014. 242 с.
11. Быков А.А. Прогнозирование риска чрезвычайных ситуаций на основе классических результатов асимптотической теории вероятностей экстремальных событий / Безопасность критичных инфраструктур и территорий: Тезисы докладов II Всероссийской научно-технической конференции и XII Школы молодых ученых. Екатеринбург: УрО РАН. 2008. С. 10—11.
12. Акимов В.А., Быков А.А., Щетинин Е.Ю. Введение в статистику экстремальных значений и ее приложения. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. 524 с.
13. Мак Томас. Математика рискованного страхования / Пер. с нем. М.: Олимп-бизнес. 2005. 432 с.
14. Штрауб Э. Актуарная математика имущественного страхования. Пер. с нем. М: Крокус-Т. 1993. 328 с. с ил.
15. Программа природных и компенсационных природоохранных мероприятий для объектов ОАО «Газпром» при развитии газодобывающих, газотранспортных, газоперерабатывающих и газохимических мощностей в регионах Восточной Сибири и Дальнего Востока: утверждена членом Правления, начальником Департамента по транспортировке, подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром» О.Е. Аксютиним 9 сентября 2014 г.

Сведения об авторах

Ямников Станислав Андреевич: аспирант ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Количество публикаций: более 5

Область научных интересов: риск-менеджмент, страхование, промышленная безопасность

Контактная информация:

Адрес: 142717, Московская область, Ленинский район, с/п Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый проезд № 5537, владение 15, стр. 1

Тел.: +7 (985) 134-08-94

E-mail: S_Yamnikov@mail.ru

Шевченко Андрей Владимирович: доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий — Газпром ВНИИГАЗ» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Количество публикаций: более 100, в т.ч. монографий — 13, учебных изданий — 5

Область научных интересов: управление риском, теория безопасности человека и окружающей среды, теория гражданской обороны, химическая безопасность

Контактная информация:

Адрес: 142717, Московская область, Ленинский район, с/п Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый проезд № 5537, владение 15, стр. 1

Тел.: +7 (498) 657-43-02

E-mail: A_Shevchenko@vniigaz.gazprom.ru