

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности |



Том 3 Номер 1(7)



2018



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

-
1. **Сеньков А.В., Луферов В.С., Гервик Е.М.** Особенности наполнения онтологии знаниями при управлении рисками в сложных организационно-технических системах **2**
Senkov A.V., Luferov V.S., Gervik E.M. Peculiarities of Filling Ontology with Knowledge at Risk Management in Complex Organizational-Technical Systems

 2. **Пучков Ю.И.** Модифицированный инверсный код **7**
Puchkov Yu.I. Modified Inverse Code

 3. **Курьлев В.А., Раскатова М.В.** Разработка структуры обращений пользователей для информационной системы службы методической и технической поддержки **12**
Kurylev V.A., Raskatova M.V. Development of the Structure of User Applications for the Information System of the Methodological and Technical Support Service

 4. **Луферов В.С., Федулова С.А.** Оперативное прогнозирование электрических нагрузок с учетом метеофакторов на основе нечетких временных рядов **21**
Luferov V.S., Fedulova S.A. Operational Forecasting of Electrical Loads with Accounting Meteofacoters Based on Fuzzed Time Series

 5. **Балашов О.В., Букачев Д.С., Кондратова Н.В.** Способы формализации задачи принятия решений для проектирования систем поддержки принятия решений **25**
Balashov O.V., Bukachev D.S., Kondratova N.V. Ways of Formalization of the Problem of Decision-Making for Designing of Systems of Support of Decision-Making
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.853

ОСОБЕННОСТИ НАПОЛНЕНИЯ ОНТОЛОГИИ ЗНАНИЯМИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ В СЛОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Сеньков А.В., Луферов В.С., Гервик Е.М.

Филиал ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, Россия (214013 Россия, г. Смоленск, Энергетический проезд, 1), e-mail: a.v.senkov@mail.ru

Статья посвящена изложению особенностей извлечения знаний из текстов в сфере управления рисками в сложных организационно-технических системах. Определено место задачи извлечения знаний в процессе управления рисками и в интеллектуальной программной платформе для управления рисками. Рассмотрены особенности существующих архивов данных, фиксирующих реализовавшиеся в сложных организационно-технических системах риски, а также дан краткий обзор существующих способов и методов извлечения знаний из схожих структур данных. Сделан вывод о возможности решения задачи извлечения знаний при управлении рисками в сложных организационно-технических системах и получения результата извлечения таких данных как в промежуточном формате онтологии, так и в конечном формате графической нотации.

Ключевые слова: управление рисками, извлечение знаний, онтологии.

PECULIARITIES OF FILLING ONTOLOGY WITH KNOWLEDGE AT RISK MANAGEMENT IN COMPLEX ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

Senkov A.V., Lufarov V.S., Gervik E.M.

Smolensk Branch of the National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Russia (214013, Smolensk, street Energeticheskij, 1); e-mail: a.v.senkov@mail.ru

The article is devoted to the description of the features of extracting knowledge from texts in the field of risk management in complex organizational-technical systems. The place of the task of knowledge extraction in the process of risk management and in the intelligent software platform for risk management is defined. Features of existing data archives that record risks that have been realized in complex organizational-technical systems are reviewed, and a brief overview of existing methods and methods of extracting knowledge from similar data structures is given. The conclusion is made that it is possible to solve the problem of extracting knowledge when managing risks in complex organizational and technical systems and obtaining the result of extracting such data both in the intermediate ontology format and in the final format of graphical notation.

Key words: risk management, extracting knowledge, ontology.

Управлению рисками посвящено множество работ как отечественных, так и иностранных авторов. В рамках цикла работ по интеллектуальному управлению рисками в

сложных организационно-технических системах, авторами разработан комплекс методов, интеллектуальных моделей и способов управления рисками в таких системах.

В рамках работы [1] предложена структура интеллектуальной программной платформы для управления рисками, во-первых, отличающаяся возможностью накопления, обобщения и распространения передового опыта в сфере управления рисками, во-вторых обеспечивающая возможность построения гибридных интеллектуальных моделей разного уровня сложности экспертом в сфере управления рисками без участия программистов, в-третьих применимая для систем различного масштаба: корпоративных, региональных, федеральных, интернациональных, в-четвертых обеспечивает гармонизацию знаний в сфере управления рисками за счет как применения единого формата обмена знаниями в виде графической нотации рисков (формального языка), так и едиными интерфейсами интеллектуальных моделей, обеспечивающих построение гибридных интеллектуальных систем различного уровня сложности.

Таким образом, в рамках Платформы рассмотрен сбор, накопление, обобщение и анализ знаний лишь в заранее формализованном виде [2]. Однако, уже сейчас значительный объем информации накоплен в слабоструктурированном или неструктурированном виде. Говоря о накопленной информации в сфере управления рисками в сложных организационно-технических системах следует учесть, в первую очередь, тот факт, что законодательство Российской Федерации в сфере управления рисками по отдельным направлениям достаточно строго формализовано. К таким направлениям можно отнести: охрану труда, промышленную и пожарную безопасность, охрану окружающей среды и т.д. Любая микротравма, несчастный случай, пожар, инцидент, авария, выброс в атмосферу, сброс в воды тщательно расследуются комиссиями. Результаты расследования анализируются, разрабатываются мероприятия по предотвращению подобных нежелательных событий в будущем.

Подход к проведению расследования в каждой из перечисленных направлений выстроен в рамках общей канвы. Обобщенно, процесс расследования может быть представлен в виде следующего набора шагов (на примере расследования несчастного случая на производстве).

1. Выполнение первоочередных мероприятий.
Оказание первой, доврачебной помощи и доставка пострадавшего (их) в медицинскую организацию. Предотвращение развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц. Сохранение обстановки до начала расследования несчастного случая. Формирование извещения о несчастном случае. В соответствии с [3], этот этап относится к прецедентному управлению рисками.
2. Формирование комиссии по расследованию несчастного случая.
В зависимости от типа несчастного случая, комиссия по расследованию формируется в различном составе.
3. Установление диагноза. Осуществляется лечебно-профилактическим учреждением.
4. Проведение расследования несчастного случая.
Включает формирование протокола осмотра места несчастного случая, протоколов опроса пострадавших, очевидцев, должностных лиц, а также пакет материалов расследования.
5. Выработка мероприятий по предотвращению подобных несчастных случаев.
6. Определение статуса несчастного случая: связан или не связан с производством, является ли тяжелым, групповым или смертельным.
7. Оформление результатов расследования в виде акта в установленной (для связанных с производством НС) или в свободной форме.

8. Передача пакета документов заинтересованным лицам.
9. Регистрация результатов расследования несчастного случая (данные акта Н-1, данные акта расследования группового несчастного случая (тяжелого несчастного случая, несчастного случая со смертельным исходом) в журнале регистрации несчастных случаев на производстве.
10. Выполнение мероприятий по предупреждению подобных несчастных случаев. В соответствии с [3], этот этап относится к прелиминарному управлению рисками.

Наиболее интересным с точки зрения сбора информации является этап регистрация результатов расследования инцидента. Именно этот этап представляет собой концентрированный набор информации о реализовавшемся риске. Причем, результаты этого этапа являются слабоструктурированными, поскольку, с одной стороны, акт имеет фиксированную структуру и некоторые блоки могут быть четко классифицированы, например:

- дата и время несчастного случая;
- организация-работодатель (имеет целый ряд кодов классификаторов);
- сведения о пострадавшем (пол, возраст, профессиональный статус, профессия, стаж и т.д.);
- сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда;
- вид происшествия;
- нахождение в состоянии алкогольного или наркотического опьянения.

С другой стороны, отдельные блоки акта могут быть записаны в виде неструктурированного текста, например:

- краткая характеристика места происшествия;
- обстоятельства;
- причины.

В рамках работы [4] была решена задача интерпретации неформализованных блоков акта расследования аварии на опасном производственном объекте в модель темпоральной байесовской сети. Исходя из этого, можно сделать вывод, что задача интерпретации слабоструктурированного текста в формальную модель, например в диаграмму нотации рисков реальна. Одновременно с этим, следует отметить, что структурированная информация, представленная в акте, может быть успешно применена при решении задачи отнесения полученных знаний к определенному классу систем в рамках глобальной части Платформы для управления рисками.

Что касается неформализованной информации в подобных источниках, то для её извлечения часто используются модели семантических сетей или онтологий.

В современных работах, зачастую приводятся алгоритмы не только извлечения знаний из слабо структурированных и неструктурированных текстов, но и алгоритмы обучения (расширения онтологий).

Так в работе [5] рассматриваются вопросы слияния онтологий. В работе [6] решается задача извлечения терминологии в процессе обработки текстов. В [7] решается задача автоматического извлечения знаний из wiki-ресурсов. В работе [8] решается задача не только извлечения знаний, но и расширения онтологий. Для извлечения темпоральных данных могут применяться способы, предложенные, например, в [9, 10].

Таким образом, задачи извлечения знаний из текстов при управлении рисками в сложных организационно-технических системах, во-первых, являются решаемыми, во-вторых, должны

Сеньков А.В., Луферов В.С., Гервик Е.М. Особенности наполнения онтологии знаниями при управлении рисками в сложных организационно-технических системах // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.3 №1(7) с. 2-6

обеспечивать комплексный подход к извлечению знаний, включающий извлечение классифицирующих данных, извлечение непосредственно знаний и выстраивание знаний в корректные с темпоральной точки зрения конструкции. В конечном итоге, для решения задачи наполнения онтологии для управления рисками может быть применен один из существующих способов наполнения онтологии или разработан новый способ анализа текстов, в результате выполнения которого могут быть получены онтологии предметно области (как промежуточный результат) или непосредственно диаграммы в нотации рисков, описывающие рассматриваемый передовой опыт.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-37-60059.

Список литературы

1. Сеньков А.В. Интеллектуальная программная платформа для управления комплексными рисками // *Фундаментальные исследования.* – 2017. – № 11 (часть 2) – С. 325-330
2. Сеньков А.В., Графическая нотация для представления процесса управления комплексными рисками // *Современные наукоемкие технологии.* – 2016. – № 12-1 . – С. 72-81
3. Сеньков А.В. Управление рисками: интеллектуальные модели, методы, средства. – Смоленск: Универсум, 2016.
4. Senkov A.V., Zaharov A.S., Borisov V.V. Accident Risks Assessment by Temporal Fuzzy Bayesian Network // *International Journal of Applied Engineering Research Volume 11, Number 22 (2016) pp 10731-10736*
5. Вагин В.Н., Михайлов И.С. Разработка метода интеграции информационных систем на основе метамоделирования и онтологии предмет-ной области // *Программные продукты и системы.* 2008
6. Гаврилова Т.А. Извлечение знаний: лингвистический аспект // *Enterprise Partner.* 2001. № 1 (27)
7. Загорюлько Ю.А., Загорюлько Г.Б., Шестаков В.К., Кононенко И.С. Концепция и архитектура тематического интеллектуального научного интернет-ресурса // *Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции/ Труды XV Всероссийской научной конференции RCDL'2013.* 2013.
8. Мошкин В.С., Ярушкина Н.Г. Гибридизация алгоритмов извлечения знаний из текстов и механизма прецедентов в процессе расширения онтологии // *Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ – 2016 : труды конференции.* Т.1. – Смоленск : Универсум, 2016. – С. 80–87.
9. Сердюк Ю.П. Базовая архитектура, методы и алгоритмы системы извлечения темпоральной информации из текстов на естественном языке // *Программные системы: теория и приложения.* 2015. Т. 6. Вып. 4. – С. 401–418
10. Ковалев С.М. Модели представления и поиска нечетких темпоральных знаний в базах данных временных рядов // *Тр. 11-й нац. конф. по искусственному интеллекту с межд. участием КИИ В 3-х т. Том 1.– М.: ЛЕНАНД, 2008*

References

1. Senkov A.V. Intelligent software platform for managing complex risks // *Fundamental research.* - 2017. - No. 11 (Part 2) - pp. 325-330
2. Senkov AV, Graphical notation for the presentation of the process of managing complex risks // *Modern high technology.* - 2016. - No. 12-1. - P. 72-81
3. Senkov A.V. Risk management: intelligent models, methods, tools. - Smolensk: Universum, 2016.

Сеньков А.В., Луферов В.С., Гервик Е.М. Особенности наполнения онтологии знаниями при управлении рисками в сложных организационно-технических системах // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.3 №1(7) с. 2-6

4. Senkov A. V., Zaharov A.S., Borisov V.V. Accident Risks Assessment by Temporal Fuzzy Bayesian Network // International Journal of Applied Engineering Research Volume 11, Number 22 (2016) pp 10731-10736
5. Vagin VN, Mikhailov IS Development of the method of integration of information systems based on metamodeling and ontology of subject domain // Software products and systems. 2008
6. Gavrilova T.A. Extraction of knowledge: a linguistic aspect // Enterprise Partner. 2001. No. 1 (27)
7. Zagorulko Yu.A., Zagorulko GB, Shestakov VK, Kononenko IS The concept and architecture of the thematic intellectual scientific Internet resource // Electronic Libraries: Advanced Methods and Technologies, Digital Collections / Proceedings of the 15th All-Russian Scientific Conference RCDL'2013. 2013.
8. Moshkin VS, Yarushkina NG Hybridization of algorithms for extracting knowledge from texts and the mechanism of precedents in the process of ontology expansion // Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence with International Participation KII-2016: Proceedings of the Conference. T.1. - Smolensk: Universum, 2016. - P. 80-87.
9. Serdyuk Yu.P. Basic architecture, methods and algorithms of the system for extracting temporal information from texts in natural language // Program systems: theory and applications. T. 6. Vol. 4. - P. 401-418
10. Kovalev S.M. Models of representation and search for fuzzy temporal knowledge in time series databases // Proc. 11th nat. Conf. on artificial intelligence with int. Participation of CII in 3 volumes Volume 1.- М.: LENAND, 2008



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.021

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ИНВЕРСНЫЙ КОД

Пучков Ю.И.

Филиал ФГБУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, Россия (214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, 1), e-mail: puchkov304@mail.ru

Настоящая статья посвящена построению кода, позволяющему исправлять трёхкратные ошибки, и описанию алгоритма его декодирования, приводится сравнение с БЧХ кодом при той же его корректирующей способности.

Ключевые слова: код, кодирование, декодирование, корректирующая способность, эффективность.

MODIFIED INVERSE CODE

Puchkov Yu.I.

Smolensk Branch of the National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Russia (214013, Smolensk, street Energeticheskij, 1); e-mail: puchkov304@mail.ru

This article is devoted to building code allows correct three errors and its decoding algorithm description, include a comparison with the BCH Code with the same his(its) corrective ability.

Key words: code, coding, decoding, corrective ability, efficiency.

Двоичные коды, исправляющие ошибки большей кратности ошибки, имеют достаточно сложный алгоритм декодирования [1,2,4]. В ряде случаев, например, при управлении технологическими процессами, в системах телемеханики требуется передавать небольшое число команд с относительно простым алгоритмом декодирования и небольшой корректирующей способностью. К эффективности кода в этом случае жестких требований не предъявляется. В статье рассматривается код, позволяющий исправлять все одиночные, двойные, тройные ошибки. Рассмотрен алгоритм его кодирования и декодирования.

Среди кодов с небольшой корректирующей способностью имеется код, получивший название инверсного кода[5,6]. Это разновидность кода с повторением. В качестве исходного кода используют двоичный избыточный код. Правило построения инверсного кода: если исходный код содержит чётное число единиц, то он повторяется без изменения; если же число единиц нечётное, то код повторяется инверсно.

При декодировании вначале принимается первая половина кода и если в ней содержится чётное число единиц, то принимается вторая половина кода без изменения, а если в первой половине кода окажется нечётное количество единиц, то вторая половина принимается инверсно. Разрядность кода обозначим буквой n . В этом случае в первой и второй поло-

винах кода число разрядов составит по $n/2$. Обе половины кода поразрядно сравниваются - разряды суммируются. Результатом суммирования будет двоичная последовательность длины $n/2$. (В двоичных кодах суммирование проводят по модулю два). В случае отсутствия ошибок в принятой комбинации результатом суммирования будет нулевая комбинация. При наличии одиночной ошибки в первой части кодовой комбинации результатом сравнения станет комбинация, состоящая из единиц и одного нуля, на позиции искажённого разряда. Если искажён один разряд лишь во второй половине комбинации, то результатом сравнения будет нулевая комбинация с одной единицей на позиции искажённого разряда. Так происходит определение разряда поражённого ошибкой, и в какой половине кода он находится. Искажённый разряд инвертируется и тем самым происходит исправление одиночной ошибки. Следует заметить, что передаваемая информация содержится лишь в первой половине кода, поэтому исправлять ошибку в разрядах второй половине кода необязательно. Число разрядов исходного кода должно хотя бы не 1 превышать удвоенную кратность исправляемой кодом ошибки. Нумерацию разрядов обеих половин кода примем одинаковой.

Например, имеются две комбинации исходного избыточного кода А1- 10011 и А2- 11011. Соответствующие инверсные коды Б1 - 1001101100 и Б2 - 1101111011. Допустим передаётся комбинация Б1 и искажён второй разряд в первой половине кода Б1. Принятая комбинация будет иметь вид 1101101100. Если искажён только второй разряд во второй половине кода, то будет принята комбинация 1001100100. При декодировании в первом случае, поскольку первая половина принятого кода содержит чётное число единиц, то вторая половина кода принимается прямо (не инверсно). Во втором случае первая половина кода содержит нечётное число единиц, и вторая часть кода будет принята инверсно. Результаты сравнения, как указывалось ранее, будет состоять из единиц с нулём на месте поражённого (второго) разряда в первой части кода, и из нулей с единицей а месте искаженного разряда во второй части кода. Рассмотренный пример декодирования имеет вид:

$$\begin{array}{r} 11011 \quad 10011 \\ \underline{01100} \quad \underline{11011} \\ 10111 \quad 01000. \end{array}$$

Аналогичным образом инверсный код мог бы исправляет ошибки большей кратности в одной половине кода, если кратность ошибок меньше половины длины исходного избыточного кода. Но это возможно лишь в случае наличия информации, что ошибки поразили лишь одну половинку кода. Как правило, подобная информация на приёмной стороне отсутствует и поэтому не следует полагать, что код может исправлять больше одиночной ошибки независимо от длины исходного кода. Кодовое расстояние между любыми соседними комбинациями инверсного кода оказывается одинаковым и равным длине исходного кода $d = n/2$. Это обстоятельство ошибочно принято за минимальное кодовое расстояние. Однако минимальная длина кодового расстояния инверсного кода $d_{\min} = 4$ и не зависит от длины исходного кода. Код с таким d_{\min} может исправлять лишь одиночные ошибки.

Но, учитывая особенность построения и декодирования инверсного кода, он может одновременно исправлять одиночные ошибки и обнаруживать двойные ошибки, указывая места искажённых разрядов, кроме случая, когда двойная ошибка поражает одноимённые разряды обеих половин кода. Например, передавалась комбинация Б2 кода и в ней искажены вторые разряды обеих половинок кода. Принятая комбинация будет иметь вид 1001110011. Поскольку в первой половине кода нечётное число единиц, то вторая половина кода принимается инверсно. Результат сравнения

$$\begin{array}{r} 10011 \\ \underline{01100} \end{array}$$

будет содержать одни единицы, что следует отождествить с наличием двойной ошибки в двоичных разрядах половинках кода. Поражённые ошибкой разряды кода неизвестны.

За исключения этого случая, двойная ошибка будет обнаружена и указаны места искажённых разрядов. Но где эти разряды находятся: в одной половинке кода или по одному в каждой половинке кода, неизвестно. Если исходный код имеет число разрядов больше 4, то подобная ситуация будет и при возникновении большего числа ошибок.

Рассмотрим модификацию инверсного кода – построим код, позволяющий определить распределение ошибок по половинкам кода. Модификация заключается в том, что в качестве исходного кода выбирается код, исправляющий одиночные ошибки. Это приведёт естественно к увеличению избыточности кода. Однако, как будет показано ниже, по сравнению с другими кодами, имеющими такую же корректирующую способность, избыточность модифицированного кода будет соизмеримой. Применение в качестве исходного кода с большей корректирующей способностью нецелесообразно, поскольку утратится основное достоинство инверсного кода – простота декодирования.

Примем, что в качестве исходного кода применим групповой код Хэмминга с $d_{\min}=3$, у которого двоичный эквивалент опознавателя соответствует номеру искажённого разряда кода, если произошла одиночная ошибка. При двойной ошибке опознаватель также окажется не нулевым, а при ошибках кратных трём опознаватель будет нулевым (как, если бы ошибок не было). Заметим, что при инвертировании группового кода (если число единиц в исходном коде окажется нечётным), получим комбинацию, которая также является комбинацией того же группового кода с теми же правилами получения опознавателя.

Декодирование модифицированного кода. Вычисляются опознаватели обеих частей кода. Возможны следующие ситуации: а) опознаватели обеих частей кода нулевые; б) один опознаватель нулевой, а второй не нулевой; в) оба опознавателя не нулевые. Следует учесть, что в выбранном коде Хэмминга опознаватель будет содержать лишь одну единицу только в случае искажения соответствующего проверочного символа кода, а в информационных символах этой половине кода ошибок нет. На последнем этапе детектирования модифицированного кода производится сравнение только информационных разрядов инверсного кода. На выход декодирующего устройства выдаются информационные разряды лишь первой части кода. Ошибки во второй части кода можно не исправлять.

Рассмотрим вариант а). Если опознаватели оказались нулевыми, то осуществляется обычное декодирование инверсного кода, без учёта проверочных разрядов кода Хэмминга. Если в результате сравнения получится нулевая комбинация, то принятый код не содержал ошибок в информационных разрядах и первая информационная часть кода передаётся на выход декодирующего устройства. Не нулевой результат сравнения указывает на наличие тройной ошибки лишь в одной из половинок кода. Тройная ошибка может поразить не только информационные разряды кодов. Поэтому из информационных разрядов тройной ошибкой могут быть поражены один, два или три разряда. Но поскольку они находятся в одной половине кода, то при длине информационной части исходного кода равной или большей 7 они исправляются, если находятся в первой половине кода и не принимаются во внимание, если находятся во второй половинке кода.

Вариант б). Один не нулевой опознаватель указывает на наличие одиночной или двойной ошибки в соответствующей половинке кода. В результате сравнения информационных разрядов эти ошибки могут быть исправлены.

Вариант в). Оба опознавателя не нулевые. Это означает, что в каждой части принятой

комбинации есть либо одиночная, либо двойная ошибки. То есть в принятой кодовой комбинации возможна двойная или тройная ошибка. Случай четверной ошибки не рассматриваем, поскольку это выходит за пределы корректирующей возможности кода. Производим сравнение информационных частей кода.

Если результат сравнения будет состоять из одних единиц, то это означает наличие двойной ошибки (по одной ошибке в каждой половине кода) в одноимённых разрядах половинок кода. По опознавателю первой части кода она исправляется, и информационные разряды поступают на выход декодирующего устройства.

В случае тройной ошибки, когда поражены два одноимённых разряда в обеих частях и один разряд в первой либо во второй половинках кода, результат сравнения укажет на наличие одиночной ошибки в соответствующей части кода. Если эта ошибка оказалась во второй половине кода, то в первой половине была одиночная ошибка, и по опознавателю первой половины она исправляется. В случае, когда рассматриваемая ошибка оказалась в первой части, то одиночная ошибка была во второй части и по опознавателю второй части она исправляется. После этого результат сравнения информационных частей позволит исправить двойную ошибку, находящуюся в первой части кода.

Тройная ошибка, когда одноимённые разряды половинок кода не поражены. Результат сравнения укажет на поражённые разряды, но не ясно как они распределены по половинкам кода. В соответствии с опознавателем первой части кода исправляем в ней одиночную ошибку. После этого вновь осуществляем приём и сравнение информационных частей кода. Если окажется, что одна ошибка устранена, а остальные две остались на прежних местах, то информационная часть первой половины ошибок теперь не содержит. Если же в результате исправления одиночной ошибки в первой части кода и повторения приём с последующим сравнением окажется, что положение ошибочных разрядов изменилось, то это свидетельствует о том, что в первоначально принятом коде одиночная ошибка была в его второй половине. По опознавателю второй половины кода её следует исправить, а остальные две ошибки останутся лишь в первой половине кода. Места их известны и они подлежат исправлению.

Проведём сравнительную оценку избыточности модифицированного инверсного кода. Избыточность определим как отношение числа избыточных m символов к общей длине n кода $R = m/n$ [3]. Избыточность исходного инверсного кода всегда равна $R = 0.5$. В модифицированном коде избыточными символами являются не только символы второй половины инверсного кода, но и проверочные символы обеих половинок группового кода. Поэтому избыточность его будет больше 0.5.

Для примера рассмотрим модифицированный код длиной $n = 30$, каждая половина которого есть групповой код (15,11), содержащий 15 разрядов, из которых 11 разрядов - информационные и 4 - проверочные. Количество информационных символов в рассмотренном модифицированном коде – 11 и $m = 19$. Информационные символы этого кода, это информационные символы первой половины кода, а проверочные, это число символов второй половины кода и 4 проверочных символа первой половины кода. Его избыточность $R = 19/30 = 0.63$. Сравним его с избыточностью полного БЧХ кода длиной $n = 31$, исправляющего трёхкратные ошибки [2,7]. Он имеет 16 информационных символов и $m = 15$ проверочных. Его избыточность составляет 0.48. В системах управления технологическими процессами используются, как правило, укороченные коды. Если число информационных символов БЧХ кода укоротить до 11 символов (как и у рассмотренного модифицированного инверсионного кода), то избыточность БЧХ кода составит 0.57. Если же сравнить эти коды при 8 информационных символах, то избыточность БЧХ кода сравняется с избыточностью модифицированного кода, Она окажется одинаковой и равной 0.67. Но декодирование указанного БЧХ

кода связано с решением системы трёх нелинейных уравнений в алгебре конечных полей, что несоизмеримо сложнее декодирования рассмотренного модифицированного инверсного кода. Основной операцией при декодировании модифицированного кода оказывается операция сравнения лишь информационных частей кода.

Декодирование рассмотренного кода можно ещё упростить, если одну часть (лучше первую) группового кода дополнить ещё одним разрядом проверки на чётность, что позволит судить о чётности ошибок в соответствующей половине кода. При этом немного увеличится избыточность кода, но и увеличится на единице минимальное кодовое расстояние.

Список литературы

1. Морелос-Сарагоса, Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение / Р. Морелос-Сарагоса. - М.: Техносфера, 2006. - 320 с.
2. Кларк. Дж., мл., Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи: Пер. англ. – М.: Радио и связь, 1987. -392с.
3. Кудряшов Б.Д. Теория информации – СПб.: СПб Питер, 2009. – 322с
4. Сидельников В.М. Теория кодирования - М.: Физматлит - 2008 г. -324с.
5. Духин А.А. Теория информации –М.: Гелиос АРВ, 2007.- 248с
6. Березкин Е.Ф. Основы теории информации и кодирования Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 312 с
7. Ховард, М. Защищенный код / М. Ховард, М. Леблан. - М.: Русская редакция; издание 2-е, испр., 2005. - 704 с.

References

1. Morelos-Zaragoza, R. the Art of error-correcting coding. Methods, algorithms, applications / R. Morelos-Zaragoza. - Moscow: Technosphere, 2006. - 320 C.
2. Clarke. John., ml., Kane J. Coding with error correction in digital communication systems: TRANS. English. - Moscow: Radio and communication, 1987. - 392с.
3. Kudryashov B. D. information Theory – SPb.: SPb Piter, 2009. – 322с
4. Sidelnikov V. M. coding Theory - M.: Fizmatlit - 2008. -324 p.
5. Dukhin A. A. information Theory –M.: Gelios ARV, Moscow, 2007.- 248с
6. Berezkin, E. F. Fundamentals of information theory and coding study guide. – М.: МЕРФІ, 2010. - 312 s
7. Howard, M. the Protected code / M. Howard, M. LeBlanc. - - Moscow: Russian edition; edition 2nd, ISPR., 2005. - 704 с.



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.5

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ОБРАЩЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СЛУЖБЫ МЕТОДИЧЕСКОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

¹Курылев В.А., ²Раскатова М.В.

¹Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия (125993, Москва, Ленинградский проспект, 49), e-mail: vladak955@gmail.com

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ" (111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная улица, 14), e-mail: marvp@yandex.ru

Статья посвящена описанию структуры обращений пользователей для информационной системы службы методической и технической поддержки, разработанной в рамках работ по созданию Интернет-портала информационного взаимодействия с подведомственными организациями и учреждениями Минобрнауки России. Представлена схема функционирования службы и ее задачи. Показано, что работа с обращениями пользователей организована как работа сервисной службы по рекомендациям ITIL. Предложено разделение видов обращений на инцидент и запрос на обслуживание. Определены приоритеты на обслуживание и нормативное время. Введено понятие степени важности запроса. Для отслеживания прохождения обращения по разным уровням обслуживания разработана структура статуса обращения, позволяющая точно фиксировать исполнителей и место нахождения обращения.

Ключевые слова: информационная система, обращение пользователя, служба поддержки, инцидент, запрос на обслуживание, статус обращения, приоритет обращения.

DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE OF USER APPLICATIONS FOR THE INFORMATION SYSTEM OF THE METHODOLOGICAL AND TECHNICAL SUPPORT SERVICE

¹Kurylev V.A., ²Raskatova M.V.

¹Financial University Under The Government Of The Russian Federation, Moscow, Russia (125993, Moscow, Leningrad Avenue, 49); e-mail: vladak955@gmail.com

²National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Moscow, Russia (214013, Smolensk, street Krasnokazarmennaya, 14); e-mail: marvp@yandex.ru

The article is devoted to the description of the structure of users' appeals for the information system of the service of methodical and technical support, developed within the framework of works on creating an Internet portal for information interaction with subordinate organizations and institutions of the Ministry of Education and Science of Russia. The scheme of the functioning of the service and its tasks is presented. It is shown that the work with users' requests is organized as a service work on the recommendations of ITIL. It is proposed to separate the types

of requests for an incident and a request for services. Priorities for service and standard time are determined. The concept of the importance of the query is introduced. To track the progress of treatment at different levels of service, a structure of the status of circulation has been developed, which makes it possible to accurately record the performers and the location of the appeal.

Key words: information system, user's request, support service, incident, service request, status of treatment, priority of treatment.

Для бюджетирования и планирования финансово-хозяйственной деятельности подведомственных Минобрнауки России (МОН) организаций и учреждений (ПОУ) необходимо предоставление качественных консультационных и информационных услуг по технической и методической поддержке. В настоящий момент перечисленные услуги оказываются в рамках специализированного Интернет-портала информационного взаимодействия с подведомственными организациями и учреждениями. Основным инструментом взаимодействия с пользователями на Интернет-портале является информационная система службы технической и методической поддержки (СТМП).

СТМП представляет собой распределенную иерархическую организационно-техническую структуру, приведенную на рисунке 1.

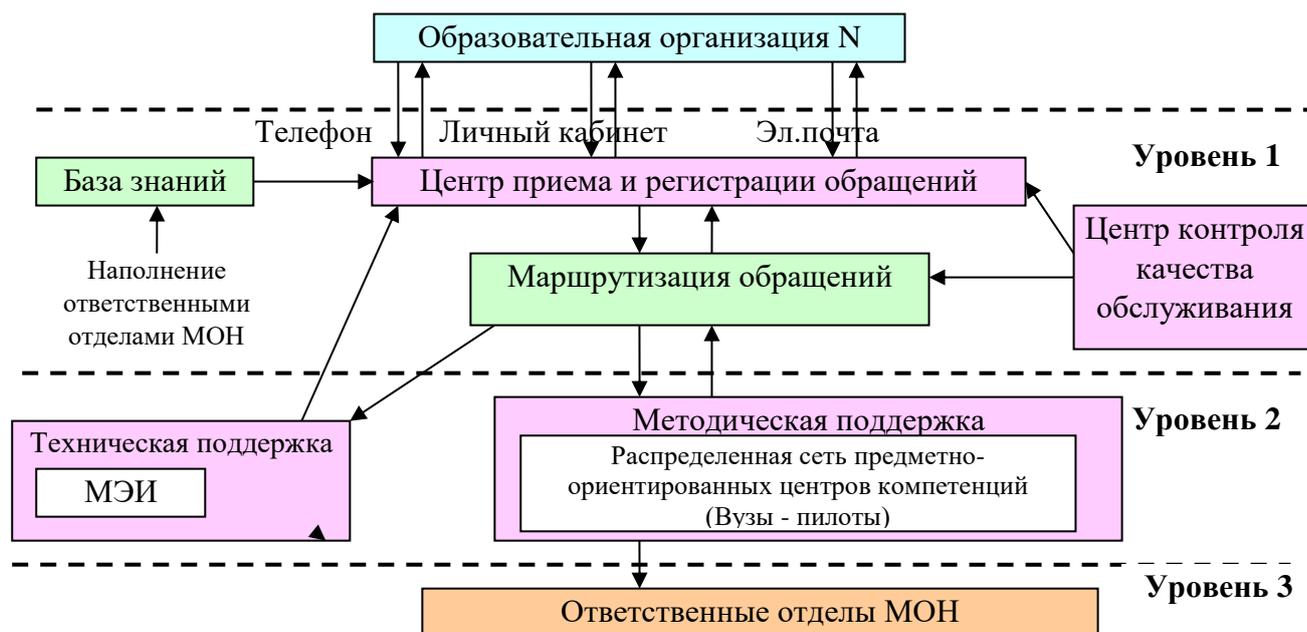


Рисунок 1 – Общая структура СТМП

СТМП является основным инструментом реализации процессов оказания услуг технической и методической поддержки ПОУ по вопросам совершенствования процессов финансово-хозяйственной деятельности и повышения качества финансового менеджмента.

Реализация СТМП выполнена по принципу единого окна, предполагающему, что:

- все обращения подведомственных учреждений, направленные в СТМП по различным каналам связи, поступают в центр приема, регистрации и маршрутизации обращений (ЦПРМО) и регистрируются в единой базе данных регистрации и маршрутизации обращений пользователей (БД РМОП);

- ЦПРМО формирует ответ на обращения по типовым вопросам (с использованием специализированной базы знаний);
- нетиповые вопросы маршрутизируются ЦПРМО по соответствующим предметно ориентированным центрам компетенций и в ответственные отделы МОН. Ответы предметно-ориентированных центров компетенций (ПЦК) на обращения сотрудников ПОУ поступают в ЦПРМО, где производится их структуризация, рубрикация, занесение в базу знаний и формирование итоговых ответов пользователям.

Для решения задач технической и методической поддержки в части обращений сотрудников ПОУ по вопросам совершенствования процессов финансово-хозяйственной деятельности и повышения качества финансового менеджмента СТМП имеет 3 уровня поддержки, выполняющих следующие задачи.

- Первый уровень – прием, регистрация и маршрутизация обращений, ответы на типовые вопросы на основе утвержденных алгоритмов и информации в специализированной базе знаний (реализуется специалистами ЦПРМО).
- Второй уровень – распределенная обработка обращений, содержащих сложные, нетиповые вопросы по технической и методической поддержке, формирование ответов в зависимости от тематики обращения (реализуется специалистами ПЦК).
- Третий уровень – уровень экспертного принятия решений по обращениям сотрудников ПОУ ответственными работниками МОН (реализуется с привлечением ответственных сотрудников Минобрнауки России).

В общем случае задача организации процессов функционирования СТМП относится к вопросам организации функционирования ИТ сервисных служб по информационным технологиям (ИТ) в соответствии с рекомендациями ИТIL[1,2].

Центральное место в работе СТМП занимает обработка обращений пользователей.

Рассмотрим структуру и характеристики обращения пользователя, разработанные на основе рекомендаций ИТIL по управлению инцидентами[2,3].

Категории и виды обращения

1. Обращение имеет 2 категории - «инцидент» или «запрос на обслуживание».

2. **Инцидент** это обращение, связанное с незапланированным прерыванием услуги или возможностью такое прерывания, снижением ее качества, обнаружением сбоя или иного отклонения нормального функционирования систем. Инцидентами считаются не только прерывания и деградация услуги, замеченная пользователем, но также любые аппаратные и программные сбои, зафиксированные специалистом СТМП. В этом случае специалист СТМП самостоятельно регистрирует инцидент, далее исполняя его самостоятельно или маршрутизируя на соответствующий уровень компетенции.

3. **Запрос на обслуживание** это обращение, представляющее собой запрос пользователя на информацию, консультацию, на стандартный доступ или изменение услуги.

Запрос на обслуживание классифицируется по видам:

- консультация по ТП (технической поддержке);
- консультация по МП (методической поддержке);
- предоставление информации;
- жалоба/благодарность;

- изменение ИС, сервиса обслуживания, параметров ИТ-сервисов, внесение предложений по совершенствованию эксплуатационной документации.

3. Обращению можно присвоить только одну категорию. Внутри категории обращение может быть только одного вида. Не допускается смешивание в одном обращении нескольких видов запросов в соответствии с указанной классификацией.

Приоритет обращения и нормативное время

1. Обращению присваивается **приоритет**, показывающий важность обращения по сравнению с другими и определяющий очередность его исполнения.

2. Приоритеты могут быть 4-х видов:

- наивысший приоритет;
- высокий приоритет;
- средний приоритет;
- низкий приоритет.

3. Приоритеты инцидента и запроса на обслуживание имеют разное значение:

- приоритет инцидента определяется на основе срочности исполнения и степени воздействия;
- приоритет запроса на обслуживание определяется на основе срочности исполнения и степени важности.

Схема определения приоритета приведена на рисунке 2.

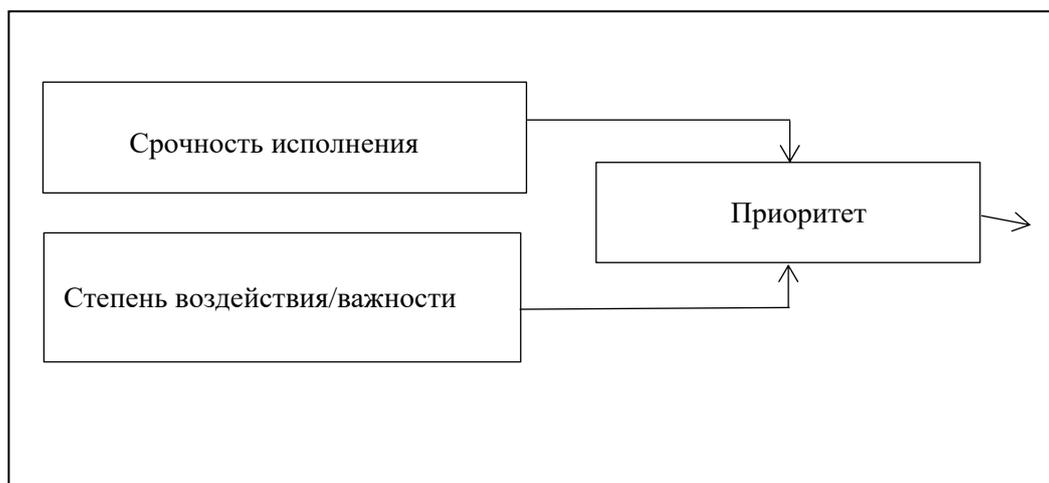


Рисунок 2 – Определение значения приоритета

4. *Срочность исполнения* определяется специалистом ЦПРМО исходя из следующих значений:

| | |
|------------------|--|
| Низкая | На исполнение обращения отводиться не более 10 рабочих дней |
| Средняя | На исполнение обращения отводиться не более 5 рабочих дней |
| Высокая | На исполнение обращения отводиться не более 3-х рабочих дней |
| Наивысшая | Требуется немедленное исполнение обращения длительностью не более 1 рабочего дня |

5. *Степень воздействия* характеризует степень отклонения от нормального уровня предоставления услуги и принимает значения:

- низкая;
- средняя;
- высокая.

6. Степень воздействия зависит от серьезности влияния отклонения на работу пользователей и количества пользователей, подвергшихся ухудшению качества предоставления услуги. Для инцидента это величина ущерба, который будет нанесен, если не исправить быстро. Степень воздействия определяется исходя их следующих параметров:

| Влияние отклонения на работу пользователей | Количество вовлеченных пользователей | | |
|--|--------------------------------------|------------|----------|
| | Менее 3 | От 3 до 10 | Более 10 |
| Серьезные отклонения, нарушающие использование всей системы в целом или отдельных ее служб. Сбой может охватывать работу как отдельных ключевых пользователей, так и целые группы. | средняя | высокая | высокая |
| Отклонения не останавливает работу системы в целом, но часть функций приложений работает некорректно. | низкая | средняя | высокая |
| Отклонения, влияющие на удобство работы с системой, снижающее эффективность ее использования. | низкая | средняя | средняя |

7. На основе значений срочности и степени воздействия определяется значение приоритета для инцидента:

| | | Степень влияния | | |
|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|
| | | Низкая | Средняя | Высокая |
| Срочность | Низкая | Низкий | Низкий | Средний |
| | Средняя | Низкий | Средний | Высокий |
| | Высокая | Средний | Высокий | Наивысший |
| | Наивысшая | Высокий | Наивысший | Наивысший |

8. *Степень важности* запроса на обслуживание характеризует количество и статус пользователей, на работу которых влияет итоговый ответ обращения. Может принимать значения:

| | |
|---------------------------|--|
| Сотрудник | Ответ на обращение одному (нескольким) сотруднику по сравнительно узкой тематике, ограниченной производственным заданием сотрудника в рамках одного сектора, отдела |
| Группа сотрудников | Ответ на обращение охватывает производственные задания нескольких групп сотрудников по разной тематике и из разных отделов или статус пользователя обращения находится на уровне руководителя подразделения среднего звена |
| Подразделение | Ответ на обращение охватывает тематику работы многих подразделений или статус пользователя обращения находится на уровне руководителя подразделения высшего звена, высшего состава руководства |

9. На основе значений срочности и степени важности определяется значение приоритета для запроса на обслуживания:

| | | Степень важности | | |
|------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|
| | | Сотрудник | Группа сотрудников | Подразделение |
| Срочность | Низкая | Низкий | Средний | Средний |
| | Средняя | Низкий | Средний | Высокий |
| | Высокая | Средний | Высокий | Наивысший |
| | Наивысшая | Высокий | Высокий | Наивысший |

10. Под **нормативным временем** понимается количество рабочих часов (дней), прошедших с момента регистрации обращения до его исполнения на одном из уровней поддержки.

11. Для обращения типа «инцидент» устанавливаются следующие значения нормативного времени в зависимости от назначенного приоритета:

| Приоритет | Нормативное время |
|------------------|--------------------------|
| Низкий | 24 часа |
| Средний | 8 часов |
| Высокий | 4 часа |
| Наивысший | 2 часов |

12. Для обращения типа «запрос на обслуживание» устанавливаются следующие значения нормативного времени в зависимости от назначенного приоритета:

| Приоритет | Нормативное время |
|------------------|--------------------------|
| Низкий | 10 дней |
| Средний | 5 дней |
| Высокий | 2 дней |
| Наивысший | 1 день |

13. Срочность исполнения, степень воздействия и степень важности могут меняться во времени в ходе исполнения обращения. В соответствии с этим первоначальный приоритет обращения может быть изменен в зависимости от сложившейся ситуации.

14. Время исполнения обращений с приоритетом «Наивысший» может быть согласовано с пользователем.

15. Порядок исполнения обращений одинакового приоритета определяется в соответствии с усилиями, необходимыми для их исполнения. Например, легко выполнимое обращение может быть выполнено перед обращением, требующим больших усилий. Для реализации данного положения для каждого вида приоритета можно устанавливать дополнительный числовой приоритет в виде числа от 1 до 5.

16. В случае полностью одинаковых приоритетов обращения выполняются в порядке очереди по принципу «первый пришел - первый ушел».

17. Полный контроль качества обслуживания на основе приоритетов регулируется соглашением об уровне обслуживания (SLA) [2,3].

Статус обращения

1. В ходе обработки обращения ему присваивается **статус**, который характеризует состояние хода исполнения в текущий момент времени, положение обращения в процессе исполнения. В статусе может быть указан центр компетенции, которому обращение передано на исполнение и исполнитель (специалист или группа исполнителей), ответственный за это исполнение.

2. Центр компетенции имеет значения:

- <ЦПРМО> – первый уровень поддержки;
- <имя ПЦК> - организация-ПЦК второго уровня поддержки;
- <МОН> – ответственный отдел МОН - третий уровня поддержки.

3. Статусы обращения (запроса на обслуживание, инцидента):

- «новый» - обращение принято в ЦПРМО, проходит стадию классификации и регистрации;
- «зарегистрирован» - зарегистрирован в БД РМОП, но еще передан на выполнение исполнителям;
- «передан на исполнение, <центр компетенции>, <исполнитель>» - принят в работу и находится в состоянии исполнения в центре компетенции под контролем исполнителя;
- «запрос информации» - ожидание дополнительной (уточняющей) информации от пользователя;
- «отложен, <центр компетенции>, <исполнитель>» - выполнение отложено центром компетенции под контролем исполнителя, причина указывается в комментарии;
- «исполнен, <центр компетенции>, <исполнитель>» - полностью исполнен центром компетенции под контролем исполнителя;
- «ожидание подтверждения исполнения» - пользователю направлен итоговый ответ и ожидается подтверждение исполнения;
- «возвращен на распределение, <центр компетенции>, <исполнитель>» - возврат на первый уровень СТМП из центра компетенции под контролем исполнителя в случае

сложного обращения, требующего обработки несколькими ПКЦ или в случае ошибочной маршрутизации;

- «отклонен, <центр компетенции>, <исполнитель>» - обращение отклонено центром компетенции под контролем исполнителя, т.к. содержание обращения не соответствует компетенциям центра, запрос дополнительной информации у пользователя не дал необходимых результатов, причина отклонения указывается в комментариях;
- «возобновлен» - пользователь аргументированно не подтвердил исполнения обращения и выполнен возврат на повторное (дополнительное) исполнение;
- «дубль» - обращение дублирует другое обращение, которое уже поступило ранее и уже завершено или находится в процессе исполнения. В комментариях указывается номер более раннего обращения;
- «закрыт» - полностью исполнен и от пользователя получено подтверждение исполнения обращения;
- «закрыт по требованию пользователя» - пользователь обратился в СТМП с просьбой закрыть обращение, не дожидаясь окончания его исполнения. Причина закрытия со слов пользователя заносится в комментарии.

Разработанная структура обращений пользователя использовалась в рамках работ по автоматизации службы методической и технической поддержки ПОУ Минобрнауки и других направлений информационной поддержки финансовых процессов Минобрнауки России [4-8].

Список литературы

1. Свободный ITIL 2015. – Электронный ресурс: http://wikiitil.ru/books/2015_Free_ITIL.pdf
2. Ван Бон Ян. Введение в ИТ Сервис-менеджмент./ Под редакцией Потоцкого Ю.М. (перевод на русский язык) .- Издательский дом: Van Haren Publishing, по заказу ITSMF Netherlands.- 2003.- 240 с.
3. Управление инцидентами и проблемами. – Электронный ресурс: http://www.inframanager.ru/itsapiens/articles/upravlenie_incidentami/
4. Раскатова М.В., Гаврилов А.И., Бычков Л.В., Курылев В.А., Анисимов А.С. Подходы к организации информационной поддержки процессов учета и исполнения доходной части бюджета Минобрнауки России. – Наука, техника и образование. –2016.–№12(30). –с. 37-40.
5. Раскатова М.В., Гаврилов А.И., Курылев В.А., Озерова В.Е. Реализация системного сопровождения комплексной автоматизированной системы исполнения бюджета Минобрнауки России. – Наука, техника и образование. –2016.–№12(30). –с. 40-43.
6. Раскатова М.В., Булгаков М.В., Тихонова Е.А., Якивчук Е.Е., Курылев В.А. Информационная поддержка учета сведений о подведомственных учреждениях в процессах заключения соглашений о порядке и условиях предоставления субсидий на финансовое обеспечение выполнения государственного задания. – В сборнике: Энергетика, информатика, инновации – 2015. Сборник трудов V Международной научно-технической конференции: в 2 томах. Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Московский энергетический институт), филиал в г. Смоленске. –2015. –с. 221-226.
7. Бобряков А.В., Раскатова М.В., Дроздова Е.Д., Покровская М.А., Гаврилов А.И., Годова И.Д., Омельчук А.В., Пихлакас Л.М., Черникова А.А. Информационная поддержка и

автоматизация процессов учета и исполнения доходной части бюджета Минобрнауки России с использованием комплексной автоматизированной системы. – Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2017. – Т.2 № 4(6) с.3-9.

8. Стефанцов А.Г., Анисимов А.С., Гаврилов А.И., Покровская М.А., Стефанцова Ю.С., Осипова Н.Е. Информационная поддержка и автоматизация процессов учета неиспользованных остатков субсидий на иные цели. - Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2017. – Т.2 № 4(6) с.23-28.

References

1. Free ITIL 2015. - The electronic resource: http://wikiitil.ru/books/2015_Free_ITIL.pdf
2. Wang Bon Yang. Introduction to IT Service Management. / Edited by Pototsky Yu.M. (translated into Russian) .- Publishing house: Van Haren Publishing, commissioned by ITSMF Netherlands .- 2003.- 240 p.
3. Incident and problem management. - Electronic resource: http://www.inframanager.ru/itsapiens/articles/upravlenie_incidentami/
4. Raskatova MV, Gavrilov AI, Bychkov LV, Kurylev VA, Anisimov AS Approaches to the organization of information support for the processes of accounting and execution of the revenue side of the budget of the Ministry of Education and Science of Russia. -Science, technology and education. -2016. -12 (30). - pp. 37-40.
5. Raskatova MV, Gavrilov AI, Kurylev VA, Ozerova V.E. Implementation of the system support of the complex automated budget execution system of the Ministry of Education and Science of Russia. - Science, technology and education. -2016. - № 12 (30). - pp. 40-43.
6. Raskatova MV, Bulgakov MV, Tikhonova EA, Yakivchuk EE, Kurylev VA Informational support of accounting for information on subordinate institutions in the process of concluding agreements on the procedure and conditions for granting subsidies for the financial provision of the state task. - In the collection: Energy, Computer Science, Innovations - 2015. Collected Works of the V International Scientific and Technical Conference: in 2 volumes. National Research University "MEI" (Moscow Power Engineering Institute), a branch in Smolensk. - 2015. -pp. 221-226.
7. Bobryakov AV, Raskatova MV, Drozdova ED, Pokrovskaya MA, Gavrilov AI, Godova ID, Omelchuk AV, Pihlakas LM, Chernikova A .A. Information support and automation of the accounting and execution of the revenue side of the budget of the Ministry of Education and Science of Russia using a complex automated system. - International Journal of Information Technologies and Energy Efficiency. - 2017. - Т.2 № 4 (6) pp. 3-9.
8. Stefantsov AG, Anisimov AS, Gavrilov AI, Pokrovskaya MA, Stefantsova Yu.S., Osipova NE Information support and automation of accounting for unused subsidy balances for other purposes. - International Journal of Information Technologies and Energy Efficiency. - 2017. - Т.2 № 4 (6) pp.23-28.



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.021

ОПЕРАТИВНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК С УЧЕТОМ МЕТЕОФАКТОРОВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

¹Луферов В.С., ²Федулова С.А.

Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, Россия (214013, РФ, г. Смоленск, Энергетический проезд, д. 1), e-mail: ¹lyferov@yandex.ru, ²svfed67@mail.ru

Реализован предлагаемый подход к оперативному прогнозированию электрических нагрузок с учетом метеофакторов на основе нечетких временных рядов. Проиллюстрированы результаты экспериментальных исследований, подтверждающие повышение точности оперативного прогнозирования электрических нагрузок на основе нечетких временных рядов.

Ключевые слова: оперативное прогнозирование электрических нагрузок, нечеткий временной ряд, нечеткое преобразование.

OPERATIONAL FORECASTING OF ELECTRICAL LOADS WITH ACCOUNTING METEOFACOTERS BASED ON FUZZED TIME SERIES

¹Luferov V.S., ²Fedulova S.A.

The Branch of National Research University «Moscow Power Engineering Institute» in Smolensk, Smolensk, Russia (214013, Smolensk, street Energeticheskij proezd, 1), e-mail: ¹lyferov@yandex.ru, ²svfed67@mail.ru

The proposed approach to the operational forecasting of electrical loads with respect to meteor-facts based on fuzzy time series is realized. The results of experimental studies illustrating the increase in the accuracy of operational forecasting of electrical loads on the basis of fuzzy time series are illustrated.

Keywords: operational forecasting of electric loads, fuzzy time series, fuzzy transformation.

В настоящее время разработано большое количество методов, моделей и программных средств для прогнозирования электрических нагрузок. Вместе с тем, оперативное прогнозировании электрических нагрузок характеризуется специфических особенностей, к которым, прежде всего, относится следующий набор факторов, существенно влияющих на потребление электрической энергии: температура воздуха, границы начала и конца светлого времени суток и значения, характеризующие выходные, праздничные и рабочие дни [1]. Также при решении задач оперативного прогнозирования электрических нагрузок объектом исследования является совокупность процессов потребления электроэнергии всеми потребителями. Вектором входных параметров являются значения потребляемой электрической мощности по часам или по дням, или значения потребляемой электроэнергии за тот или иной промежу-

ток времени, или параметры, влияющие на величину электропотребления.

При резкопеременных нагрузках сложно выполнить аппроксимацию с удовлетворительной точностью на всей области определения прогнозируемых параметров. В таком случае целесообразно разбить область определения прогнозируемого параметра на несколько локальных участков, и для каждого такого участка построить модель прогнозирования [2].

В [3] представлена модель нечеткого временного ряда потребления электрической нагрузки. На основе этой модели предлагается выполнить прогнозирование электрической нагрузки. Прогнозирование потребления электрических нагрузок предполагает разделение временного ряда на локальные области и анализ с каждой локальной области в лингвистической форме. Также в результирующем прогнозе учитывается остаточная компонента, параметры которой определяются на основе характеристик текущей области.

Предварительно осуществляется нормировка данных, которая влияет на точность оперативного прогнозирования электрической нагрузки, которая необходима для адекватного применения математических моделей и компьютерных расчетов при вычислениях, связанных с большими и малыми величинами.

Затем осуществляется декомпозиция временного ряда электрической нагрузки на трендовую и остаточную составляющую с помощью нечеткого разбиения [3]. После чего выполняется фазсификация входных переменных тренда и остаточной компоненты.

Получение результата осуществляется посредством: (i) агрегирования подусловий (которое заключается в определении степени истинности условий для каждого правила модели нечеткого вывода); (ii) перехода от условий к подзаключениям (активизация подзаключений), в результате чего для каждого подзаключения находится степень истинности; (iii) аккумуляирования заключений. В итоге формируется нечеткое множество (или их объединение) для каждой из входных переменных.

Затем выполняется дефазсификация – преобразование нечеткого значения в четкое – выходных переменных.

Для прогнозирования остатка временного ряда электрической нагрузки также строится подобная модель нечеткого вывода.

В зависимости от степени оперативности прогноза входными параметрами при прогнозировании являются: текущая потребляемая мощность; мощность за l предыдущих суток $P(t), \dots, P(t-l)$; индекс, обозначающий номер часа прогнозирования $i (1, \dots, n)$, где $n = 24, 48$; условные значения, характеризующие день (рабочий или выходной) [4]; текущая температура $\Theta(t)$; влажность воздуха $U(t)$; температура и влажность за l предшествующих суток $\Theta(t), \dots, \Theta(t-l), U(t), \dots, U(t-l)$. Выходными параметрами являются прогнозные значения $\Theta(t+n)$ и $U(t+n)$.

В результате формируется оперативный прогноз:

$$P(t+1) = F(t+1) + B(t+1)$$

где $P(t+1)$ – прогнозируемое значение электрической нагрузки; $F(t+1)$ – прогнозируемое значение трендовой составляющей электрической нагрузки; $B(t+1)$ – прогнозируемое значение остаточной составляющей электрической нагрузки.

На рисунке 1 проиллюстрированы результаты оперативного прогнозирования электрических нагрузок на основе нечетких временных рядов.

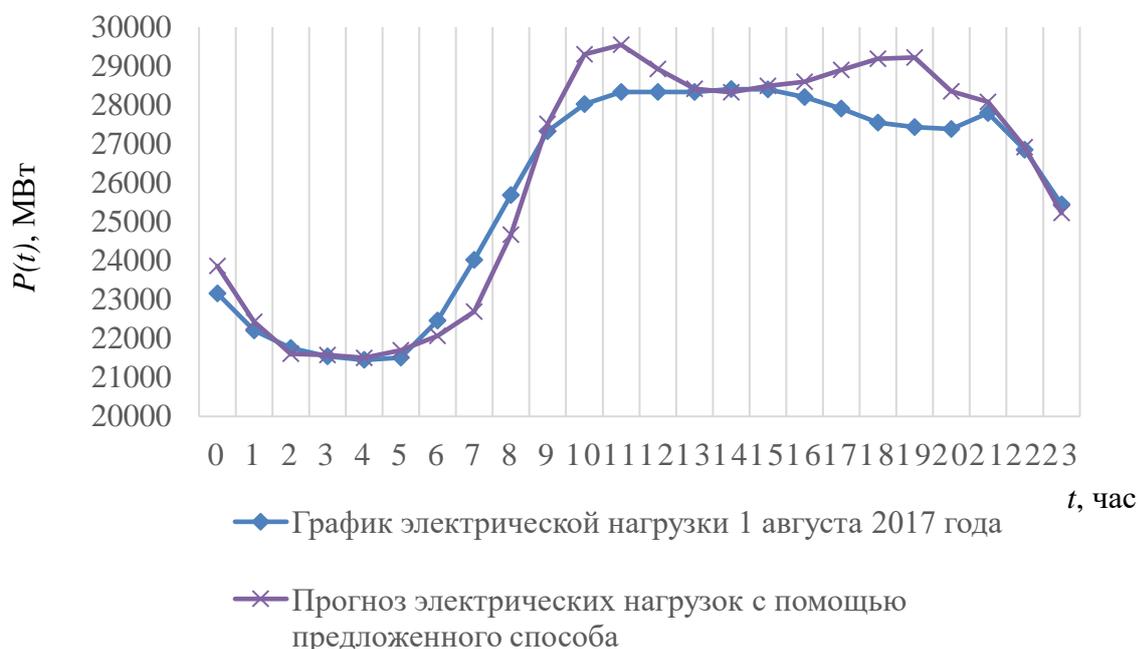


Рисунок 1 – Иллюстрация результатов оперативного прогнозирования электрических нагрузок на основе нечетких временных рядов, на 1 августа 2017 года в г. Смоленске

Результаты экспериментальных исследований (на исторических данных) показывают, что использование нечетких временных рядов позволяет повысить точность оперативного прогнозирования электрических нагрузок до уровня 97,9%.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект №16-19-10568.

Список литературы

1. Седов А.В. Моделирование объектов с дискретно-распределенными параметрами – М.: Наука, 2010. – 433 с.
2. Luferov V., Borisov V., Stefantsov A., Solopov R., Fedulova S. Method for Electric Power Load Forecasting Taking into Account Meteorological Factors based on Fuzzy Models // International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 23 (2017) pp. 14834–14842.
3. Perfilieva I. Fuzzy transforms: theory and applications // Fuzzy Sets and Systems. – 2006. – Vol. 157. – P. 993–1023.
4. Глебов А.А. Модель краткосрочного прогнозирования электропотребления с помощью нейро-нечетких систем: дис. канд. техн. наук: 05.13.10 / Глебов Андрей Александрович. – Астрахань, 2006. – 112 с.

References

1. Sedov A.V. Modeling of objects with discrete-distributed parameters - Moscow: Nauka, 2010. - 433 p.
2. Luferov V., Borisov V., Stefantsov A., Solopov R., Fedulova S. Method for Electric Power Load Forecasting Taking into Account Meteorological Factors based on Fuzzy Models // Inter-

Луферов В.С., Федулова С.А. Оперативное прогнозирование электрических нагрузок с учетом метеофакторов на основе нечетких временных рядов // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.3 №1(7) с. 21-24

national Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 23 (2017) pp. 14834-14842.

3. Perfilieva I. Fuzzy transforms: theory and applications // Fuzzy Sets and Systems. - 2006. - Vol. 157. - pp. 993-1023.
 4. Glebov A.A. Model of short-term forecasting of power consumption with the help of neuro-fuzzy systems: dis. Cand. tech. Sciences: 05.13.10 / Glebov Andrey Aleksandrovich. - Astrakhan, 2006. - 112 p.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 519

СПОСОБЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

¹Балашов О.В., ²Букачев Д.С., ¹Кондратова Н.В.

¹Смоленский филиал АО «Радиозавод», Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2),
e-mail: smradio@mail.ru

²ФГБОУ ВО Смоленский государственный университет, Россия (21400, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

Рассматриваются способы формализации задачи принятия решений в условиях неопределённости, сделан вывод о невозможности создания унифицированного способа получения и преобразования исходной информации. Для повышения точности и обоснованности принятых решений предлагается создание гибких адаптивных алгоритмов, настраивающихся под условия неопределённости.

Ключевые слова: решение, неопределённость, выбор, объём информации, достоверность, отношение предпочтения.

WAYS OF FORMALIZATION OF THE PROBLEM OF DECISION-MAKING FOR DESIGNING OF SYSTEMS OF SUPPORT OF DECISION-MAKING

¹Balashov O.V., ²Bukachev D.S., ¹Kondratova N.V.

¹Smolensk branch of joint-stock company "Radio factory", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

²Federal State Educational Institution of Higher Education Smolensk State University, Smolensk, Russia (21400, Smolensk, street Przewalski, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

Ways of formalization of a problem of decision-making in the conditions of uncertainty are considered, the conclusion is drawn on impossibility of creation of the unified way of reception and transformation of the initial information. Creation of the flexible adaptive algorithms which are adjusted under conditions of uncertainty is offered for increase of accuracy and validity of the accepted decisions.

Keywords: the decision, uncertainty, a choice, information volume, reliability, the preference relation.

В настоящее время значительное число компаний заказывают и внедряют в информационные системы в качестве приложений системы поддержки принятия решений (СППР) руководителей различных уровней. Разработка программного обеспечения таких СППР требует специфических подходов к их проектированию, особенно к проектированию механизмов обработки информации. Опыт работ по созданию СППР показывает, что существует две главные проблемы, требующие решения: подготовка принятия решений

(вопросы подготовки и преобразования информации к виду, удобному для непосредственной выработки решений) и разработка механизмов непосредственного принятия решений.

В первом случае задача состоит в том, как лучше, удобнее для руководителя подготовить исходные данные (информацию состояния) с наиболее эффективным их использованием на дальнейшем этапе выработки решения. Этот подход предполагает создание и использование «нормативных теорий» [1], предписывающих нормы поведения лица, принимающего решения (ЛПР). На основе этих теорий и создаются модели выбора при выработке решения в различных информационных ситуациях.

Задачи второго направления создания СППР – описательные, которые проверяются эмпирически. На их основе проводится анализ действий ЛПР по отношению к идеалу или эталону с целью получения информации прогноза. Модели, описывающие задачи такого типа и основанные на выводах из экспериментов или опыте экспертов, называются дескриптивными моделями выбора. В математической теории принятия решений существует комплексная задача совмещения (или совместного использования нормативных и дескриптивных моделей).

Исходными данными для принятия управленческого решения являются: множество альтернатив $\{A_j/j = 1, \dots, J\}$, исходов $\{X_i/i = 1, \dots, I\}$, а также условия получения (неполучения) исходов из альтернатив $\{Z_l/l = 1, \dots, L\}$. Решением задачи принятия решения (задачи выбора) является одна или несколько альтернатив, приводящих к желаемому исходу (или множеству исходов).

На этапе подготовки решения определяются цели выбора, элементы множеств $\{X_i\}$ и $\{A_j\}$; тип (типы) связи, существующей между элементами из множеств $\{X_i\}$ и $\{A_j\}$; выбор критериев (показателей) оценки элементов множества альтернатив; выбор критериев (показателей) оценки элементов множества исходов; выбор критериев (показателей) оценки существующих связей между множествами $\{X_i\}$ и $\{A_j\}$; а также определяются условия выбора.

Этап получения решения предполагает создание механизма получения решения (механизма вывода), соответствующего цели выбора и условиям, в которых это решение принимается. Этап оценки решения содержит: накопление и статистическую обработку информации о полученных решениях; выбор критериев (показателей) оценки результатов; сравнение полученных результатов с эталонными (целевыми); оценку состоятельности созданного механизма получения решения.

В ряде случаев процесс принятия решения может не содержать этап оценки полученного решения. Тогда адекватность решения поставленной цели зависит от степени соответствия модели созданного механизма вывода СППР предполагаемому механизму логического вывода у ЛПР в различных информационных ситуациях. Следовательно, для разработки моделей вывода СППР, классификацию процессов принятия решений целесообразно проводить в соответствии со свойствами и объемом информации, которой обладает лицо, принимающее решение.

Сложные организационно-технические системы осуществляют функционирование, как правило, в условиях неопределённости. Установление источников появления неопределённости позволяет принять меры по частичному или полному снятию неопределённости с применением математических методов, наиболее эффективно

решающих частные задачи выбора. В работах [2, 3] выделены три основных класса причин возникновения неопределённости:

- неопределённость целей лица (несогласованность целей группы ЛПР), принимающего решения;
- неопределённость, связанная с неполнотой знаний ЛПР (или противоречивость знаний группы ЛПР) о проблеме, на разрешение которой принимаются решения;
- неопределённость функционирования, поведения или реакции окружающей среды.

Классификация видов неопределённости [2, 5] показана на рисунке 1. Незнание, недостаточность и неполнота являются показателями такого свойства информации, как её объём, необходимый для принятия решений, а нечёткость, неоднозначность и противоречивость характеризуют достоверность информации или степень уверенности ЛПР в её правильности, адекватности реального отражения действительности. Поэтому в качестве основных классификационных свойств причин появления неопределённости и условий принятия решений целесообразно принять такие признаки информации, как её полнота и достоверность, включающие все вышеперечисленные показатели неопределённости.



Рисунок 1 – Виды неопределённости

Атрибутом полноты информации является её объём. Решение может быть принято ЛПР при полном отсутствии требуемой информации в соответствии с мнением лица, принимающего решение, при частичном отсутствии необходимой информации по предположению того же ЛПР или при полном объёме требуемой информации на основе знаний ЛПР. Следовательно, полноту информации грубо можно характеризовать через три градации её объема: получена в полном объеме; получена не в полном объеме; отсутствует.

Атрибутом достоверности информации являются её истинность и однозначность проявления. Решение может быть принято ЛПР по однозначной истинной или ложной информации, а также по неоднозначной информации, то есть полученной с определенной степенью истинности или ложности. Это фактически означает, что решение может приниматься на основе однозначно или многозначно определенной информации. Схема классификации условий принятия решений через показатели полноты и характера (достоверности) информации показана на рисунке 2.

В соответствии с основными классификационными положениями основ теории принятия решения и выбора [1, 4, 5], решение может быть принято в условиях определенности, риска либо неопределенности. В том случае, когда известны все исходы в результате выбора каждой из альтернатив, говорят, что решение принимается в условиях определенности. Обычно такие условия называются условиями без риска. Если известны вероятности появления каждой из ситуаций или известен закон их распределения и сумма этих вероятностей равна единице, то для каждой альтернативы известна вероятность следствия. Такие задачи принято называть задачами в условиях риска. Когда вероятность появления неизвестна или не может быть задана для каждого следствия выбора альтернативы по причине невозможности получения или из-за слишком неточного, не удовлетворяющего исследованию результата, то говорят, что решение принимается в условиях неопределенности [2, 4].

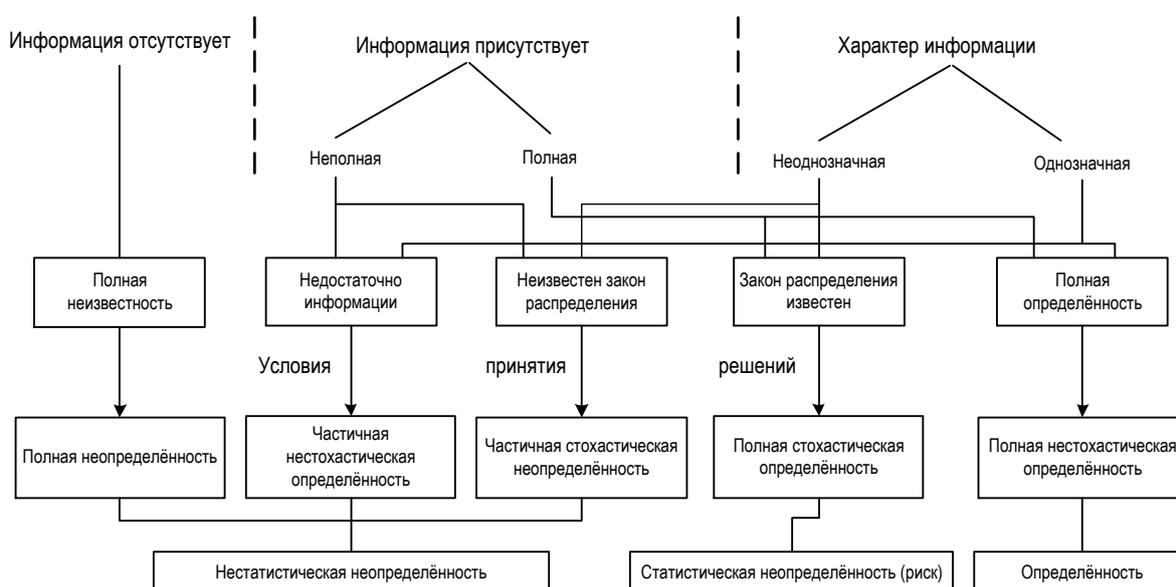


Рисунок 2 – Схема классификации условий принятия решений

Схема, приведенная на рисунке 2, не изменяя основных классификационных признаков условий неопределенности, идентифицирует условия риска как статистическую неопределенность, порожденную только случайностью. Между источниками появления случайности и появлением статистической неопределенности лежит полная стохастическая определенность. Следовательно, условия риска по степени неопределенности получаемого результата могут быть классифицированы как условия с наименьшей степенью неопределенности, граничащие с условиями определенности. Исходя из рисунка 2, нестатистическую неопределенность можно условно разделить на три класса в зависимости от природы появления:

- условия частичной нестохастической определенности – информация определена однозначно на всем множестве значений её показателей, но получена не в полном объеме, удовлетворяющем требованиям по принятию решения;
- условия частичной стохастической определенности – информация определена неоднозначно на всем множестве значений её показателей и получена не в полном объеме;

- условия полной неопределённости – нет необходимой для принятия решения информации или получение её к моменту принятия решения невозможно по причинам субъективного (объективного) характера.

Схема, представленная на рисунке 2, показывает, что выбор и обоснование методов и способов решения задач ПР в условиях определённости и неопределённости существенно отличаются. На границе этих двух классов, в зависимости от вида получения и представления исходной информации, расположен довольно обширный класс условий задач ПР, который по степени уверенности в результате может быть отнесен к условиям риска или неопределённости. Предложенная более подробная классификация условий, близких к реально существующим условиям принятия решений в сложных организационно-технических системах, обязывает проектировщиков проводить более подробную классификацию методов принятия решений в соответствии с принятой схемой градаций условий. Поскольку при проектировании баз знаний систем поддержки принятия решений возникает задача определения степени влияния неопределённости информации, как на процесс принятия решений (процедуру вывода решений), так и на результаты решения задач выбора на множестве альтернатив.

С точки зрения математической формализации, постановка задачи принятия решения в условиях неопределённости может быть сформулирована так: при заданных условиях (a) выполнения операции, с учетом неизвестных факторов (d), найти такое решение ($x \in X$), которое по возможности обеспечивает максимальное значение показателя эффективности (\mathcal{E})

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}(a, x, d), \mathcal{E}(a, x^*, d) \rightarrow \max \{ \mathcal{E}(a, x, d) \}. \quad (1)$$

В общем виде решение может быть представлено через совокупность образующих его параметров, которые мы будем называть элементами решения.

Особенность решения задач типа (1) – это предварительный анализ предполагаемого результата влияния неизвестных факторов (d) на решение задачи. Учёт влияния неизвестных факторов может быть осуществлён: методами теорий статистических решающих функций, управления случайными процессами, вероятности и математической статистики в том случае, когда известен закон их распределения или влияние факторов на решение поддается статистическому анализу; методами теории игр, теории нечётких множеств, теории субъективной вероятности и теории полезности, а также теории возможностей [5], когда неизвестен закон их распределения, а влияние факторов на решение поддается субъективному анализу ЛПР.

С практической точки зрения построения СППР не так уж важно, какая именно разновидность нечёткой логики или байесовский механизм вывода при этом используется: важен сам факт учета неопределённости [5, 6]. Поэтому вполне закономерно, что исследование вопроса снятия неопределённости основывается на анализе способов формализации самой неопределённости и моделировании стратегий принятия решений, адекватных влиянию неизвестных факторов на результат решения.

Методы и задачи принятия решений при известном законе распределения случайных факторов хорошо изучены и подробно изложены в работах [1, 4]. Несомненный интерес вызывают методы и задачи принятия решений, основанные на способах математического представления нечёткости в моделях теории нечётких множеств [7, 8], теории субъективной

вероятности [4, 5, 9], теории полезности [2, 4] и теории возможностей [5, 6]. Это вызвано в первую очередь тем, что процесс принятия решения является субъективно обоснованным действием, в результате которого затрагиваются интересы различных групп людей: экспертов, аналитиков, программистов, пользователей и так далее. Следовательно, повышение качества принимаемых решений в условиях неопределённости возможно при создании объективно-субъективных моделей, учитывающих интересы и предпочтения ЛПР. Однако одной из главных задач построения таких моделей по-прежнему остаются получение и представление исходной информации, а следовательно, разработка и применение способов формализации данных.

Поскольку в качестве элементов решения выступают числа, векторы, функции, физические признаки, а также лингвистические переменные, то и способы формализации нечёткости могут быть различными. В [8] выделено четыре основных способа представления информации.

1. Предполагается отказ от основного утверждения классической теории множеств о том, что некоторый элемент может принадлежать либо не может принадлежать множеству. Вводится характеристическая функция элементов множества – функция принадлежности, которая принимает значение из интервала $[0, 1]$. Способ приводит к континуальной логике.
2. Характеристические функции принимают значение в конечной или бесконечной дистрибутивной решётке.
3. *P*-нечёткие множества. Каждый элемент универсального множества связан не с точкой в интервале $[0, 1]$, а с подмножеством или частью этого интервала. Алгебра *P*-нечётких множеств может быть сведена к алгебре классов или к семейству чётких множеств.
4. Гетерогенные нечёткие множества. Элемент связывается со значением в различных дистрибутивных решетках. При этом значения оценок могут быть нечёткими и задаваться в виде функций.

Указанные способы могут быть сгруппированы в более крупные классы по способу формализации. Принципиальное отличие составляет представление данных в виде функции принадлежности (точечные оценки) и в виде семейств чётких множеств (интервальные оценки) (рисунок 3). Комбинированные способы формализации основаны на модификации указанных классов.

По виду областей значения функции принадлежности различают гомогенные (однородные) и гетерогенные (неоднородные) нечёткие множества. Если структура области значений функции принадлежности при оценке всех свойств системы неизменна для базового множества значений, то такие нечёткие множества называют гомогенными. Гомогенные множества в зависимости от особенностей представления измерительных шкал в соответствии с классификацией, указанной в [8] подразделяются на: интервальные оценки ($[0, 1]$, $[-1, 1]$); ряды (натуральный ряд чисел, ограниченный натуральный ряд и его инверсные оценки); решетки (линейные, нелинейные, однородные и неоднородные); полукольцо; полугруппа; категория.

Пример гомогенного множества – принятая система, базовым множеством которой являются значения лингвистической переменной: «плохо», «удовлетворительно», «хорошо»,

«отлично». В соответствии с этой системой оценка знаний учащихся по различным изучаемым дисциплинам неизменна.

| По способу формализации нечёткости | | | | |
|--|--|--|--|---|
| В виде семейств чётких множеств | | С помощью функций принадлежности | | |
| $\Phi([0,1]) = \{M/M[0,1] \rightarrow 2^X\}$ $a) M(0) = X, б) \forall \alpha_1, \alpha_2 \in [0,1], \alpha_1 \leq \alpha_2 \rightarrow M(\alpha_1) \supseteq M(\alpha_2)$ | | $F(X) = \{\mu/\mu: X \rightarrow [0,1]\}$ | | |
| Комбинированные модели | | | | |
| В виде случайных множеств | В виде приближенных множеств | В виде недоопределённого множества | Обобщённое недоопределённое множество | Совершенно нечёткое множество |
| С помощью рандомизированной функции $\mu_A: X \times \Omega \rightarrow [0, 1]$ (групповая экспертная оценка) [5, 9] | $\Psi = \langle X, R \rangle;$ $R \subset X \times X,$ R - отношение неразличимости в Ψ (к семейству обычных множеств) | $N = \langle {}^+A, {}^-A, M_X, M_\Pi \rangle,$ ${}^+A \subset X,$ точно ${}^+A \in {}^-A,$ точно ${}^-A \notin AM_K, M_\Pi$ - оценка мощности | $N = \langle \mu_A, \bar{\mu}_A \rangle$ $\mu(X) = \begin{cases} 1, & \text{для } {}^+A, \\ 0, & \text{для } {}^-A, \\ ? & \text{для } X({}^+A \cup {}^-A) \end{cases}$ | $A = \langle X, \mu, \sigma \rangle,$ $\mu: X \rightarrow [0,1]$ $\sigma X \times X \rightarrow [0,1]$ σ – функция неразличимости |

Рисунок 3 – Классификация моделей принятия решений по способу формализации нечёткости

Несомненным преимуществом гомогенных множеств является универсальность подхода и простота исчислений. Основной недостаток гомогенных множеств – малая чувствительность к характеристикам различных свойств объекта и неспособность ранжировать свойства в зависимости от степени их влияния на объект.

Гетерогенными называют множества с различными базовыми структурами области значения функции принадлежности.

Примеры базового множества оценок:

$$L_1 = \{\text{неплохо, плохо}\}, L_2 = \{\text{неплохо, удовлетворительно, плохо}\}.$$

Гетерогенные множества и связанные с ними составные лингвистические переменные высокого порядка [8] позволяют моделировать ситуации многокритериального принятия решений в условиях неопределённости в том случае, когда по разным свойствам сравниваемых объектов получены как количественные, так и качественные значения показателей характеристик. Это свойство является несомненным преимуществом гетерогенного представления области значений функции принадлежности.

В зависимости от вида области определения функции принадлежности различают базовые множества, заданные в виде чётких и нечётких точечных оценок на области значений функции принадлежности.

Если область определения функции принадлежности нечёткого множества совпадает с базовым множеством области значения, то говорят о том, что используется всё базовое множество оценок.

Для экономии времени с целью уменьшения полного количества сравниваемых свойств альтернатив или числа самих альтернатив применяют приём понижения общей размерности задачи принятия решений, основанный на переходе от использования всего базового множества к его подмножествам, ограниченным значениями дополнительно введенного показателя – уровня α .

Различают нечёткие множества уровня α и множества нечёткого уровня α .

В формализованном виде нечёткие множества уровня α определяются выражением

$$A(\alpha) = \{(b \in A_\alpha | \mu_{A(\alpha)}(b) = \mu_A(b))\}, \quad \alpha \in [0,1], \quad A_\alpha = \{b \in B | \mu_A(b) \geq \alpha\} \quad (2)$$

Пример. Пусть задано базовое множество $B = \{b_1, b_2, \dots, b_5\}$ и уровень $\alpha = 0,6$. Даны оценки каждой из альтернатив по сравниваемому свойству

$$A = \{(b_1; 0,7), (b_2; 0,4), (b_3; 0), (b_4; 1), (b_5; 0,9)\}.$$

Тогда нечётким множеством уровня α будут альтернативы

$$A_{\alpha=0,6} = \{(b_1; 0,7), (b_4; 1), (b_5; 0,9)\}.$$

В формализованном виде множества нечёткого уровня α определяются выражением

$$\mu_{A_\alpha} = \mu^{-1}([\tilde{\alpha}, 1]), \mu^{-1}: [0,1] \rightarrow B \quad \mu_{A_\alpha}(b) = \mu_{[\alpha,1]}(\mu_A(b)) \forall (b) \in B \quad (3)$$

где $\mu_{[\alpha,1]}$ – характеристическая функция.

Под множеством нечёткого уровня α понимается множество элементов $b \in B$, для которых функция принадлежности больше, чем «приблизительно α », то есть принадлежит интервалу $[\tilde{\alpha}, 1]$.

Использование множеств нечёткого уровня в задачах принятия решений оправдано в том случае, когда ЛПР не может чётко установить границы различимости на базовой шкале области значений функции принадлежности. Однако возможность получения самой функции принадлежности и установление связи с интервальными оценками не исключаются.

Разбиение множеств на шкале оценок на подмножества и установление связи с этими подмножествами образует новые множества, называемые еще множествами типа P ($P = 1, 2, \dots$). Объекты таких множеств определяются рекурсивно как элементы классов [7]

$$F_L^P(b) (p = 0, 1, \dots), \quad (4)$$

где $F_L^0(b) = B, F_L(b) = F_L(F_L^0(b)) = \{\mu: B \rightarrow L\};$

$$F_L^2(b) = F_L(F_L(b)) = \{\mu^2: F_L(b) \rightarrow L\}.$$

Нечёткие множества типа (2) могут интерпретироваться как нечёткие высказывания вида x есть b , есть λ ,

где b – некоторая оценка, принимающая значение из множества оценок дистрибутивной решетки K ;

λ – степень истинности или достоверности этой оценки [8].

Поскольку нечёткие множества типа « P » обозначаются получением оценок из связанных дистрибутивных решеток, то при $p = 0$ – не существует вообще такой решетки, при $p = 1$ – решетка линейная, при $p = 2$ – квазирешётка относительно расширенных операций объединения, пересечения и дополнения. Дальнейшее увеличение числа P

позволяет лишь уточнять последовательно полученные оценки за счёт дополнительной информации об этих оценках.

Несомненно, использование нечётких множеств типа « P » позволяет уменьшить ошибку в полученных экспертных данных, однако, несогласованность этих оценок как между собой (в рамках одной шкалы или дистрибутивной решетки), так и между уровнями (между оценками, полученными в разных шкалах) усложняет процесс принятия решений, требует создания дополнительных процедур согласования субъективных оценок.

Большое разнообразие способов формализации задачи принятия решений в условиях неопределённости позволяет сделать вывод о невозможности создания унифицированного способа получения и преобразования исходной информации. Для повышения точности и обоснованности принятых решений требуется создание гибких адаптивных алгоритмов, настраивающихся под условия неопределённости и возможность получения и представления исходной информации в этих условиях. Исследования показывают, что использование дополнительных видов информации, подтверждающих истинность или ложность уже полученной информации, увеличивают точность решений с одновременным усложнением алгоритмов и увеличением времени получения результата [9].

На практике организация экспертного опроса показывает, что точность оценок, характеризующих другие оценки, падает в геометрической прогрессии в зависимости от числа P . Этот факт означает следующее, что наиболее точными оценками обладает первичная экспертная информация, которая как бы лежит на «поверхности уровня» знаний субъекта. Более «глубинные слои» знаний обладают большей ошибкой, поскольку сами знания о знаниях более нечетки и характеризуются более высоким уровнем неопределённости, чем первичные знания.

Не целесообразно получать вторичные оценки в следствие возможного ухудшения результата принятия решений когда по ряду причин невозможно получение результатов статистических данных, характеризующихся распределениями вероятностей на множестве альтернатив или ситуаций, а экспертный опрос не даёт характеристик показателей субъективной вероятности и полезности, а функции принадлежности или полученные оценки сильно искажены и не согласованы между собой.

В рассматриваемых условиях задачи принятия решений предлагается решать с использованием дополнительного вида информации – на основе данных о взаимосвязи между альтернативами (или между исходами).

Список литературы

1. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2002.
2. Борисов А. Н., Крумберг О. А., Федоров И. А. Принятие решений на основе нечетких моделей //Примеры использования. – Рига: Зинатне, 1990.
3. Трахтенгерц Э. А. Эволюция компьютерных систем поддержки принятия решений. //Информационные технологии. Приложение, 2006. № 1. – 32 с.
4. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства. – М.: СИНТЕГ, 2009.
5. Балашов О.В. Кондратова Н.В. Теория возможностей и её применение для принятия решений в социально-экономических системах. – Смоленск: изд-во Смоленского филиала АНО ВПО ЦС РФ «Российский университет кооперации», 2011.
6. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей, приложения к представлению знаний в информатике. – М.: Радио и связь, 1990.

7. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004.
8. Пospelov Д. А. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. – М.: Наука, 1986.
9. Кондратова Н.В., Постников И.И. Особенности извлечения и обработки экспертной информации для базы знаний систем поддержки принятия решений // Труды Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова. Выпуск XLVII, 2012. – С. 220 – 224.

References

1. Larichev O. I. The theory and decision-making methods. – M: Logos, 2002. (in Russian)
 2. Borisov A.N., Krumberg O. A., Feodorov I.A. Decision-making on the basis of indistinct models //use Examples. – Riga: Zinatne, 1990. (in Russian)
 3. Trakhtengerts E.A. Evoljutsija of computer systems of support of decision-making. //Information technologies. The Application, 2006. № 1. - 32 with. (in Russian)
 4. Trakhtengerts E.A. Computer methods of realisation of economic and information administrative decisions. In 2 volumes. Volume 1. Methods and means. – M.: SINTEG, 2009. (in Russian)
 5. Balashov O.V., Kondratova N.V. Theory of possibilities and its application for decision-making in social and economic systems. - Smolensk: publishing house of Smolensk branch ANO VPO TSS of the Russian Federation «Russian university of cooperation», 2011. (in Russian)
 6. Dubua D, Pradt A. Teorija of possibilities, applications to representation of knowledge in computer science. – M.: Radio and communication, 1990. (in Russian)
 7. Rutkovsky Д, Pilinsky M, Rutkovsky L. Nejronnye of a network, genetic algorithms and indistinct systems. – M.: The Hot line - a Telecom, 2004. (in Russian)
 8. Pospelov D.A. Fuzzy of set in management and artificial intellect models. – M.: The science, 1986. (in Russian)
 9. Kondratova N.V., Postnikov I.I. Feature of extraction and processing of the expert information for the knowledge base of systems of support of decision-making //Works of the Russian scientific and technical society of a radio engineering, electronics and communication of a name of A.S.Popova. Release XLVII, 2012. - With. 220 - 224. (in Russian)
-