

А.И. Фомин, А.Н. Поздняков, С.А. Лежава, И.С. Семина

Сибирский государственный индустриальный университет

ОЦЕНКА ТЕМПА ИЗМЕНЕНИЯ РИСКА И ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА В РЕЗУЛЬТАТЕ ТРАВМАТИЗМА, АВАРИЙНОСТИ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Определение направлений повышения эффективности финансовых затрат на мероприятия в области охраны труда для конкретных электроэнергетических предприятий (ЭЭП) сдерживается отсутствием методик анализа влияния инвестиций в обеспечение безопасности и надежности на характеризующие их основные показатели: травматизм и аварийность. Для разработки указанной методики предлагается рассматривать ЭЭП как закрытую систему «черный ящик», внешним воздействием на которую являются финансовые затраты на мероприятия по охране труда и промышленной безопасности, а выходным сигналом – текущая информация о состоянии системы управления охраной труда (СУОТ), устанавливаемая по величинам экономических ущербов и рисков от травматизма и аварийности (рис. 1).

Не вдаваясь в исследование сложных организационных и технических вопросов, происходящих внутри данной системы, проведем анализ ответной реакции СУОТ на ЭЭП по уровню фактического экономического ущерба и риска в результате травматизма и аварийности. По величине указанной реакции предлагается дать оценку эффективности предотвращения травматизма и аварийности на ЭЭП. Анализ величины экономического ущерба и риска в результате травматизма и аварийности на ЭЭП в зависимости от понесенных затрат на их предотвращение позволяет принимать аргументированные решения по перераспреде-

нию последних для управляемого снижения уровня риска.

По данным работы [1] и годовых отчетов в табл. 1 приведены результаты расчетов коэффициентов частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$), тяжести травматизма ($K_{\text{т}}$), общего травматизма ($K_{\text{общ}}$) в ОАО «ЮК ГРЭС» в 2000 – 2014 гг. В соответствии с методикой [2] проведена оценка фактического экономического ущерба $Y_{\text{нс.факт}}$ в результате травматизма в 2000 – 2014 гг. (в ценах 2014 г.). С целью приведения к единому масштабу цен годовые затраты ($Z_{\text{от}}$) на мероприятия по охране труда переведены в цены 2014 г. из расчета уровня инфляции (в среднем 6 % в год).

По данным работы [3] и годовых отчетов в табл. 2 приведены экономические показатели аварийности в ОАО «ЮК ГРЭС» в 2000 – 2014 гг. С целью приведения к единому масштабу цен фактический экономический ущерб за год от аварий и инцидентов ($Y_{\text{ав.факт}}$) и суммарные затраты за год на мероприятия по предотвращению аварий и инцидентов ($Z_{\text{ав}}$) переведены в цены 2014 г. из расчета уровня инфляции (в среднем 6 % в год).

По данным табл. 1 и 2 выполним линеаризующие преобразования и методом наименьших квадратов [4] получим эмпирические зависимости количества несчастных случаев ($N_{\text{нс}}$, чел.) от годовых затрат на мероприятия по охране труда ($Z_{\text{от}}$, млн. руб.) (1); фактического экономического ущерба в результате травматизма ($Y_{\text{нс.факт}}$, млн. руб.) от годовых



Рис. 1. Упрощенная система с обратной связью для оценки эффективности предотвращения травматизма и аварийности на ЭЭП

Т а б л и ц а 1

Показатели охраны труда в ОАО «ЮК ГРЭС» с 2000 по 2014 гг.

Год	Количество несчастных случаев за год	$K_{\text{ч}}$	$K_{\text{т}}$	$K_{\text{общ}}$	$Y_{\text{нс.факт}}$, млн. руб./год	$Z_{\text{от}}$, млн. руб./год	$Z_{\text{от}}$, млн. руб./год (с учетом уровня инфляции)
2000	4	3,922	28	109,80	0,2575	0,877	1,614
2001	4	3,972	26,5	105,30	0,2500	1,256	2,236
2002	2	2,250	36	80,10	0,1488	2,145	3,689
2003	1	1,295	30	38,90	0,0669	2,769	4,597
2004	2	3,759	32	120,40	0,1388	2,946	4,714
2005	0	0	0	0	0	7,280	11,211
2006	1	1,869	33	61,70	0,0706	10,959	16,219
2007	1	1,862	53	98,70	0,0956	9,281	13,179
2008	1	1,572	201	316,10	0,2806	9,262	12,596
2009	3	4,016	34	136,50	0,2156	9,837	12,788
2010	3	4,082	42	171,40	1,2981	12,984	16,100
2011	1	1,370	48	65,76	0,0894	13,943	16,453
2012	1	1,280	17	21,76	0,0506	12,938	14,491
2013	0	0	0	0	0	10,373	10,995
2014	1	1,290	44	56,76	0,0844	12,046	12,046

затрат на мероприятия по охране труда ($Z_{\text{от}}$, млн. руб.) (2); коэффициента частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$) от годовых затрат на мероприятия по охране труда ($Z_{\text{от}}$, млн. руб.) (3); коэффициента тяжести травматизма ($K_{\text{т}}$) от годовых затрат на мероприятия по охране труда ($Z_{\text{от}}$, млн. руб.) (4); количества инцидентов ($N_{\text{инц}}$, ед.) от годовых затрат на мероприятия по предотвращению аварий и инцидентов ($Z_{\text{ав}}$, млн. руб.) (5); фактического экономического ущерба от аварий и инцидентов ($Y_{\text{ав.факт}}$, млн. руб.) от годовых затрат на мероприятия по предотвращению аварий и инцидентов ($Z_{\text{ав}}$, млн. руб.) (6); количества несчастных случаев и инцидентов ($N_{\text{нс.инц}}$, ед.) от суммарных годовых за-

трат на мероприятия по охране труда и предотвращению аварий и инцидентов (Z_{Σ} , млн. руб.) (7); суммарного фактического экономического ущерба от несчастных случаев, аварий и инцидентов ($Y_{\Sigma\text{факт}}$, млн. руб.) от суммарных годовых затрат на мероприятия по охране труда и предотвращению аварий и инцидентов (Z_{Σ} , млн. руб.) (8). Указанные зависимости представлены в табл. 3.

Математические модели (1) – (3) показывают, что с ростом $Z_{\text{от}}$ происходит снижение показателей травматизма $N_{\text{нс}}$, $Y_{\text{нс.факт}}$ и $K_{\text{ч}}$. Математическая модель (4) отражает негативную тенденцию роста $K_{\text{т}}$, сложившуюся в настоящее время в ОАО «ЮК ГРЭС» (рис. 2).

Т а б л и ц а 2

Экономические показатели аварийности в ОАО «ЮК ГРЭС» с 2000 по 2014 гг.

Год	Количество инцидентов	$Y_{\text{ав.факт}}$, млн. руб./год (с учетом уровня инфляции)	$Z_{\text{ав}}$, млн. руб./год (с учетом уровня инфляции)
2000	17	3,936	240,5
2001	17	5,094	329,7
2002	13	2,399	481,4
2003	10	1,614	1166,5
2004	17	4,050	478,9
2005	14	0,926	393,8
2006	9	16,730	363,2
2007	14	8,117	408,8
2008	45	24,296	435,3
2009	40	35,846	442,4
2010	53	96,354	519,2
2011	29	53,402	694,1
2012	14	8,674	369,2
2013	26	32,688	520,7
2014	21	28,501	407,4

Математические модели

Номер	Математическая формула	r_{yx}	$d_{yx}, \%$	$r_{yx \text{ расч.}}$	$t_{\text{расч.}}^{**}$	Формула
1	$N_{\text{нс}} = 0,7475 + \frac{5,476}{Z_{\text{от}}}$	0,7030	49,4	2,63*	3,56*	(1)
2	$Y_{\text{нс факт.}} = \frac{Z_{\text{от}}}{(10,385 Z_{\text{от}} - 9,045)}$	0,6453	41,6	2,24**	2,80**	(2)
3	$K_{\text{ч}} = \frac{Z_{\text{от}}}{(0,583 Z_{\text{от}} - 0,402)}$	0,8090	65,4	2,80**	4,56**	(3)
4	$K_{\text{т}} = \frac{Z_{\text{от}}}{(0,02641 Z_{\text{от}} + 0,00953)}$	0,6785	46,0	2,35**	3,06**	(4)
5	$N_{\text{инц.}} = \frac{Z_{\text{ав.}}}{(0,09927 Z_{\text{ав.}} - 19,1)}$	0,8211	67,4	3,07*	5,19*	(5)
6	$Y_{\text{ав. факт.}} = \frac{Z_{\text{ав.}}}{(0,6485 Z_{\text{ав.}} - 194,41)}$	0,6980	48,7	2,61*	3,51*	(6)
7	$N_{\text{нс, инц.}} = \frac{Z_{\Sigma}}{(0,09052 Z_{\Sigma} - 17,66)}$	0,8224	67,6	3,08*	5,21*	(7)
8	$Y_{\Sigma \text{ факт.}} = \frac{Z_{\Sigma}}{(0,6139 Z_{\Sigma} - 185,9)}$	0,6759	45,7	2,53*	3,31*	(8)

П р и м е ч а н и е. * $r_{\text{табл. } 0,05:14} = 0,497$, $t_{\text{табл. } 0,05:13} = 2,16$ [4]; ** $r_{\text{табл. } 0,05:12} = 0,532$, $t_{\text{табл. } 0,05:11} = 2,20$ [4].

Таким образом, гипотезы о статистической значимости выборочных коэффициентов корреляции r_{yx} в табл. 3 подтверждаются.

Математические модели (5) – (8) показывают, что с ростом $Z_{\text{ав}}$ и Z_{Σ} происходит снижение показателей аварийности $N_{\text{инц.}}$, $Y_{\text{ав. факт.}}$, $N_{\text{нс, инц.}}$ и $Y_{\Sigma \text{ факт.}}$.

Расчет рисков возникновения несчастных случаев ($R_{\text{нс}}$), аварий и инцидентов ($R_{\text{ав}}$) и комплексного риска возникновения несчастных случаев, аварий и инцидентов (R_{Σ}) на ЭЭП предлагается выполнять по формулам [5]:

$$R_{\text{нс}} = \frac{Y_{\text{нс факт.}} K_{\text{т}} K_{\text{в}}}{(Y_{\text{нс пред}} + Y_{\text{нс факт.}} K_{\text{т}} K_{\text{в}})}; \quad (9)$$

$$R_{\text{ав.}} = \frac{Y_{\text{ав. факт.}} K_{\text{т}} K_{\text{в}}}{(Y_{\text{ав. пред}} + Y_{\text{ав. факт.}} K_{\text{т}} K_{\text{в}})}; \quad (10)$$

$$R_{\Sigma} = \frac{Y_{\Sigma \text{ факт.}} K_{\text{т}} K_{\text{в}}}{(Y_{\Sigma \text{ пред}} + Y_{\Sigma \text{ факт.}} K_{\text{т}} K_{\text{в}})}, \quad (11)$$

здесь $K_{\text{т}}$ – коэффициент, соответствующий категории тяжести последствий; $K_{\text{в}}$ – коэффициент, соответствующий классу вероятности возникновения опасной ситуации; $Y_{\text{нс.пред}}$ – предотвращенный экономический ущерб от несчастных случаев за год, млн. руб.; $Y_{\text{ав.пред}}$ – предотвращенный экономический ущерб от аварий и инцидентов за год, млн. руб.; $Y_{\Sigma \text{ пред}} = Y_{\text{нс.пред}} + Y_{\text{ав.пред}}$ – суммарный предотвращенный ущерб от несчастных случаев, аварий и инцидентов за год, млн. руб.; $Y_{\Sigma \text{ факт.}} = Y_{\text{нс.факт.}} + Y_{\text{ав. факт.}}$ – суммарный фактический ущерб от несчастных случаев, аварий и инцидентов за год, млн. руб. [5].

С целью оценки темпа изменения фактического экономического ущерба в результате травматизма и аварийности в ОАО «ЮК ГРЭС» на единицу затрат выполним диффе-

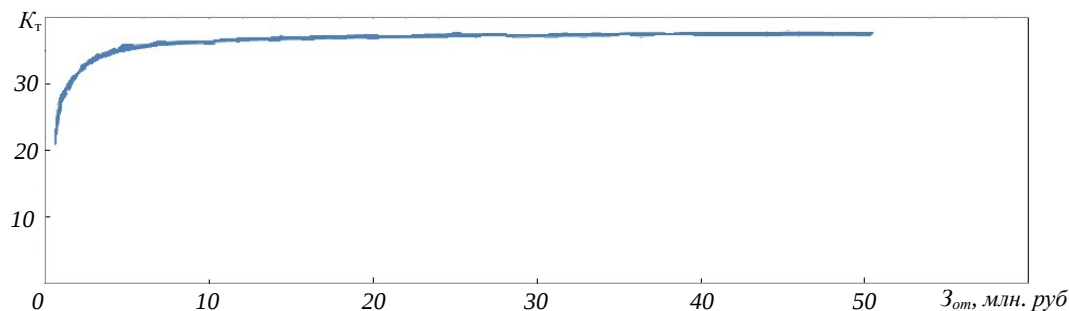


Рис. 2. Эмпирическая зависимость $K_{\text{т}}$ от $Z_{\text{от}}$ (млн. руб.) в ОАО «ЮК ГРЭС»

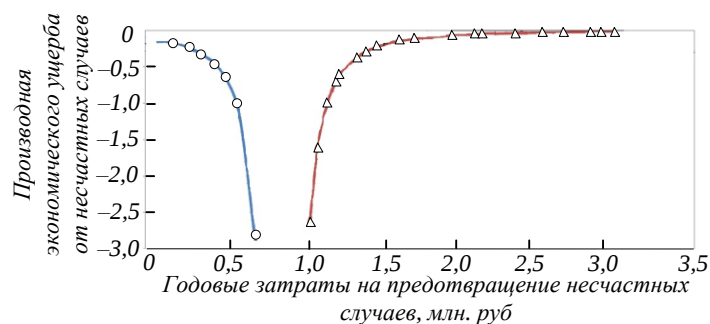


Рис. 3. Убывающая (○) и возрастающая (Δ) ветви производной фактического экономического ущерба от несчастных случаев

ренцирование формул (2), (6) и (8) и получим производные зависимости:

$$Y_{\text{нс факт}}^I = -9,045(10,385 Z_{\text{от}} - 9,045)^{-2}; \quad (12)$$

$$Y_{\text{ав факт}}^I = -194,41(0,6485 Z_{\text{ав}} - 194,41)^{-2}; \quad (13)$$

$$Y_{\Sigma \text{ факт}}^I = -185,9(0,6139 Z_{\text{от}} - 185,9)^{-2}. \quad (14)$$

Эти зависимости представлены на рис. 3–5.

Производная фактического экономического ущерба от несчастных случаев $Y_{\text{нс.факт}}^I$ (12) представленная на рис. 3, имеет минимум при величине $Z_{\text{от}} = 0,8708875$ млн. руб. Темп снижения $Y_{\text{нс факт}}$ на единицу затрат в интервале от 0 до 0,8708875 млн. руб. наиболее высок (убывающая ветвь $Y_{\text{нс.факт}}^I$ на рис. 3). Темп снижения $Y_{\text{нс факт}}$ на единицу затрат в интервале от 0,8708875 до 3 млн. руб. оптимален (возрастающая ветвь $Y_{\text{нс.факт}}^I$ на рис. 3). Темп снижения $Y_{\text{нс факт}}$ на единицу затрат в интервале от 3 млн. руб. до бесконечности наиболее низок и асимптотически стремится к нулю, что свиде-

тельствует об экономической неэффективности такого уровня финансирования.

В ОАО «ЮК ГРЭС» за 2000 – 2014 гг. диапазон колебаний указанных затрат (в ценах 2014 г.) составлял (табл. 1): $1,614 \leq Z_{\text{от}} \leq 16,453$ млн. руб. При возрастании $Z_{\text{от}}$ с 1 до 1,5 млн. руб., согласно (2) $Y_{\text{нс факт}}$ снижается с 0,746 до 0,230 млн. руб., поэтому нижняя граница $Z_{\text{от}}$ должна быть не менее 1,5 млн. руб.

С целью проведения расчетов $R_{\text{нс}}$ определим с величину $Y_{\text{нс пред}}$. Согласно (2) при $Z_{\text{от крит}} = 0,8708875$ млн. руб. $Y_{\text{нс факт}} \rightarrow \infty$, а при близком к $Z_{\text{от крит}}$ $Z_{\text{от}} = 0,875$ млн. руб. $Y_{\text{нс факт}} = 20,487$ млн. руб. Физический смысл $Y_{\text{нс пред}}$ заключается в установлении его предельной величины в условиях, когда СУОТ практически не функционирует. Установленное расчетно-графическим методом значение $Y_{\text{нс пред}} = 20,487$ млн. руб. подтверждается данными по предотвращенному экономическому ущербу из декларации промышленной безопасности [6], которая прошла процедуру экспертизы промышленной безопасности в 2009 г. и зарегистрирована в Центральном аппарате Ростехнадзора, № 08-ДБ-(Х)0184-2009.

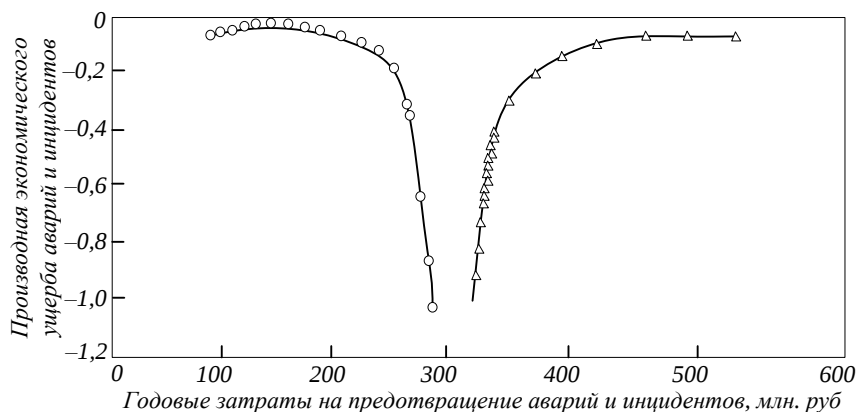


Рис. 4. Убывающая (○) и возрастающая (Δ) ветви производной фактического экономического ущерба от аварий и инцидентов

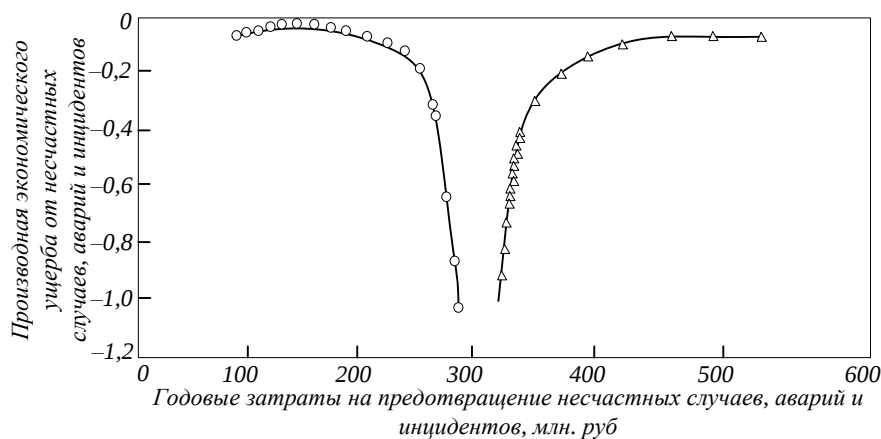


Рис. 5. Убывающая (○) и возрастающая (Δ) ветви производной фактического экономического ущерба от несчастных случаев, аварий и инцидентов

Производная фактического экономического ущерба от аварий и инцидентов $Y_{ав.факт}^I$ (13), представленная на рис. 4, имеет минимум при $Z_{ав} = 299,7781322$ млн. руб. Темп снижения $Y_{ав.факт}$ на единицу затрат в интервале от нуля до 299,7781322 млн. руб. наиболее высок (убывающая ветвь $Y_{ав.факт}^I$ на рис. 4). Темп снижения $Y_{ав.факт}$ на единицу затрат в интервале от 299,7781322 до 500 млн. руб. оптимален (возрастающая ветвь $Y_{ав.факт}^I$ на рис. 4). Темп снижения $Y_{ав.факт}$ на единицу затрат в интервале от 500 млн. руб. до бесконечности наиболее низок и асимптотически стремится к нулю, что свидетельствует об экономической неэффективности такого уровня финансирования.

В ОАО «ЮК ГРЭС» за 2000 – 2014 гг. диапазон колебаний указанных затрат (в ценах 2014 г.) составлял (табл. 2): $240,5 \leq Z_{ав} \leq 1166,5$ млн. руб. При возрастании $Z_{ав}$ с 304 до 350 млн. руб., согласно (6), $Y_{ав.факт}$ снижается с 111,0 до 10,7 млн. руб., поэтому нижняя граница $Z_{ав}$ должна быть не менее 350 млн. руб.

С целью проведения расчетов $R_{ав}$ определим с величину $Y_{ав.пред}$. Согласно (6) при $Z_{ав.крит} = 299,7781322$ млн. руб. Тогда $Y_{ав.факт} \rightarrow \infty$, а при близком к $Z_{ав.крит}$ $Z_{ав} = 300,5$ млн. руб. $Y_{ав.факт} = 641,911$ млн. руб. Физический смысл $Y_{ав.пред}$ заключается в установлении его предельной величины в условиях, когда СУОТ практически не функционирует. Установленное расчетно-графическим методом значение $Y_{ав.пред} = 641,911$ млн. руб. подтверждается данными по предотвращенному экономическому ущербу [6].

Производная фактического экономического ущерба от несчастных случаев, аварий и инцидентов $Y_{\Sigma факт}^I$ (14), представленная на рис. 5,

имеет минимум при $Z_{\Sigma} = 302,8304394$ млн. руб. Темп снижения $Y_{\Sigma факт}$ на единицу затрат в интервале от нуля до 302,8304394 млн. руб. наиболее высок (убывающая ветвь $Y_{\Sigma факт}^I$ на рис. 5). Темп снижения $Y_{\Sigma факт}$ на единицу затрат в интервале от 302,8304394 до 500 млн. руб. оптимален (возрастающая ветвь $Y_{\Sigma факт}^I$ на рис. 5). Темп снижения $Y_{\Sigma факт}$ на единицу затрат в интервале от 500 млн. руб. до бесконечности наиболее низок и асимптотически стремится к нулю, что свидетельствует об экономической неэффективности такого уровня финансирования.

В ОАО «ЮК ГРЭС» за 2000 – 2014 гг. диапазон колебаний указанных затрат (в ценах 2014 г.) составлял (табл. 1 и 2): $242,1 \leq Z_{\Sigma} \leq 1171,1$ млн. руб. При возрастании Z_{Σ} с 304 до 360 млн. руб., согласно (8) $Y_{\Sigma факт}$ снижается с 423,4 до 10,3 млн. руб., поэтому нижняя граница Z_{Σ} должна быть не менее 360 млн. руб.

С целью проведения расчетов R_{Σ} определим с величину $Y_{\Sigma пред}$. Согласно (8) при $Z_{\Sigma крит} = 302,8304394$ млн. руб. Тогда $Y_{\Sigma факт} \rightarrow \infty$, а при близком к $Z_{\Sigma крит}$ $Z_{\Sigma} = 303,5$ млн. руб. $Y_{\Sigma факт} = 738,352$ млн. руб. Физический смысл $Y_{\Sigma пред}$ заключается в установлении его предельной величины в условиях, когда СУОТ практически не функционирует. Установленное расчетно-графическим методом значение $Y_{\Sigma пред} = 738,352$ млн. руб. подтверждается данными по предотвращенному экономическому ущербу [6].

Результаты расчетов $R_{нс}$, $R_{ав}$, R_{Σ} по формулам (9), (10) и (11) приведены в табл. 4. В расчетах использованы данные из табл. 1, 2 и работы [5].

С целью оптимизации затрат на мероприятия по предотвращению несчастных случаев, аварий и инцидентов в ОАО «ЮК ГРЭС» выполним линеаризующие преобразования дан-

ных из табл. 1, 2, 4 и методом наименьших квадратов [4] получим эмпирические зависи-

Т а б л и ц а 4
Результаты расчетов $R_{нс}$, $R_{ав}$, R_{Σ}

Номер	Год	$R_{нс}$	$R_{ав}$	R_{Σ}
1	2000	0,1117	0,0578	0,0537
2	2001	0,1086	0,0735	0,0674
3	2002	0,0677	0,0360	0,0334
4	2003	0,0316	0,0245	0,0222
5	2004	0,0635	0,0593	0,0537
6	2005	0	0,0142	0,0124
7	2006	0,0333	0,2067	0,1854
8	2007	0,0446	0,1123	0,1001
9	2008	0,1205	0,2746	0,2498
10	2009	0,0952	0,3583	0,3281
11	2010	0,6130	0,6002	0,7678
12	2011	0,0418	0,4541	0,4201
13	2012	0,0241	0,1190	0,1056
14	2013	0	0,3374	0,3069
15	2014	0,0396	0,3075	0,2791

мости: $R_{нс}$ от $З_{от}$, млн. руб. (15); $R_{ав}$ от $З_{ав}$, млн. руб. (16); R_{Σ} от $З_{\Sigma}$, млн. руб. (17). Указанные зависимости представлены в табл. 5.

Зависимости (15), (16) и (17) позволяют решать задачу определения годового уровня финансирования мероприятий по предотвращению

несчастных случаев, аварий и инцидентов в ОАО «ЮК ГРЭС», исходя из допустимого уровня риска. Формулы (15), (16) и (17) также решают обратную задачу: в зависимости от годового уровня финансирования мероприятий по предотвращению несчастных случаев, аварий и инцидентов определить прогнозируемый уровень риска.

Результаты расчетов графическим методом минимально возможного с экономической точки зрения уровня финансирования мероприятий, направленных на предотвращение травматизма и аварийности путем наложения зависимостей (2) и (15); (6) и (16); (8) и (17) представлены на рис. 6, 7 и 8 соответственно.

Таким образом, установлены оптимальные с экономической точки зрения диапазоны финансирования мероприятий по предотвращению: травматизма – 3 – 4,5 млн. руб./год; аварийности – 350 – 500 млн. руб./год; травматизма и аварийности в совокупности – 360 – 500 млн. руб./год.

Выводы. Получены математические модели, основанные на статистике несчастных случаев и инцидентов в ОАО «ЮК ГРЭС» за 2000 – 2014 гг., предназначенные для определения уровня травматизма и аварийности, суммарного фактического годового экономического ущерба от травматизма и аварийности,

Т а б л и ц а 5

Математические модели

Номер	Математическая формула	r_{yx}	d_{yx} , %	r_{yx} расч.	$t_{расч.}$	Формула
1	$R_{нс} = \frac{З_{от}}{(22,04 З_{от} - 17,35)}$	0,652	42,5	2,26*	2,85*	(15)
2	$R_{ав} = \frac{З_{ав}}{(42,6 З_{ав} - 12479)}$	0,706	49,9	2,64**	3,59**	(16)
3	$R_{\Sigma} = \frac{З_{\Sigma}}{(46,31 З_{\Sigma} - 13735)}$	0,683	46,7	2,56**	3,37**	(17)

П р и м е ч а н и е: * $r_{табл. 0,05:12} = 0,532$, $t_{табл. 0,05:11} = 2,20$ [4]; ** $r_{табл. 0,05:14} = 0,497$, $t_{табл. 0,05:13} = 2,16$ [4].

Таким образом, гипотезы о статистической значимости выборочных коэффициентов корреляции r_{yx} в табл. 5 подтверждаются.

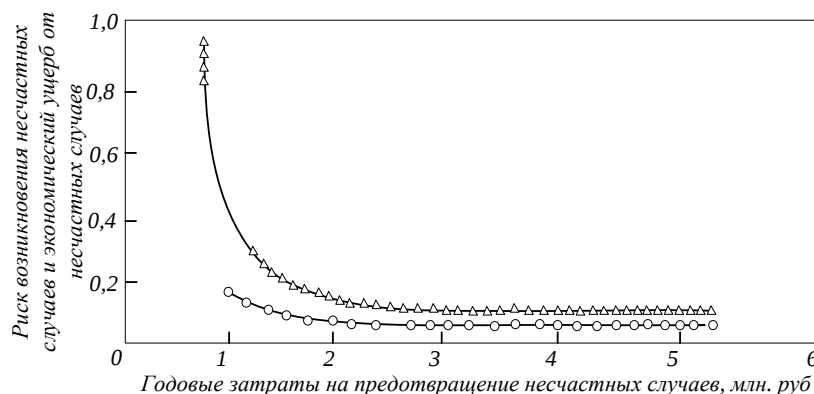


Рис. 6. Графическое наложение зависимостей (2) и (15):
○ – риск; Δ – экологический ущерб

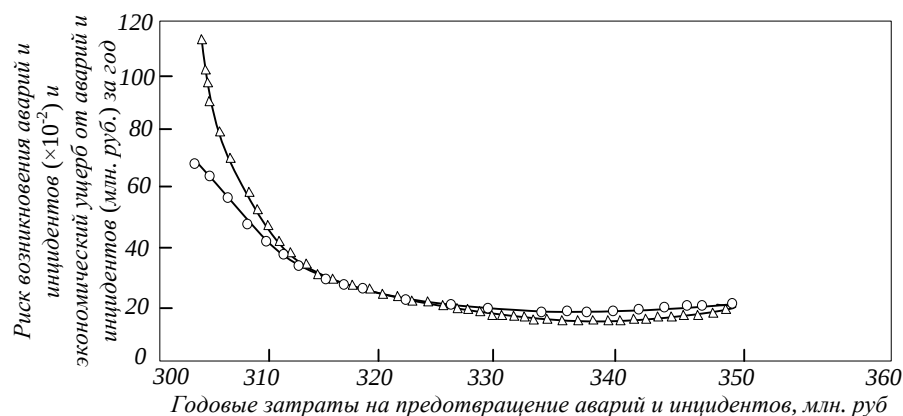


Рис. 7. Графическое наложение зависимостей (6) и (16):
○ – риск; Δ – экологический ущерб

а также риска возникновения несчастных случаев, аварий и инцидентов в зависимости от годовых затрат на их предупреждение. Выполнена оценка темпа изменения экономического ущерба в результате травматизма, аварийности на единицу затрат путем дифференцирования математических моделей экономического ущерба в зависимости от годовых затрат на предотвращение несчастных случаев, аварий и инцидентов. Расчетно-графическим методом установлены оптимальные с экономической точки зрения диапазоны финансирования мероприятий по предотвращению травматизма и аварийности с использованием производных указанных моделей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поздняков А.Н., Лежава С.А. Анализ травматизма на предприятиях

электроэнергетической отрасли на примере ОАО «Южно-Кузбасская ГРЭС» // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2013. № 3. С. 69 – 74.

2. Кузнецова М.Н. Охрана труда: теория, методология, практика. Автореферат дис. докт. экон. наук: 08.00.05 / Кузнецова Марина Николаевна. – М.: 2015. – 40 с.
3. Поздняков А.Н., Лежава С.А. Технический контроллинг, как функция поддержки управления аварийностью // Вестник Сибирского Государственного индустриального университета. 2013. № 2. С. 33 – 39.
4. Пинчук С.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технических систем: Учебное пособие. – Днепрпетровск: изд. Нац. мет. академии Украины, – 2008. – 284 с.

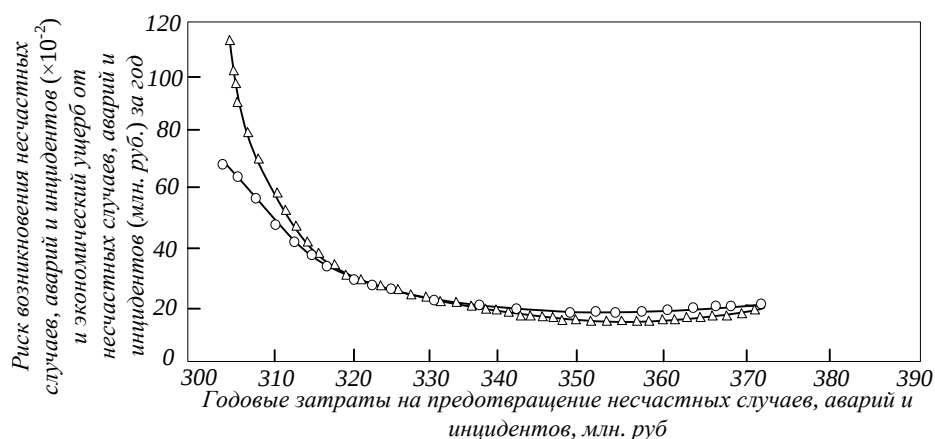


Рис. 8. Графическое наложение зависимостей (8) и (17):
○ – риск; Δ – экологический ущерб

5. Шевченко Л.А., Поздняков А.Н. Методика оценки комплексного риска возникновения аварий, инцидентов, несчастных случаев и экологического ущерба, на опасных производственных объектах электроэнергетики на примере ОАО «Южно-Кузбасская ГРЭС» // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2014. № 1. С. 106 – 110.
6. Декларация промышленной безопасности опасных производственных объектов открытого акционерного общества «Южно-Кузбасская ГРЭС» / Д.З. Хасанов, П.О. Посажеников, А.Н. Поздняков и др. – Калтан, 2009. – 565 с.

© 2016 г. А.И. Фомин, А.Н. Поздняков,
С.А. Лежава, И.С. Семина
Поступила 01 июня 2016 г.