



Ляпустина Ю. В., Горькавый М. А., Соловьев В. А.

Yu. V. Lyapustina, M. A. Gorkaviy, V. A. Solovyev

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

DEVELOPMENT OF ALGORITHM AIMED AT METHOD OPTIMIZATION OF RISK MANAGEMENT IN ENERGY COMPANIES

Ляпустина Юлия Владимировна – магистр кафедры «Управление инновационными процессами и проектами» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, г. Комсомольск-на-Амуре). E-mail: yulya2766@mail.ru.

Ms. Yuliya V. Lyapustina – Master's Degree student, Management of innovative processes and projects Department, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: yulya2766@mail.ru.

Горькавый Михаил Александрович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Управление инновационными процессами и проектами» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, г. Комсомольск-на-Амуре). E-mail: uipp@knastu.ru.

Mr. Michael A. Gorkaviy – PhD in Engineering, Head of Management of innovative processes and projects Department, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: uipp@knastu.ru.

Соловьев Вячеслав Алексеевич – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, г. Комсомольск-на-Амуре). E-mail: epapu@knastu.ru.

Mr. Vyacheslav A. Solovyev – Doctor of Engineering, Head of Electric drive and automation of industrial plant Department, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: epapu@knastu.ru.

Аннотация. Развитие промышленности и экономики Дальнего Востока определяется темпами модернизации и строительства комплексной инфраструктуры, одним из основных элементов которой являются энергетические компании. Специфика территории значительно усложняет процессы управления производственными процессами энергетических компаний, что, в свою очередь, негативно сказывается на эффективности процесса генерации и транспортировки электрической энергии. В статье решается ряд вопросов в проблемной области идентификации, предупреждения и разрешения рисков ситуаций в энергетических компаниях. Предложен алгоритм оптимизации комплекса методов управления рисками. Представлены инструменты, позволяющие оценить эффективность применения комплекса методов для управления пулом рисков в технико-экономическом разрезе. Рассмотрена работа алгоритма на примере рисков электрогенерирующей компании.

Summary. The pace of modernization and construction of an integrated infrastructure, one of the main elements of which are energy companies, determine industry and economy development of the Far East. The territory significantly makes the processes of managing production in energy companies difficult, which, in turn, negatively affects the efficiency of the generation and transportation of electricity. The article solves a number of issues in the problem field of identification, prevention and diminishing risks in energy companies. There is the algorithm for optimization of risk management methods in the article. The instrument, which allows evaluating the effectiveness application of the risk management methods in the technical and economic context are presented. The work of the algorithm is considered on the example of the risks of an electricity generating company.

Ключевые слова: риск, теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), алгоритм, оптимизация, автоматизация, производство, электроэнергия, теплоэнергия, управление.

Key words: risk, thermoelectric plant (CHP), algorithm, optimization, automation, production, electric power, heat energy, control.

УДК 004.891

Развитие промышленности, экономики и социальной среды Дальнего Востока определяется темпами модернизации и строительства комплексной инфраструктуры, одними из основных элементов которой являются электросетевые, электрогенерирующие и энергосбытовые компании.

Специфика территории (удаленность населенных пунктов, низкая плотность населения, ограниченное число транспортных узлов и развязок, протяженность магистральных линий, суровые климатические условия, высокая степень износа оборудования большинства компаний, нехватка квалифицированных специалистов и т.д.) значительно усложняет процессы управления производственными процессами энергетических компаний, что, в свою очередь, негативно сказывается на эффективности процесса генерации и транспортировки электрической энергии.

Аварии, сбои поставок, снижение качества поставки электрической энергии не только негативно сказываются на функционировании промышленных предприятий, но и могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций в объектах первой категории энергоснабжения (причинение вреда жизни и здоровью людей, тяжелые экологические последствия и т.д.). Кроме того, невыполнение обязательств электроэнергетических компаний по генерации или поставки электрической энергии грозит значительными по величине штрафами и неустойками, предусмотренными соответствующими юридическими документами. Таким образом, решение проблем идентификации, прогнозирования, своевременного предупреждения и снижения последствий рискованных ситуаций в энергетических компаниях является первостепенной задачей, требующей значительного внимания.

В научных работах отечественных ученых рассматриваются вопросы проектирования инструментов анализа рискованных ситуаций и возможных методов управления рисками [3 – 11] для объектов различных отраслей промышленности. Но не всегда авторам удается обеспечить приемлемый уровень автоматизации формирования решения, а детально проработанные алгоритмы и механизмы, специфичные для определенных отраслей промышленности, защищаются корпоративными стратегиями, узкоспециализированы и в полном объеме не доступны внешней (по отношению к разработчику) среде.

В настоящей статье ставится задача разработки эффективного и надежного алгоритма оптимизации комплекса методов управления рисками. Представленные инструменты позволят оценить эффективность применения комплекса методов для управления пулом рисков в технико-экономическом разрезе.

Постановка задачи управления рисками

Риски, воздействующие на предприятие или возникающие внутри него, сказываются на конечном продукте (услуге), его цене, качестве и выпускаемом объеме. В свою очередь, продукт (услуга) с набором получившихся характеристик является стимулом для вызова у потребителя нового заказа у данного предприятия и возникновения новой потребности. Эту взаимосвязь можно увидеть на рис. 1 (схема построена методом IDEF0). Роль механизмов в процессе производства выполняют оборудование и работающий персонал. Так как риск – сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий, то в предложенной схеме вводится понятие переменных, сопряженных с рисками, где роль переменных выполняют действия. Риск оправдан в тех случаях, когда действия, сопряженные с ним, правомерны, а отрицательный результат, нанесенный ущерб являются следствием причин, которые, во-первых, не зависят от принимающего решение и которые, во-вторых, он не может заранее предвидеть.

Существует множество разработок методов управления рисками [3; 4; 8; 11]. Как правило, эти работы позволяют выявить лишь приоритетный метод устранения рисков, но это не означает, что другие методы не могут подойти. Так как каждый риск в проекте рассматривается отдельно и методы устранения для них никак не согласуются друг с другом, то стоимость реализации этих методов может оказаться очень дорогостоящей. Для решения этой проблемы предлагается установить стоимостной предел затрат на методы, разработать алгоритм перебора методов управления рисками и осуществить выбор наиболее эффективного решения. Для оптимизации было принято

решение стоимость проекта измерять в долях от чистой текущей стоимости (NPV), то есть в долях от стоимости самого проекта. Тогда максимальная сумма затрат на риски проекта равна 1 NPV. Единица свидетельствует о том, что для предотвращения того или иного риска заказчик может затратить лишь 100 % от чистого дисконтированного дохода (NPV) и остаться в безубыточном состоянии.

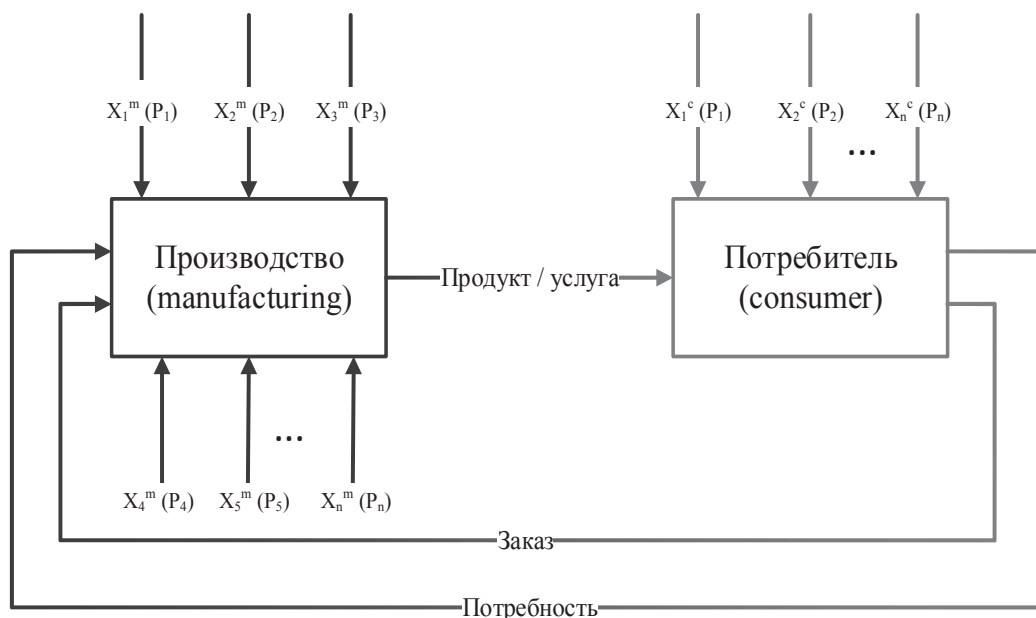


Рис. 1. Влияние рисков на предприятие и потребителя:

$P_1, P_2 \dots P_n$ – риски, оказывающие воздействие на процесс производства и потребителя; $X_1, X_2 \dots X_n$ – переменные, сопряженные с рисками

Для удобства восприятия информации была разработана схема взаимосвязи методов управления рисками от NPV (см. рис. 2). В результате анализа работ по методам управления рисками в качестве основных методов были выбраны: страхование, локализация, компенсация и игнорирование.

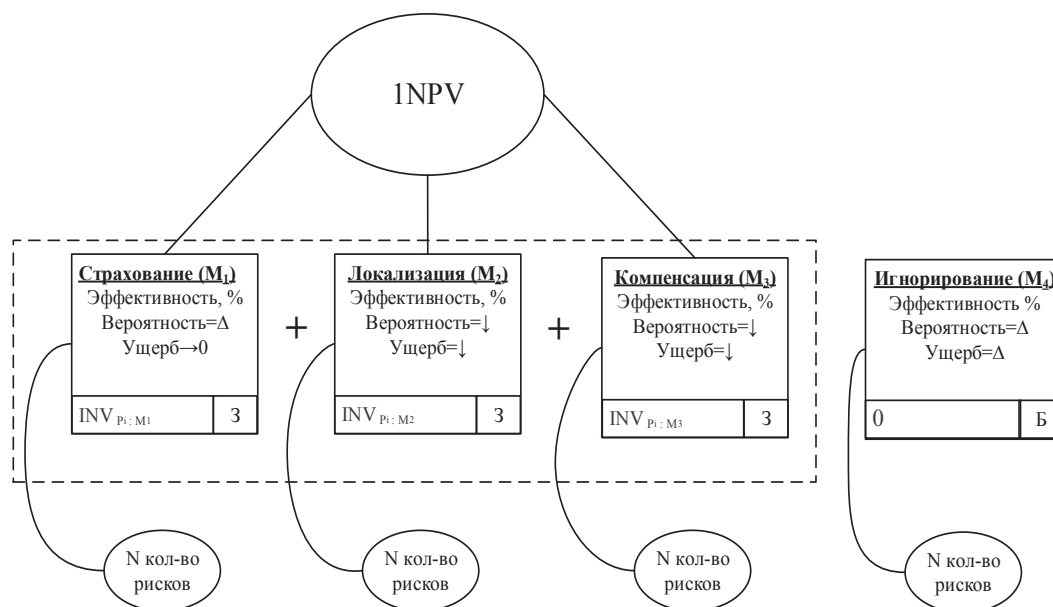


Рис. 2. Методы управления рисками

Эффективность предотвращения (устранения) того или иного риска выражается в процентах, так, например, для страхования эффективность может составлять 100 %, для локализации – 30 %, для компенсации – 40 %. Это определяется экспертом.

Буква «З» (см. рис. 2) обозначает, что для выбора того или иного метода необходимы финансовые затраты, показатель INV отображает сумму затрат на метод управления рисками. Игнорирование рисков является беззатратным методом, поэтому его обозначение «Б».

Каждый метод управления рисками влияет на вероятность возникновения риска и ущерб от него. При страховании вероятность возникновения риска остается неизменной (Вероятность = Δ), но ущерб, понесенный риском, сводится к нулю (Ущерб → 0). При локализации и компенсации вероятность и ущерб понижаются (Вероятность = ↓, Ущерб = ↓).

Для перебора и выбора оптимальных методов управления каждым риском предлагается рассматривать матрицу, в столбцах которой представлены методы управления рисками, а в строках – обозначения рисков (см. рис. 3).

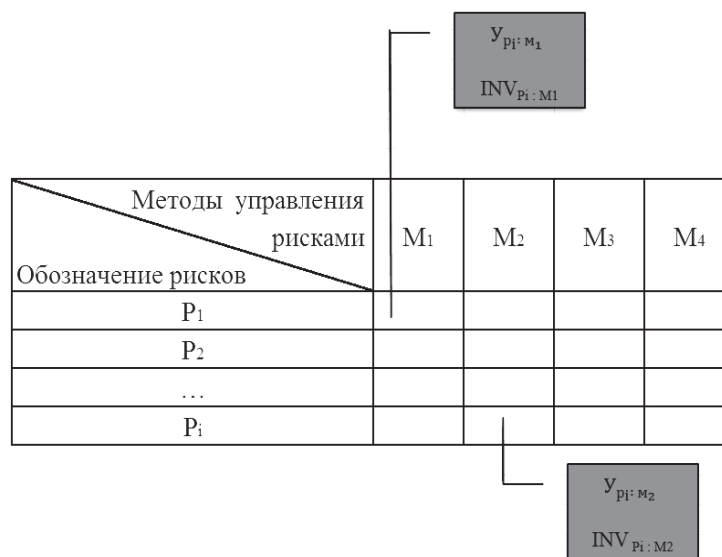


Рис. 3. Матрица соответствия методов управления рисками

В ячейках матрицы заполняются данные о возможности использования того или иного метода для устранения риска. Элементы матрицы могут принимать значения 0 или 1. Ноль свидетельствует о невозможности использования данного метода для устранения риска, а единица отражает возможность применения каждого метода.

Для выбора оптимального решения, позволяющего минимизировать потенциальный ущерб, дополнительно вводится информация:

- 1) сумма, которую выделяет разработчик на устранение рисков;
- 2) сумма затрат на методы (разработчик определяет, во сколько ему обойдется застраховать данный риск или локализовать его и т.д.);
- 3) степень уменьшения риска в процентах (то есть вводится значение, отображающее, на сколько метод снижает потенциальный ущерб от риска);
- 4) сумма затрат на риск (сумма потенциального ущерба, которую понесет разработчик в случае, если данный риск случится);
- 5) вероятность возникновения риска.

После ввода необходимой информации осуществляется перебор методов с целью выявления оптимального для каждого риска в пределах суммы, выделяемой заказчиком для устранения каждого риска.

Алгоритм принятия решения по управлению рисками

Для оптимизации комплекса методов управления рисками был разработан алгоритм принятия решения по управлению рисками:

- 1) Необходимо заполнить матрицу управления рисками (см. рис. 3).
- 2) Ввести сумму, выделяемую заказчиком на устранение рисков (S_p).
- 3) Определить, в какую сумму обойдется заказчику каждый метод управления рисками ($INV_{P_i: M_1}, \dots, INV_{P_i: M_j}$).
- 4) Указать степень уменьшения риска при использовании каждого метода – эффективность ($Эф_{P_i: M_j}$).
- 5) Оценить потенциальный ущерб от каждого риска в денежном эквиваленте ($Ущерб_{P_1} \dots Ущерб_{P_n}$). Для удобства восприятия информации предлагается исходные данные рассматривать в виде схемы (см. рис. 4).

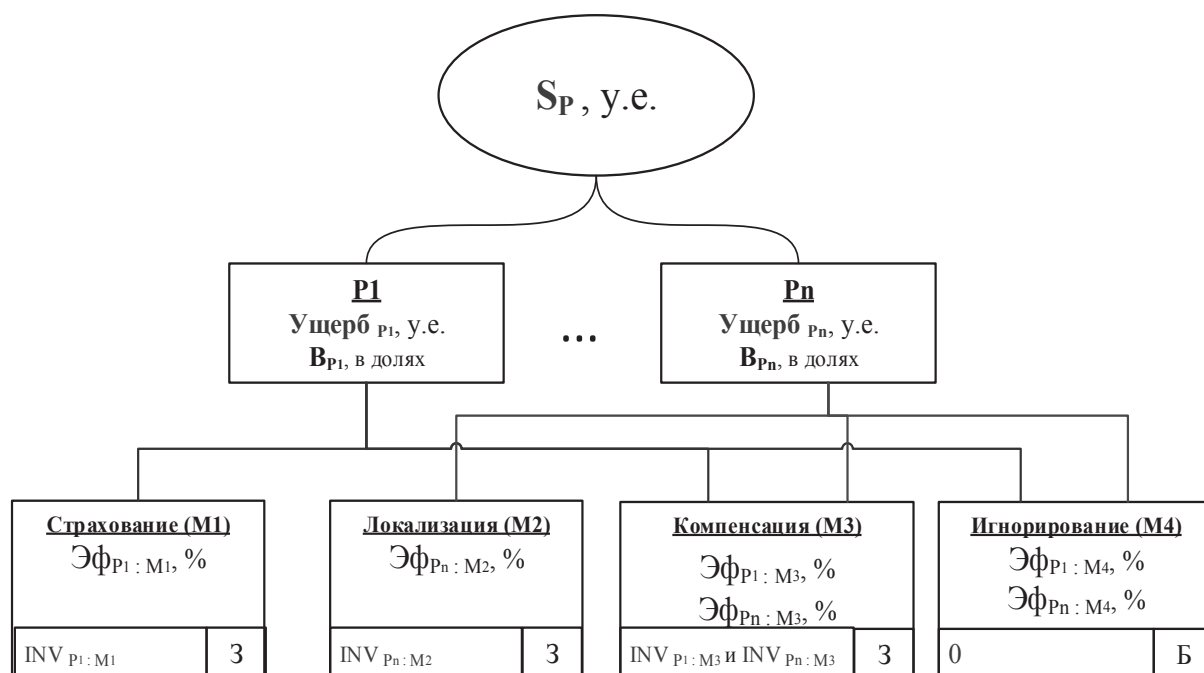


Рис. 4. Графическое представление исходных данных

- 6) Занести дополнительные данные о каждой ячейке матрицы:
 - рассчитать потенциальный ущерб, приносимый каждым риском, с учетом использования методов управления по формуле

$$У_{P_i: M_j} = В_{P_i} \times Ущерб_{P_i} (1 - Эф_{P_i: M_j}), \quad (1)$$

где $У_{P_i: M_j}$ – ущерб, приносимый каждым риском, с учетом использования методов, р.; $В_{P_i}$ – вероятность возникновения i -го риска, доли; $Ущерб_{P_i}$ – общая сумма ущерба от i -го риска, р.; $Эф_{P_i}$ – эффективность реализации каждого метода управления рисками, %;

- записать соотношение потенциального ущерба, приносимого каждым риском, к сумме затрат на риск (см. рис. 3).

7) Сформировать варианты перебора взаимодействия рисков с методами.

8) Ввести коэффициент (k), отображающий, сколько на одну денежную единицу сегодня придется денежных единиц в будущем.

9) Определить прогнозируемый ущерб при использовании определенных методов управления рисками по формуле

$$O_{P_i : M_j} = k \times \sum U_{P_i : M_j}, \quad (2)$$

где $O_{P_i : M_j}$ – остаток от ущерба, р.; $U_{P_i : M_j}$ – ущерб, приносимый каждым риском, с учетом воздействия методов, р.; k – коэффициент, отображающий, сколько на одну денежную единицу сегодня придется денежных единиц в будущем.

10) Определить общую сумму затрат на использовании выбранных методов управления рисками:

$$S_{\text{зат}} = (INV_{P_i : M_1} + INV_{P_i : M_2} + \dots + INV_{P_i : M_j}), \quad (3)$$

где $S_{\text{зат}}$ – общая сумма затрат на методы, р.; $INV_{P_i : M_j}$ – сумма затрат на n -й метод.

11) Рассчитать сумму, которую удается компенсировать за счет выбранных методов

$$S_{\text{ком}} = \left(\sum (\text{Ущерб}_{P_i} \times B_{P_i}) - \sum U_{P_i : M_j} \right) \times k, \quad (4)$$

где $S_{\text{ком}}$ – сумма компенсаций, р.; B_{P_i} – сумма, выделяемая заказчиком на устранение каждого риска (см. пункт 3); Ущерб_{P_i} – ущерб, приносимый каждым риском, с учетом применяемого метода, р.; $U_{P_i : M_j}$ – ущерб, приносимый каждым риском, с учетом использования методов, р. (см. пункт 6); k – коэффициент, отображающий, сколько на одну денежную единицу сегодня придется денежных единиц в будущем.

12) Рассчитать общий коэффициент для выбора оптимального метода управления рисками

$$K_{\text{общ}} = \frac{S_{\text{ком}}}{S_{\text{зат}}}, \quad (5)$$

где $S_{\text{ком}}$ – сумма компенсаций, р.; $S_{\text{зат}}$ – общая сумма затрат на методы, р.

Для визуализации интерфейса пользователю предлагается представлять результаты вычислений по формулам (2) – (5) в табл. 1.

Таблица 1

Визуализация интерфейса выбора метода управления рисками

P _{1...n} M _j – P _{i...n} M _k			
1	2	3	4
O _{P_i : M_j}	S _{зат}	S _{ком}	K _{общ}

13) Отсечь варианты, где общий коэффициент меньше единицы.

14) Из выбранных вариантов оставить вариант с максимальным общим коэффициентом.

Пример заполнения матрицы

В качестве примера заполнения матрицы рассмотрим риски со всеми известными показателями и выбранными методами. Значение приведенных в примере параметров определено экспертно.

На теплоэлектроцентрали выявлено два риска:

1) риск, связанный с повреждением котельного оборудования (P₁);

2) риск возгорания в котлотурбинном цехе (P₂).

Вероятность возникновения первого риска – 0,1 (B_{p₁} = 0,1), а второго – 0,2 (B_{p₂} = 0,2).

По предложенному алгоритму произведен выбор методов управления рисками. Было выявлено, что риск P₁ можно застраховать, компенсировать, но нельзя локализовать и проигнорировать. Риск P₂, в свою очередь, нельзя застраховать, но можно локализовать, компенсировать и проигнорировать. Формируется матрица соответствия методов управления рисками (см. табл. 2) согласно рис. 3.

Заполненная матрица соответствия методов управления рисками на основе приведенного примера

Методы управления рисками / Обозначение рисков	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
P ₁	1	0	1	0
P ₂	0	1	1	1

Выделяется сумма на устранение рисков (S_P). Для первого риска она составит 3120 у.е.

Далее определяется, в какую сумму обойдется заказчику каждый метод управления рисками:

- страхование (M_1) стоит 50 у.е. ($INN_{P_1:M_1} = 50$ у.е.);

- локализация (M_2) стоит 45 у.е. ($INN_{P_2:M_2} = 45$ у.е.);

- компенсация (M_3) для риска P_1 стоит 40 у.е. ($INN_{P_1:M_3} = 40$ у.е.), а для риска P_2 стоит 35 у.е. ($INN_{P_2:M_3} = 35$ у.е.);

- игнорирование (M_4) стоит 0 у.е. ($INN_{P_2:M_4} = 0$ у.е.).

Определяется эффективность ($Эф_{P_n:M_n}$) реализации каждого метода управления рисками (для рисков P_1 и P_2 эффективность компенсации совпадает):

- $Эф_{P_1:M_1} = 100\%$;

- $Эф_{P_2:M_2} = 30\%$;

- $Эф_{P_1|P_2:M_3} = 50\%$;

- $Эф_{P_2:M_4} = 0$.

Оценивается ущерб каждого риска в денежном эквиваленте: $P_1 = 3000$ у.е.; $P_2 = 3500$ у.е.

Для удобства восприятия информации представляются исходные данные в виде схемы (см. рис. 5).

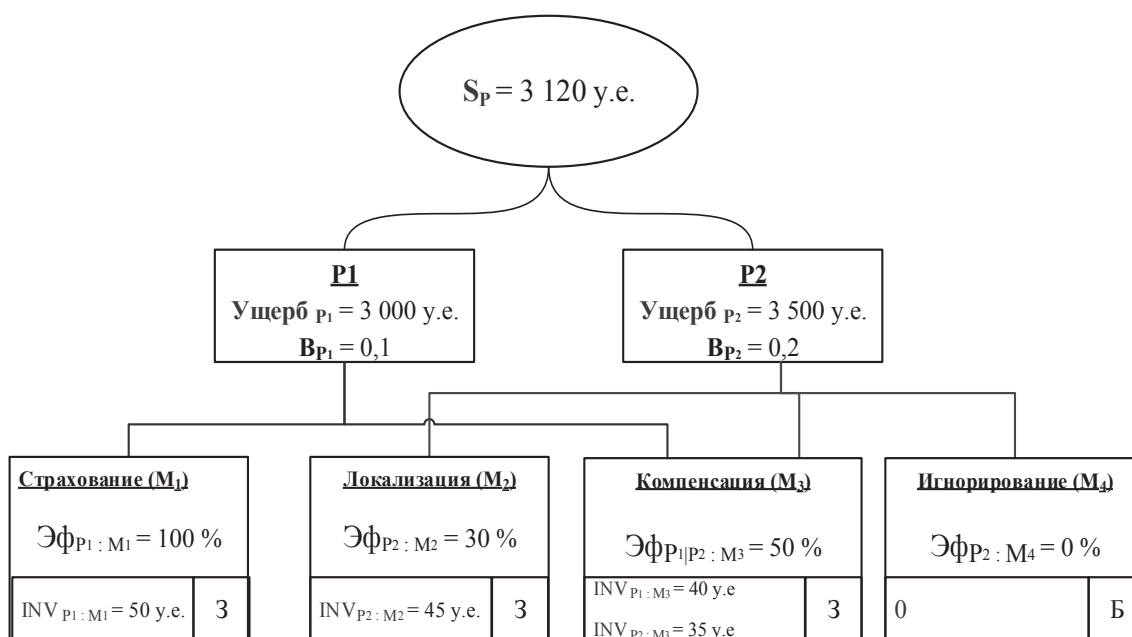


Рис. 5. Исходные данные

Рассмотрим *расчет матрицы* (см. рис. 6).

		0 50		150 40	
Методы управления рисками		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Обозначение рисков					
P ₁	1	0	1	0	
P ₂	0	1	1	1	700 0
		490 45		350 35	

Рис. 6. Графическое представление матрицы

1) Рассчитывается ущерб, приносимый каждым риском, с учетом воздействия методов управления по формуле (1). Так как эффективность страхования равна 100 %, то ущерб P₁ составляет 0 у.е.

$$Y_{P_1; M_1} = 0,1 \times 3000 \times (1 - 100) = 0 \text{ у.е.}$$

2) Сумма затрат на страхование составляет 50 у.е., из этого следует соотношение $\begin{bmatrix} 0 \\ 50 \end{bmatrix}$.

3) У компенсации (M₃) эффективность 50 %, поэтому сумма ущерба риска P₁ уменьшается на 50 % с учетом вероятности возникновения риска и составляет 100 у.е. Затраты на компенсацию составляют 40 у.е.

$$Y_{P_1 - M_3} = 0,1 \times 3000 \times (1 - 50) = 150 \text{ у.е.}$$

4) Далее формируется перебор методов управления рисками в матрице:

- P₁ – M₁ и P₂ – M₂;
- P₁ – M₁ и P₂ – M₃;
- P₁ – M₁ и P₂ – M₄;
- P₁ – M₃ и P₂ – M₂;
- P₁ – M₃ и P₂ – M₃;
- P₁ – M₃ и P₂ – M₄.

Рассмотрим первый вариант P₁ – M₁ и P₂ – M₂:

1) Производится ввод коэффициента (*k*), отображающего, сколько на одну денежную единицу на текущий момент придется денежных единиц в будущем. В нашем примере он равен 1/7.

2) Определяется прогнозируемый ущерб при использовании выбранных методов управления рисками

$$Oy_{P_1; M_1; P_2; M_2} = (0 + 490) \times \frac{1}{7} = 70 \text{ у.е.}$$

Полученное значение записывается в *первый* столбец табл. 3.

Анализ данных для выбора метода управления рисками

P ₁ – M ₁ и P ₂ – M ₂				P ₁ – M ₁ и P ₂ – M ₃				P ₁ – M ₁ и P ₂ – M ₄			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
70	95	72,857	0,767	50	85	92,857	1,092	100	50	42,857	0,857

Продолжение табл. 3

P ₁ – M ₃ и P ₂ – M ₂				P ₁ – M ₃ и P ₂ – M ₃				P ₁ – M ₃ и P ₂ – M ₄			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
91,429	85	51,429	0,605	71,429	75	71,429	0,952	121,429	40	21,429	0,536

3) Определяется общая сумма затрат при использовании выбранных методов управления рисками по формуле (3)

$$S_{\text{зат}} = 50 + 45 = 95 \text{ у.е.}$$

Полученное значение записывается во *второй* столбец табл. 3.

4) Далее рассчитывается сумма, которую удалось компенсировать за счет выбранных методов, по формуле (4)

$$S_{\text{ком}} = \frac{(3000 \times 0,1 + 3500 \times 0,2) - (0 + 490)}{7} = 72,857 \text{ у.е.}$$

Результат записывается в *третий* столбец в табл. 3.

5) Для выбора метода необходимо вывести общий коэффициент по формуле (5)

$$K_{\text{общ}} = \frac{72,857}{95} = 0,767.$$

Рассматриваются только те варианты, в которых этот коэффициент будет превышать единицу. Результат записывается в *четвертый* столбец табл. 3.

Аналогично проводятся расчеты и по другим рискам.

В результате расчётов был выделен один вариант методов управления рисками, превышающий единицу

$$P_1 - M_1 \text{ и } P_2 - M_3.$$

Это означает, что в качестве методов управления рисками для P₁ подходит страхование, а для P₂ – компенсация. Затраты на P₁ и P₂ составят 85 у.е., что меньше суммы, выделяемой заказчиком для устранения рисков.

Заключение

Предложенный алгоритм оптимизации комплекса методов управления рисками энергетических компаний при условии наличия адекватной, непротиворечивой, специфичной для объекта управления базы знаний обеспечит повышение показателей качества функционирования интеллектуальных модулей в системе поддержки принятия решений аппарата управления энергетической компании. Возможность экономической оценки технических и технологических элементов, комплекса рискованных событий определяет наглядность процесса принятия решения в области выбора методов управления рисками и обеспечивает единую шкалу измерений последствий рискованного события. Алгоритм сохраняет историю всех вариантов перебора методов управления рисками, что позволяет в случае необходимости выбрать другой набор, качественно и количественно диф-

ференцировать полученные наборы, оперативно пересмотреть решение в случае изменения значений входных переменных. Необходимо отметить, что, поскольку предложенный алгоритм опирается на базу знаний, принципиально важно при его использовании обеспечить высокое качество результатов реализации технологии сбора и обработки экспертной информации предметной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горькавый, М. А. Нечеткий подход к оценке компетентности технического персонала промышленного предприятия / М. А. Горькавый, В. А. Соловьев // Вестник Тихоокеанского гос. ун-та. – 2010. – № 3. – С. 63-72.
2. Горькавый, М. А. Разработка структуры рисков электросетевых компаний для снижения электропотерь / М. А. Горькавый, К. Пыльнова // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы науч.-тех. конф., Комсомольск-на-Амуре, 01-15 апр. 2016 г. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. – Ч. 1. – С. 502-504.
3. Дегтярева, О. И. Управление рисками в международном бизнесе / О. И. Дегтярева. – М.: Флинта, 2014. – 55 с.
4. Дюкина, Т. О. Управление рисками с использованием статистических методов / Т. О. Дюкина // Известия международной академии аграрного образования. – 2013. – № 18. – С. 135-141.
5. Зайцева, И. В. Современные проблемы управления производственным риском в электроэнергетике / И. В. Зайцева // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2013. – № 1. – С. 180-181.
6. Зайцева, И. В. Качественная оценка риска в топливно-энергетическом секторе экономики / И. В. Зайцева // Вестник Южно-Российского гос. политех. ун-та. – Новочеркасск, 2015. – № 1. – С. 56-62.
7. Маренков, Н. Л. Страхование дело / Н. Л. Маренков, Н. Н. Косаренко. – М.: Феникс, 2003. – 608 с.
8. Олейников, Е. А. Метод оценки стоимости системы мер по управлению риском / Е. А. Олейников, С. А. Филин, А. С. Муравьев // Экономический анализ: теория и практика. – 2003. – № 11. – С. 26-33.
9. Свирчевский, Д. В. Промышленные риски и контроль со стороны государства / Д. В. Свирчевский // Управление экономическими системами. – 2011. – № 35. – С. 1-12.
10. Тэпман, Л. Н. Риски в экономике / Л. Н. Тэпман. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 380 с.
11. Черкасова, В. А. Управление рисками российских компаний на основе метода сценарного планирования / В. А. Черкасова // Экономический анализ: теория и практика. – 2005. – № 24. – С. 49-53.