

прогнозирование. М.: Вильямс, 2003. 656 с.

11. Вучков И., Бояджиева Л., Солаков Е. Прикладной линейный регрессионный анализ. М.: Финансы и статистика, 1987. 239 с.

12. Edirisooriya G. Stepwise regression is a problem, not a solution // The Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association. Biloxi, 1995.

13. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. Киев: Наукова думка, 1981. 296 с.

14. Стрижов В.В. Методы индуктивного порождения регрессионных моделей. М.: ВЦ РАН, 2008. 54 с.

15. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2003. 544 с.

16. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2004. 576 с.

17. Renfro C.G. A compendium of existing econometric software packages // Journal of Economic and Social Measurement. 2004. № 29. P. 359-409.

18. Хахаев И.А. Экономим на расчетах // Мир ПК. 2007. №7. С. 52-55.

19. Берндт Э. Практика эконометрики: классика и современность / пер. с англ. под ред. С.А. Айвазяна. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 863 с.

20. Смирнова О.С. Программное обеспечение для статистического анализа // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т. 74, № 5. С.68-74.

21. Базилевский М.П., Носков С.И. Анализ специализированного программного обеспечения для автоматизации «конкурса» регрессионных моделей // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. 2010, Вып.8. С.49-55.

22. Базилевский М.П., Носков С.И. Технология организации конкурса регрессионных моделей // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем: сб. ст. Иркутск, 2009. Вып.7. С.77-84.

23. Носков С.И. Технология моделирования объектов с нестабильным функционированием и неопределенностью в данных. Иркутск: Облформпечать, 1996. 320 с.

24. Макаров Н.М. Теория выбора и принятия решений. М.: Наука, 1982. 392 с.

25. Базилевский М.П., Носков С.И. Алгоритм построения линейно-мультипликативной регрессии // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2011. № 1 (29). С.90-94.

М.: Williams, 2003. 656 s.

11. Vuchkov I., Boyadzhiyeva I., Solakov E. Applied linear regression analysis. M.: Finansy i ststistika, 1987. 239 s.

12. Edirisooriya G. Stepwise regression is a problem, not a solution // The Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association. Biloxi, 1995.

13. Ivakhnenko A.G. Inductive method for complex system models self-organization. Kiev: Naukova dumka, 1981. 296 s.

14. Strizhov V.V. Methods for inductive generation of regression models. M.: VTs RAN, 2008. 54 s.

15. Tyurin Yu.N., Makarov A.A. Computer-aided data analysis. 3e izd., pererab. i dop. M.: INFRA-M, 2003. 544 s.

16. Magnus Ya.R., Katyshev P.K., Peresetsky A.A. Econometrics. The beginner's course. 6e izd., pererab. i dop. M.: Delo, 2004. 576 s.

17. Renfro C.G. A compendium of existing econometric software packages // Journal of Economic and Social Measurement. 2004. № 29. P. 359-409.

18. Khakhaev I.A. Let's save on computations // Mir PK.2007. №7. S. 52-55.

19. Berndt E. Econometrics practice: the classics and today / per. s angl. pod red. S.A. Aivazyana. M.: YUNITI-DANA, 2005. 863 s.

20. Smirnova O.S. Statistical analysis software // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2008. T. 74, № 5. S. 68-74.

21. Bazilevsky M.P., Noskov S.I. Specialized software analysis to automatize regression models «competition» // Informatsyonnye tekhnologii i problem matematicheskogo modelirovaniya slozhnykh system. 2010. Vyp. 8. S. 49-55/

22. Bazilevsky M.P., Noskov S.I. The techniques for organization of regression models competition // Informatsyonnye tekhnologii i problem matematicheskogo modelirovaniya slozhnykh system: sb. st. Irkutsk, 2009. Vyp. 7. S. 77-84.

23. Noskov S.I. Modeling technology for objects of unstable performance and data uncertainty. Irkutsk: Oblinformpechat', 1996. 320 s.

24. Makarov N.M. The theory of choice and decision theory. M.: Nauka, 1982. 320 s.

25. Bazilevsky M.P., Noskov S.I. The algorithm for linear-multiplicative regression construction // Sovremennye tekhnologii. Sistemy analiz. Modelirovaniye. 2011. № 1 (29). S. 90-94.

УДК 614.84

К вопросу разработки методики оценки уровня транспортной безопасности

С.И. Носков^{1*}, В.А. Протопопов¹

¹Иркутский государственный университет путей сообщения, Чернышевского 15, Иркутск, Россия.

Статья поступила 20.11.2011, принята 17.02.2012

В статье предлагается подход к разработке методики оценки уровня безопасности (опасности) объектов транспортной инфраструктуры, основанной на применении методов математического моделирования и предполагающей описание на формальном уровне уязвимости объектов и ущерба от ее реализации. При этом в качестве формальных конструкций, описывающих динамику указанных показателей, предлагается использовать широкий класс кусочных аппроксимирующих функций. Мету опасности (уязвимости) объекта традиционно предлагается рассчитывать в виде произведения вероятности нарушения транспортной безопасности (уязвимости) на ущерб от него. Ущерб принято оценивать как в абсолютных единицах (руб.), так и в относительных (процентах от общей стоимости основных производственных фондов). В работе для придания методике универсального характера использована вторая форма представления ущерба.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, уязвимость, безопасность, математическое моделирование.

* E-mail address: noskov_s@irgups.ru

On the issue of developing the methodology for transport safety level assessment

S. I. Noskov^{1*}, V. A. Protopopov¹

¹Irkutsk State University of Railway Engineering, 15, Chernyshevskogo str., Irkutsk, Russia

Received 20.11.2011; Accepted 17.02.2012

The article proposes an approach for developing the methodology for assessment of safety (risk) level of transport infrastructure objects based on the application of mathematical modeling methods and involves the description of objects vulnerability and damage from its implementation on the formal level. At the same time, as formal structures describing the dynamics of the given indicators, the application of a wide class of piecewise approximating functions is proposed. The measure of risk (vulnerability) of an object is traditionally suggested to calculate as the product of probability of transport security violations (vulnerability) and its damage. The damage is usually evaluated both in absolute units (rub.) and relative ones (percentage of the total value of fixed production assets). To add the method universal character, the second form of damage reporting is used in the paper.

Keywords: transport infrastructure, vulnerability, safety, mathematical modeling.

Методы математического моделирования являются признанным инструментом научного анализа сложных, с множеством внутренних и внешних взаимосвязей, объектов и проблем различной природы. Они позволяют на модельном уровне формализовать закономерности, присущие этим объектам, посредством разработки их качественных абстрактных образов, что открывает широкие возможности в повышении эффективности вырабатываемых управленческих решений, поскольку при этом экспериментирование может проводиться не с «живой» системой, а с ее математической моделью.

К подобным сложным проблемам, при решении которых методы математического моделирования весьма эффективны, без сомнения, должна быть отнесена и проблема разработки методологии, а затем и технологии оценки уровня транспортной безопасности.

Один из наиболее эффективных подходов к моделированию объектов самой различной природы, в том числе технических, основывается на методах современной прикладной статистики и предполагает формальный анализ закономерностей функционирования объекта исследований с использованием широкого спектра статистической информации о нем. Вместе с тем, часто при исследовании, действительно, сверхсложных систем и проблем, к которым как раз и относится обсуждаемая здесь, одной такой информации оказывается явно недостаточно, настоятельно требуется привлечение и специальным образом сформированной экспертной информации. Получающиеся в результате совместной обработки этих двух видов информации модели получили название «экспертно-статистических» (ЭСМ) [1].

В контексте решаемой здесь проблемы такая ЭСМ должна представлять собой математическое описание зависимости (функции) уровня транспортной безопасности объекта (так называемая эндогенная переменная, или выход) от вектора факторов (экзогенных переменных, или входа), его определяющих. При этом следует ожидать, что такая функция окажется достаточно сложной как по своим математическим характеристикам, так и по способам идентификации параметров. Экспертная информация потребуется как на этапе выявления указанных факторов, так и при определении

значений эндогенной переменной модели. Основное направление практического использования модели после ее построения должно состоять в следующем. Подставляя в ее правую часть конкретные значения определяющих факторов для некоторого объекта, автоматически можно будет вычислять уровень его безопасности. Разумеется, такой расчет следует выполнять не «вручную», а с использованием соответствующей компьютерной технологии.

На экспертов должны быть возложены следующие обязанности:

1. определить перечень факторов, оказывающих влияние на уровень транспортной безопасности, а также, по возможности, оценить сравнительную важность;
2. произвести субъективную оценку значений уровня безопасности предложенного списка промышленных объектов.

В том случае, если какой-либо показатель требует экспертной оценки, представляется целесообразным базироваться на 100-балльной шкале с использованием классификатора:

- очень плохо (< 20);
- плохо (20-35);
- ниже среднего (35-50);
- средний (50-65);
- выше среднего (65-78);
- хорошо (78-90);
- отлично (90-100).

В группу экспертов целесообразно включать не более 3-5 человек для недопущения противоречивости и организационной путаницы.

Сама процедура экспертизы должна обеспечивать независимость и одновременность (синхронность) в высказывании экспертных суждений. Общение между экспертами не допускается. При необходимости экспертиза может иметь итерационный характер с ротацией членов экспертной группы. Могут быть использованы методы оценки уровня компетентности экспертов, разработанные в рамках системного анализа и теории экспертных оценок.

Экспертами должны быть как транспортники-практики, так и специалисты по системному анализу и применению технических средств обеспечения

безопасности.

Существенным шагом в направлении решения проблемы должна стать разработка компьютерной технологии оценки уровня транспортной безопасности различных объектов со встроенной в нее соответствующей математической моделью.

Естественным возражением против предлагаемой методики может быть следующее – а затем она нужна, если существуют действующие подходы к оценке риска возникновения транспортных угроз? Такое возражение парируется достаточно просто. Последние грешат недостатком, который в значительной мере нивелирует их полезность, а именно – такие методики, как правило, предполагают объединение вероятностей поражения колоссального количества различных узлов, элементов, механизмов, подвижного состава и т. д. А значит, объединение такого же количества неизбежных погрешностей, да и просто ошибок, что в конечном счете неизбежно приведет к существенной потере информативности полученных результатов. Кроме того, – а что вообще означает тот факт, что некоторое событие произойдет с вероятностью 0,41? Ну и что из того? А 0,52 – лучше или хуже? На сколько? Наконец, реализация таких методик представляет собой весьма дорогостоящее мероприятие.

Преимуществами же предлагаемой здесь методики являются следующие. Она базируется на детерминистских принципах, которые, и это очевидно с позиций современной науки, надежнее, достовернее и эффективнее стохастических, именно, когда речь идет об оценке безопасности объекта в целом, а не отдельного его элемента, когда действительно применима вероятностная теория надежности.

Следующее. Методика позволяет явным образом учесть практический опыт и знания специалистов, имеющих дело с профилактикой и ликвидацией конкретных техногенных, в том числе транспортных, катаклизмов. Далее, ее разработка и практическая реализация на порядки (!) дешевле существующих. Четвертое – даже неспециалистам очевидно, что агрегированные (укрупненные) модели гораздо точнее разукрупненных. Исследовать формальными, да и не только ими, методами поведение водоема гораздо проще, чем поведение составляющих его молекул.

Наконец, в результате использования данной методики можно будет точно утверждать – уровень уязвимости (или, наоборот, безопасности) N-ого транспортного объекта составляет 76 % (при 100-балльной шкале), при этом «узкими» местами являются: пожарная автоматика, скученность зданий, отсутствие вооруженной охраны. Указанные 76 % – это своего рода аналог относительной высоты дамбы, предохраняющей от возможного наводнения. И последнее. Для применения методики на практике на новом объекте нужны один компьютер, на котором установлена соответствующая программа, один оператор (не обязательно специалист!), полдня времени – и все!

В последние годы прошлого века пришло осознание того, что мерой опасности (уязвимости) является риск (вероятность) ее проявления. Такой риск представляет собой осознанную опасность (количественно определенную) наступления негативного события с определен-

ными во времени и пространстве последствиями.

На формальном уровне представление меры указанного риска (опасности) R имеет вид:

$$R=PY, \tag{1}$$

где P – вероятность нарушения транспортной безопасности (уязвимость), Y – ущерб от него.

Ущерб принято оценивать как в абсолютных единицах (руб.), так и в относительных (процентах от общей стоимости основных производственных фондов – зданий, сооружений, подвижного состава). Мы, для придания нашей методике универсального характера, будем пользоваться второй (относительной) формой представления ущерба.

Для описания входящих в состав представления (1) сомножителей методика предусматривает построение математической модели экспертно-статистического типа, общая спецификация которой имеет вид:

$$P = \begin{cases} f^1(\alpha^1; x), \text{ при } x \in X^1 \\ f^2(\alpha^2; x), \text{ при } x \in X^2 \\ \vdots \\ f^r(\alpha^r; x), \text{ при } x \in X^r \end{cases} \tag{2}$$

$$P = \begin{cases} g^1(\beta^1; z), \text{ при } z \in Z^1 \\ g^2(\beta^2; z), \text{ при } z \in Z^2 \\ \vdots \\ f^s(\beta^s; z), \text{ при } z \in Z^s \end{cases} \tag{3}$$

Здесь $f^i, i = \overline{1, r}, g^j, j = \overline{1, s}$ – вещественные и, в общем случае, негладкие (допускающие разрывы 1-го и 2-го рода) аппроксимирующие функции, $X^i, i = \overline{1, r}, Z^j, j = \overline{1, s}$ – области определения векторов значений экзогенных переменных x и z , которые могут иметь весьма сложную конфигурацию, в частности, быть невыпуклыми.

Для определения типов аппроксимирующих функций модели, списков моделируемых факторов, оконтуривания областей определения значений экзогенных переменных, а также оценки неизвестных векторов параметров $\alpha^i, i = \overline{1, r}$, и $\beta^j, j = \overline{1, s}$ должен быть использован сформированный на предмодельной стадии информационный кортеж:

$$O = \langle W, \Omega, \Xi \rangle,$$

где W – совокупность статистической информации об экзогенных и эндогенных переменных; Ω – совокупность экспертной информации об анализируемом объекте; Ξ – совокупность привлекаемой нормативной информации.

Для оценки степени адекватности, реализующей спецификацию (1) – (3) математической модели анализируемому объекту, может быть использован широкий спектр показателей, разработанных в рамках анализа данных критериев. Это, в частности, коэффициент множественной детерминации; критерии Фишера, Стьюдена,

Хикса, Дарбина-Уотсона; средние относительные ошибки аппроксимации и прогноза, критерии смещения, согласованности поведения, информативности и т. д. Подробные смысловые характеристики и расчетные формулы критериев представлены, например в [1].

Литература

1. Носков С.И. Технология моделирования объектов с нестабильным функционированием и неопределенностью в данных. Иркутск: Облформпечать, 1996. 320 с.

References

1. Noskov S.I. Modeling technology for objects of unstable performance and data uncertainty. Irkutsk: Oblinformpechat', 1996. 320 s.

УДК 510.6

Инновационные технологии обработки текстовых документов

Е.Г. Дулепов^{1*}, А.Н. Ефремова¹

¹Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия
Статья поступила 29.12.2011, принята 17.02.2012

В статье предлагается алгоритм компьютерной обработки текстовых документов, ядром которого является разработанный универсальный алгоритм доказательства теорем логики высказываний. К основным текстовым документам авторы относят законы, договоры, контракты, декларации, соблюдение или выполнение которых необходимо постоянно контролировать, при этом полноценному компьютерному анализу и мониторингу текстовых документов должна предшествовать довольно сложная процедура формализации, связанная с трудностями, порождаемыми неоднозначностью семантики и синтаксиса естественных языков. Параметрами текстовых документов и предложений, входящих в них, являются смысл и логическая структура, имеющая истинностную оценку. Логической можно считать структуру документа, образованную истиной и ложью входящих в него предложений. Очевидно, что смысл любого текстового документа ясен его создателям. Отсюда следует, что для компьютерной обработки документа необходимо сохранить его логическую структуру и удалить смысл. Такая процедура, как известно, называется формализацией и предполагает замену каждого предложения документа буквой, а логических связей между предложениями (буквами) – символами известных логических операций языка вида: НЕ, И, ИЛИ, ЕСЛИ – ТО. В результате формализации задание текстового документа будет представлено решением логического уравнения $f(x_1, \dots, x_n) = 1$, где $f(x_1, \dots, x_n)$ – функция алгебры логики. Выполняя миллионы операций в секунду, компьютер существенно упростит по форме это решение. При необходимости, после компьютерной обработки можно получить новый для пользователя, но уже более удобный текстовый документ, адекватный исходному. Эта процедура называется интерпретацией. В статье предлагаются анализ и мониторинг текстового документа путем компьютерного доказательства существования теоремы вида $(f_{\text{ГИПОТЕЗА}} \cdot f(x_1, \dots, x_n = 1) \Rightarrow f_{\text{СЛЕДСТВИЕ}}$. Условия, или гипотезы, воздействующие на документ, определяют внешние причины, например, рынок. Верификация алгоритма обработки текстовых документов демонстрируется решениями трех задач: мониторинга коммерческого договора, упрощения логического выражения и оценки истинности сложной конструктивной дилеммы, при этом формализация выполняется только для первой задачи.

Ключевые слова: текстовые документы, теоремы, гипотезы, формализация, интерпретация, верификация.

Innovation techniques for text documents processing

E.G. Dulepov^{1*}, A.N. Efremova¹

¹Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia
Received 29.12.2011; Accepted 17.02.2012

In the article the authors propose the algorithm for electronic text documents processing, its core being the universal algorithm of the assertion-level logic theorem proving developed by the authors and published in № 2 (10), 2011 «Systems. Methods. Technologies» scientific journal. According to the authors, the main text documents to be observed and constantly monitor are laws, agreements, contracts, declarations. The parameters of text documents are the meaning and logical structure having a truth-value assessment. The meaning of any text document is usually clear to its authors and plays no role later on, because to electronically process the document, it is proposed to preserve only its logical structure and remove its meaning. This procedure is known as formalization and involves the

* E-mail address: iipm@brstu.ru