

УДК 656.56: 519.876: 51-7

ДИНАМИКА АВАРИЙ ПО ПРИЧИНЕННОМУ УЩЕРБУ НА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ ОАО «АК «ТРАНСНЕФТЬ»

Булавинцева А.Д., Мазуркин П.М.

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, e-mail: nanabul@mail.ru

Показана методика обработки данных причиненного ущерба в результате аварий на линейной части магистральных нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть» за 10 лет с 2000 по 2009 год. Приведены закономерности изменения причиненного ущерба, выявленные в программной среде Curve Expert 1.38.

Ключевые слова: авария, нефтепровод, причиненный ущерб, метод анализа, результаты моделирования

DYNAMICS OF CAUSED DAMAGE EMERGENCIES AT THE LINEAR PART OF «TRANSNEFT» MAIN PIPELINES

Bulavintseva A.D., Mazurkin P.M.

Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, e-mail: nanabul@mail.ru

The technique to process data on damage caused as a result of emergencies at the linear part of «Transneft» main pipelines for the period of ten years from 2000 till 2009 is given. The pattern for damage caused change recognized with Curve Expert 1.38 software is presented.

Keywords: emergency, pipeline, caused damage, method of analysis, simulation results

ОАО «АК «Транснефть» – транспортная монополия, оператор магистральных нефтепроводов России, транспортирует 93% добываемой в России нефти [2], эксплуатирует 48708 километров магистральных нефтепроводов [4].

Причинами утечки нефти из трубопровода являются механические повреждения нефтепроводов – 33% всех аварий, коррозия (как внешняя, так и внутренняя) – 53% аварий; дефекты труб – 4%; дефекты сварки – 3%; эксплуатационные ошибки – 6%; прочие – 1% [7].

К 2010 году возраст более 50% нефтепроводов превысил амортизационный срок эксплуатации [3], что приводит к многочисленным разливам нефти.

Внимание общественности привлекают большие разливы нефти и, как правило, они требуют принятия срочных мер со стороны органов государственной власти.

Одной из превентивных мер борьбы с авариями на нефтепроводе является анализ уже произошедших. Оценку аварий необходимо проводить по следующим параметрам: хронологии событий, объемам утечки, площади разлива и размеру ущерба.

Для проведения анализа информация об авариях на магистральных нефтепроводах была взята из открытых источников СМИ, интернет сайтов.

На нефтепроводах ОАО «АК «Транснефть» на территории Российской Федерации за 10 лет в период с 2000 по 2009 год в открытых источниках были отмечены 178 аварий.

Цель статьи – показать методику моделирования и анализа динамики аварий по причиненному ущербу за 10 лет.

Для статистического моделирования дополнительно ввели параметр «времени от начала измерений», измеряемый в сутках. Этот параметр является главным фактором динамики. За начало отсчета $t = 0$ принимается дата первой аварии, произошедшей в период с 2000 по 2009 год. Таким образом, дату первой аварии принимаем за начало отсчета, время, прошедшее с этой даты представляем в сутках.

Данные аварий были сведены в таблицу. Каждое событие рассматривалось по количественным характеристикам: объему разлившейся нефти, площади разлива, времени ликвидации, числу погибших, числу пострадавших и причиненному ущербу. Так же рассматривается такой параметр, как интервал времени между авариями.

Из внесенных в таблицу сведений об авариях, только в 16 случаях указан размер ущерба.

Структура ущерба от аварий на опасных производственных объектах, как правило, включает полные финансовые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, на котором произошла авария; расходы на ликвидацию аварии; социально-экономические потери, связанные с травмированием и гибелью людей (как персонала организации, так и третьих лиц); вред, нанесенный окружающей природной среде; косвенный ущерб и потери государства от выбытия трудовых ресурсов [1].

Окончательно ущерб от аварии рассчитывается после окончания сроков расследования аварии и получения всех необходимых данных.

Для моделирования динамики ущерба из сводной таблицы выделена таблица с данными ущерба от произошедших аварий.

Динамика аварий на линейной части магистральных нефтепроводов
ОАО «АК «Транснефть» 2000-2009 гг.

№ п/п	Дата	Время от начала измерений t , сутки	Место аварии	Ущерб P_y млн руб.
6	09.05.2009	3366	ОАО «Приволжскнефтепровод», МН «Самара-Лисичанск»	3,50
10	03.03.2009	3299	ОАО «Приволжскнефтепровод», МН «Самара-Лисичанск», МН «Самара-Тихорецк»	34,80
11	17.02.2009	3285	ОАО «Северо-западные МН», МН «Пермь – Альметьевск»	0,04
12	26.12.2008	3232	ОАО «Транссибнефть», МН «Омск-Иркутск»	4,00
24	30.01.2008	2901	ОАО «Северо-западные МН», МН «Пермь-Альметьевск»	0,25
78	07.02.2006	2179	ОАО «Уралсибнефтепровод», МН «Нижевартовск – Курган – Куйбышев»	0,50
79	30.01.2006	2171	ОАО «Северо-Западные МН», МН «Холмогоры – Клин»	2,63
87	23.11.2005	2103	ОАО «Транссибнефть», МН «Анжеро-Судженск – Красноярск»	5,00
90	27.08.2005	2015	ОАО «Северо-Западные МН», МН «Холмогоры-Клин»	2,00
91	07.08.2005	1995	ОАО «Черномортранснефть», МН «Хадыженск-Краснодар»	3,73
94	18.07.2005	1975	ОАО «Северо-Западные МН», МН «Сургут-Полоцк»	30,00
101	16.06.2005	1943	ОАО «Черномортранснефть», МН «Малгобек – Тихорецк»	3,50
105	20.02.2005	1827	ОАО «Транссибнефть», МН «Омск-Иркутск»	0,30
129	30.01.2004	1440	ОАО «Северо-западные МН», МН «Пермь – Альметьевск»	0,25
151	29.01.2003	1074	ОАО «МН «Дружба», НПС «Кузнецк»	50,00
165	24.06.2001	489	ОАО «Северные МН», МН «Ухта-Ярославль»	10,50

Данные таблицы подвергали статистической обработке в программной среде Curve Expert 1.38 для получения устойчивых закономерностей.

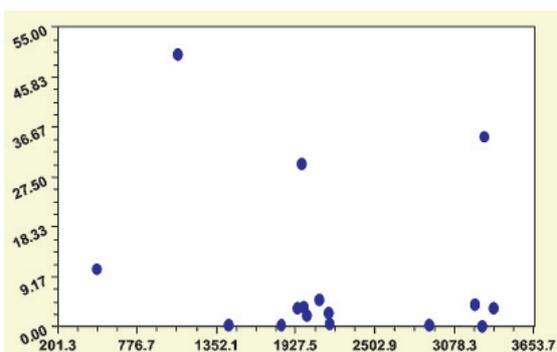


Рис. 1. Распределение значений ущерба относительно времени измерений

В выборке, представленной на рис. 1, явно выделяется группа с «высоким» ущербом. При обработке этих значений была установлена закономерность (1), представленная на рис. 2,

$$P_{y1} = 24,20067 + 0,0041686t - A_1 \cos(\pi t / p_1 - 0,99281); \quad (1)$$

$$A_1 = 55,00022 \exp(-0,00071814t);$$

$$p_1 = 716,22324,$$

где A_1 – амплитуда колебательного возмущения «высокого» ущерба; p_1 – половина периода колебания третьей составляющей.

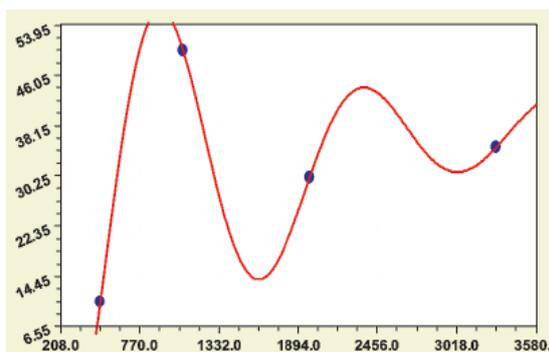


Рис. 2. Закономерность распределения значений «высокого» ущерба

Конструкция статистической закономерности (1) состоит из трех составляющих.

Первая составляющая – постоянная 24,20067, наиболее простой устойчивый закон. Вторая составляющая 0,0041686t – линейный закон роста. Смесь устойчивых законов, в виде 24,20067 + 0,0041686t описывает линейный рост значений «высокого» ущерба [5–7].

Третья составляющая

$$-A_1 \cos(\pi t/p_1 - 0,99281)$$

показывает кризис значений «высокого» ущерба, то есть эта составляющая уравнения показывает характеристику, зависящую от антропогенного воздействия на аварию (времени реагирования аварийных служб, удаленности от места аварии, квалификации работников, осуществляющих ликвидацию и т.п.).

Первая часть

$$A_1 = 55,00022 \exp(-0,00071814t)$$

третьей составляющей показывает амплитуду колебательного возмущения «высокого» ущерба, распределяемого по закону экспоненциальной гибели, в экономике – закон Парето. Эта составляющая показывает изменение значений «высокого» ущерба.

Вторая часть

$$\cos(\pi t/p_1 - 0,99281)$$

третьей составляющей общей закономерности (1) характеризует процесс волнового возмущения значений «высокого» ущерба, и половина периода этого циклического изменения зависит от антропогенного фактора (времени ликвидации аварии, времени

$$-P_{y2} = 4,34694 \cdot 10^{-8} t^{2,68567} \exp(-0,00125746t^{0,98551}) - A_2 \cos(\pi t/p_2 - 3,03839); \quad (2)$$

$$A_2 = 3,82290 \cdot 10^{-146} t^{49,32701} \exp(-0,021225t^{0,99094});$$

$$p_2 = 46,47414 + 0,0017350t^{1,06024},$$

где A_2 – амплитуда колебательного возмущения значений «среднего» ущерба, p_2 – половина периода колебания второй составляющей.

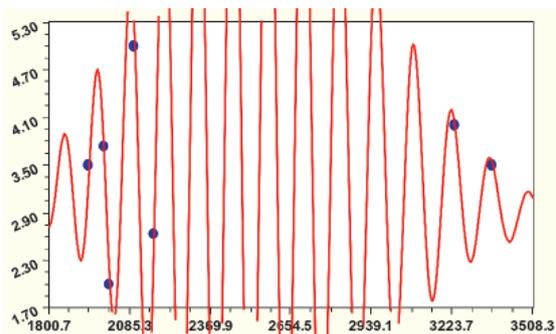


Рис. 4. Закономерность распределения значений «среднего» ущерба

Конструкция статистической закономерности «среднего» ущерба состоит из двух составляющих (рис. 4).

Первая составляющая

$$4,34694 \cdot 10^{-8} t^{2,68567} \exp(-0,00125746t^{0,98551})$$

реагирования, удаленности от места аварии, квалификации работников, осуществляющих ликвидацию и т.п.).

Коэффициент корреляции равен 1, что указывает на «однозначную» связь между переменными факторами [5].

В оставшемся количестве точек выделяем средний и малый ущерб (рис. 3).

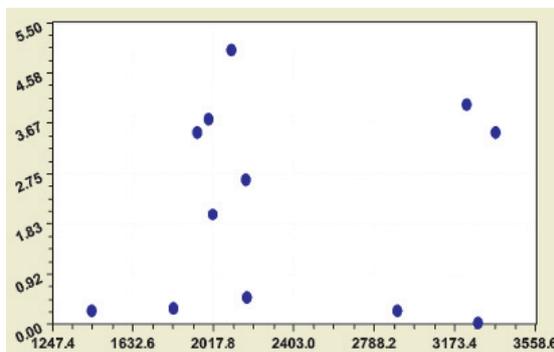


Рис. 3. Распределение значений «среднего» и «малого» ущерба

Данные, входящие в группу «среднего» ущерба, располагаются в соответствии с закономерностью

является биотехническим законом проф. П.М. Мазуркина (в полной форме, когда все четыре параметра модели имеют отличающиеся от нуля и единицы значения) [5–7].

Вторая составляющая

$$-A_2 \cos(\pi t/p_2 - 3,03839)$$

показывает кризис значений «среднего» ущерба, то есть эта составляющая уравнения показывает характеристику, зависящую от антропогенного воздействия.

Первая часть

$$A_2 = 3,82290 \cdot 10^{-146} t^{49,32701} \exp(-0,021225t^{0,99094})$$

второй составляющей показывает изменения значений «среднего» ущерба.

Вторая часть

$$\cos(\pi t/p_2 - 3,03839)$$

второй составляющей общей закономерности (2) характеризует процесс волнового возмущения значений «среднего» ущерба и половину периода этого циклического изменения.

Коэффициент корреляции равен 0,999, это говорит о том, что связь между переменными факторами «сильнейшая» [5].

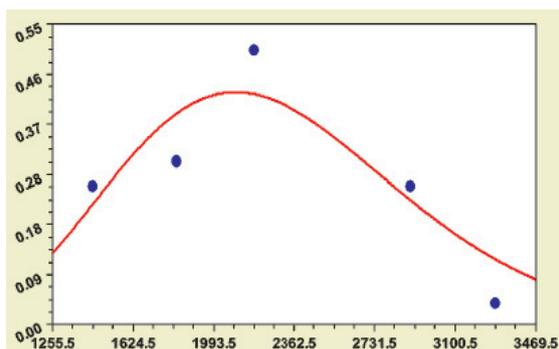


Рис. 5. Закономерность распределения значений «малого» ущерба

Значения «малого» ущерба распределяются по биотехническому закону проф. П.М. Мазуркина (рис. 5):

$$P_{y_3} = 2,37413 \cdot 10^{-30} t^{10,08467} \times \exp(-0,0036124 t^{1,03335}), \quad (3)$$

который представлен в полной форме, когда все четыре параметра модели имеют отличающиеся от нуля и единицы значения. При этом каждый параметр устойчивого закона имеет конкретный содержательный смысл. Первый параметр — активность роста показателя, второй — интенсивность роста значений показателя, третий — активность гибели (процесс спада) значений показателя, четвертый — интенсивность гибели значений показателя.

Коэффициент корреляции закономерности (3) равен 0,891 — связь между переменными факторами «сильная» [5].

Оценка ущерба является необходимым составляющим элементом регулирования

промышленной безопасности. Статистический подход по оценке ущерба необходимо производить отдельно по группам «высокого», «среднего», «малого» ущерба.

Необходимо фиксировать ущерб у всех аварий, причем даже совсем незначительный. Четко определить структуру ущерба. Математическое моделирование большого количества данных ущерба позволит составить прогноз на будущее.

Статья подготовлена и опубликована при поддержке гранта 3.2.3/4603 МОН РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 03-496-02. Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах (утв. пост. Госгортехнадзора России от 29.10.2002 №63).
2. О компании // Акционерная компания по транспорту нефти «Транснефть»: сайт. Транснефть, [2002–2010]. — URL: <http://www.transneft.ru/company/> (дата обращения: 20.02.2010).
3. Росприроднадзор обеспокоен проблемой аварийных разливов на магистральных нефтепроводах // Федеральное агентство водных ресурсов: сайт. — М., 29.06.2009. — URL: <http://voda.mnr.gov.ru/part/?act=more&id=5933&pid=508> (дата обращения: 20.02.2010).
4. «Транснефть» возобновила остановленную из-за аварии прокачку нефти на юг // GZT.RU: сайт. — М., [2001–2010]. Дата обновления 26.09.2009. — URL: <http://www.gzt.ru/topnews/business/225258.html> (дата обращения : 20.02.2010).
5. Мазуркин П.М. Математическое моделирование. Идентификация однофакторных статистических закономерностей: учебное пособие / П.М. Мазуркин, А.С. Филонов. — Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. — 292 с.
6. Мазуркин П.М. Основы научных исследований: учебное пособие. — Йошкар-Ола, 2006. — 412 с.
7. Мазуркин П.М. Статистическая экология: учебное пособие. — Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. — 308 с.
8. Трубопроводный транспорт нефти: учебник для вузов: / Г.Г. Васильев, Г.Е. Коробков, А.А. Коршак и др.; под ред. С.М. Вайнштока. В 2 т. — 2-е стер. изд. — М.: ООО «Недра — Бизнесцентр», 2006. — Т.2. — 621 с.