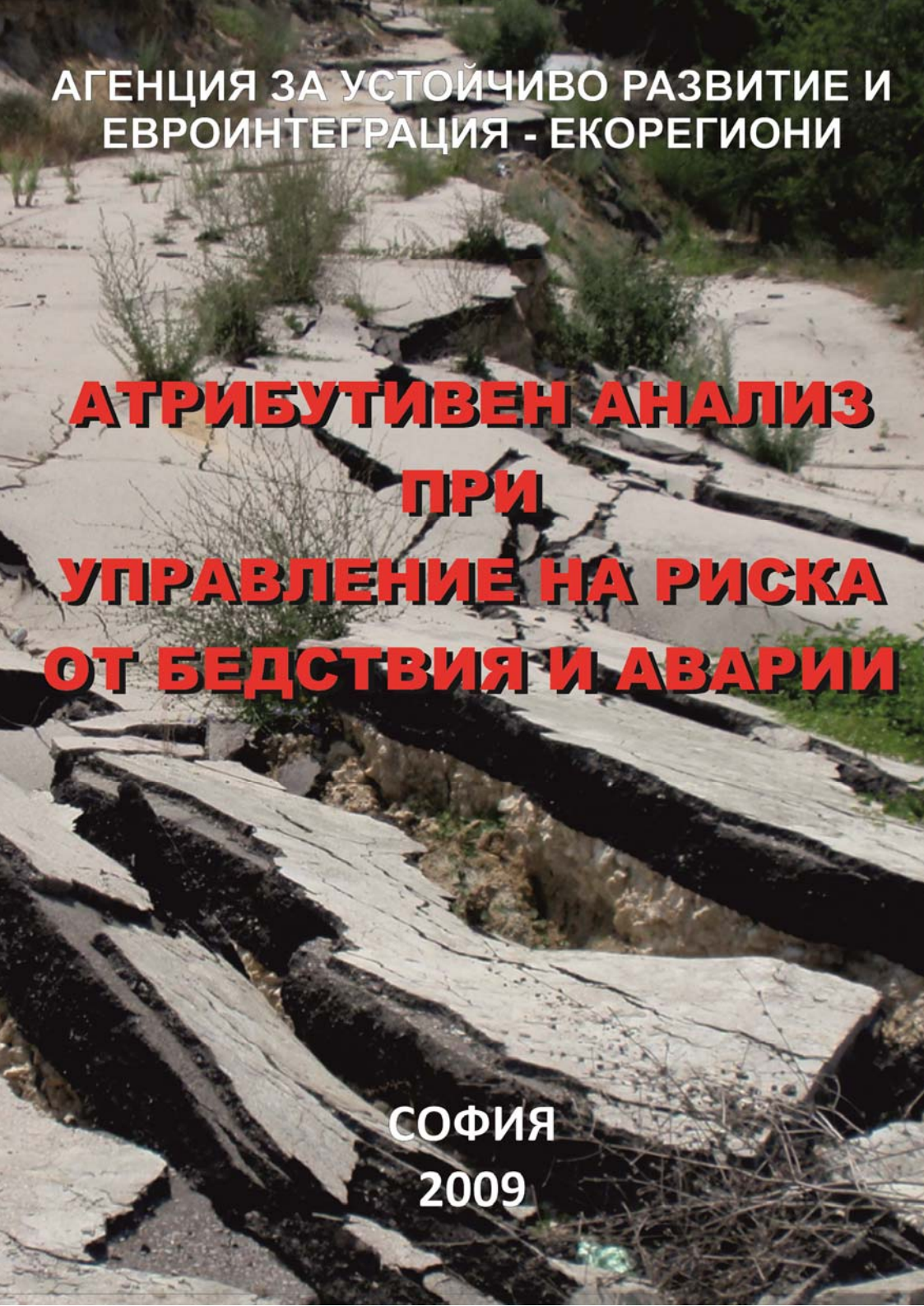




АГЕНЦИЯ ЗА УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ И
ЕВРОИНТЕГРАЦИЯ - ЕКОРЕГИОНИ

**АТРИБУТИВЕН АНАЛИЗ
ПРИ
УПРАВЛЕНИЕ НА РИСКА
ОТ БЕДСТВИЯ И АВАРИИ**

СОФИЯ
2009

Атрибутивен анализ
при
управление на риска
от бедствия и аварии

София
2009

Автори: Красимир Марков, Илия Митов, Красимира Иванова, Валерия Митова, Виталий Величко, Виктор Гладун, Кристиан Миленов, Васил Василев, Иван Филипов, Любомир Кожарев

Атрибутивен анализ при управление на риска от бедствия и аварии

Главен редактор: Красимир Марков

Коректори: Валерия Митова, Славя Добрева

Рецензент: ст.н.с. I ст., д.м.н. Петър Станчев

Издател: Агенция за устойчиво развитие и евроинтеграция със съдействието на Държавна агенция за информационни технологии и съобщения.

София, 2009

ISBN: 978-954-9465-08-2

Първо издание

Настоящата книга е предназначена да даде начална представа за проблемите, свързани с управлението на риска от аварии, породени от човешка дейност и/или природни бедствия, както и някои възможни подходи за въвеждане на автоматизация за подпомагане взимането на решения, касаещи превантивната дейност и дейностите по отстраняване отрицателните последствия от бедствията и аварията.

Книгата е плод на съвместната работа на учени от Института по информационни теории и приложения FOI ITNEA съвместно с Института по кибернетика "В.М.Глушков" при НАНУ и Института по математика и информатика при БАН.

Авторският колектив е в основата на редица водещи идеи по приложението на изкуствения интелект в областта на управлението на риска и е част от много по-широк кръг от специалисти и експерти, които подкрепят политиката на изгарждане и укрепване на български научно-приложен и оперативен капацитет в областта на глобалното наблюдение на земното повърхност, управление на риска и сигурността.

Книгата е предназначена за читатели, имащи базови знания по информатика.

All Rights Reserved

© 2009 Красимир Марков, Илия Митов, Красимира Иванова, Валерия Митова, Виталий Величко, Виктор Гладун, Кристиан Миленов, Васил Василев, Иван Филипов, Любомир Кожарев – автори

© 2009 Агенция за устойчиво развитие и евроинтеграция – издател

СЪДЪРЖАНИЕ

УВОД.....	7
1 Инициативи по управление на риска	11
1.1 Световни и международни инициативи	11
1.2 Регионални и национални инициативи	14
1.3 Инициативи на Европейския съюз.....	16
1.4 Проекти по управление на риска в България	18
1.4.1 Превенция на риска от наводнения	18
1.4.2 Управление при кризи и отбранително-мобилизационна подготовка.....	20
1.4.3 Център за управление на бедствия	20
1.4.4 Център за аерокосмическо наблюдение (ЦАН).....	22
1.4.5 Научно-приложен проект "Интегрирано управление на риска и необходимата инфраструктура за пространствени данни" – система RiskMan	24
1.4.6 Информационна система SmartSDI	30
1.4.7 Българска инфраструктура за пространствени данни	31
1.5 Оперативен капацитет на Република България в областта на управление на риска.....	34
1.6 Други области на управление на риска.....	41
1.6.1 Управление на риска при информационните технологии.....	41
1.6.2 Управление на риска в бизнеса.....	42
2 Автоматизация на управлението на риска и взимането на решения в критични ситуации	45
2.1 Основни понятия в управлението на риска	45
2.2 Анализ на уязвимостта	50
2.3 Управление и планиране при кризи.....	52

2.4	Производствени аварии и минимизация на негативните им последствия	54
2.5	Необходимост от автоматизация на управлението на риска в техногенните среди	59
2.6	Автоматизирани системи, поддържащи операторските решения.....	64
3	Откриване на знания на базата на мрежови структури	71
3.1	Атрибутивен анализ	71
3.2	Системни понятия	73
3.2.1	Понятие	74
3.2.2	Системи от понятия	76
3.2.3	Видове понятия според логическата структура.....	77
3.3	Индуктивно формираны понятия.....	78
3.4	Мрежови структури, използвани при търсенето на знания	80
3.5	Пирамидални мрежи	82
3.5.1	Свойства на пирамидалните мрежи	84
3.5.2	Формиране на понятия в пирамидалните мрежи	86
3.6	Инструментален комплекс за поддръжка взимането на решения при управление на риска ..	92
3.6.1	Основни функции и състав на CONFOR	92
3.6.2	Система за подготовка на данните	93
3.6.3	Система за обучение	95
3.6.4	Система за проверка	102
3.6.5	Система за разпознаване	104
3.7	PaGaNe – Интелектуализирана система за атрибутивен анализ при управлението на риска .	105
3.7.1	Модул за въвеждане на данните и предварителна обработка	107
3.7.2	Модул за обучение	109
3.7.3	Модул за разпознаване	110
3.7.4	Модул за тестване	112

4 Заключение.....	117
Използвани съкращения.....	125
Attributive Analysis in Disaster Risk Management	
(abstract)	127
Атрибутивний анализ при управленіи ризиком от	
стихийных бедствий и аварий (аннотация).....	128

УВОД

Противоречието между икономическите потребности за интензивно използване на труда, материалните и природни ресурси и ограничената безопасност на производствените процеси неизбежно повишава риска от възникване на аварийни ситуации вследствие на природни бедствия, технологични срывове и/или човешки грешки. Увеличава се тежестта на последствията, което води до увеличаване на загубите и разходите по преодоляването им. В много страни по света, включително и в икономически развитите държави, се наблюдава устойчива тенденция на растеж на броя големи аварии в транспорта, промишлеността, енергетиката и други производствени отрасли и едновременно увеличаване на непроизводствените загуби, свързани с локализацията и ликвидацията на последващите технологични и природни катастрофи.

Според информация на Франс прес от 08.10.2008 само през 2008 година природните бедствия са причинили смъртта на над 230 хиляди души, а засегнатите от природните бедствия са 130 милиона. Според данни на ООН икономическите щети през първите 6 месеца на 2008 надхвърлят 35 милиарда долара, при средно 15 милиарда долара за 6 месеца през последните 10 години. Азия е най-засегнатият континент. В Китай над 90 милиона души са били засегнати от земетресението и наводненията. Засегнатите от природни бедствия във Филипините са 6 милиона, а в Мианмар – 2,4 милиона.

В страните с преходна икономика (България, Украйна и др.) се забелязва тенденция на увеличаване на рисковете поради отслабналата система на държавен контрол и регулирането на

производствената безопасност, аритмиите на технологическите процеси в условията на икономическа дезинтеграция, износеност и остаряване на производствените фондове, недостатъчно финансиране на работата по модернизация на техническото оборудване и ремонтно-профилактичните мероприятия, понижаване на изпълнителната дисциплина и влошаване на морално-психологическата обстановка вследствие на продължителната икономическа криза. В тези условия на преден план излиза един от най-наболелите и актуални проблеми: защита на живота на хората и обектите от възможни аварийни ситуации и/или природни бедствия¹.

За предотвратяване на възникването на аварии, всички потенциално опасни обекти в развитите страни с висока технологична дисциплина и строго екологично законодателство се осигуряват с автоматизирани системи, които имат вградени автоматично действащи системи за защита на техническия процес, както и компоненти, имащи за цел информационна поддръжка на работата на операторите. Последните се характеризират с високо ниво на детайлизация и дистанционен достъп на оператора до данните за състоянието на управляваните процеси, ранжиране на информацията за състоянието на управлявания обект, високоефективни операторски интерфейси, механизми за локализация на аварийните ситуации и предотвратяване прерастването им в катастрофи.

Настоящата книга е предназначена да даде начална представа за проблемите, свързани с управлението на риска от аварии, породени от човешка дейност и/или природни

¹ В. Михалевич, В. Волкович, Н. Быченко. Проблемы моделирования и управления защитой региона в чрезвычайных ситуациях. УСиМ, 1991, №8, с. 3-12.

бедствия, както и някои възможни подходи за въвеждане на автоматизация за подпомагане взимането на решения, касаещи превантивната дейност и дейностите по отстраняване отрицателните последствия от бедствията и аварията.

Глава първа въвежда в предметната област и дава информация за някои проекти по автоматизация на управлението на риска в света и в България. Втора глава запознава читателя с основите постановки по управление на риска и неговата автоматизация. Трета глава представя един подход за автоматизация при управлението на риска, основан на водещи научни резултати от областта на изкуствения интелект, както и интелектуализирана класификационна система, предназначена за подпомагане процесите на анализ и извличане на данни, която е приложима за автоматизация на управлението на риска.

Книгата е предназначена за широк кръг читатели.

Авторите изказват своята благодарност на рецензента ст.н.с. I ст., д.м.н. Петър Станчев за полезните бележки и препоръки, както и на Агенцията за устойчиво развитие и евроинтеграция, на Международния институт по информационни теории и приложения FOI ITNEA, на Института по математика и информатика при Българската академия на науките и на Института по кибернетика "В.М.Глушков" при Националната академия на науките на Украйна за цялостната подкрепа и взаимодействие по време на написването на тази книга.

София, 23 септември 2009

1 Инициативи по управление на риска

С развитието на приложенията в областта на информационните технологии стана възможно да се подпомага взимането на решения в областта на управлението на риска при бедствия. Феноменалното разпространение на Интернет позволи бързо и ефективно да се достигне до данните, създадени от различни специализирани институции, свързани с управлението на риска. Потенциалът за интеграция на различни приложения като географски информационни системи, глобални позициониращи системи, бази от данни, системи за автоматизация на управлението, системи за подпомагане взимането на решения, експертни системи, изкуствен интелект, симулационно моделиране, сценарен анализ и дистанционно обучение обещава да създаде по-ефективни начини за взимане на решения, решаване на проблеми и политически анализ в различните области на управлението на риска при бедствия. Подходящото използване на тези приложения може да има осезаем принос за редуциране на последиците преди, по време на и след възникване на бедствията².

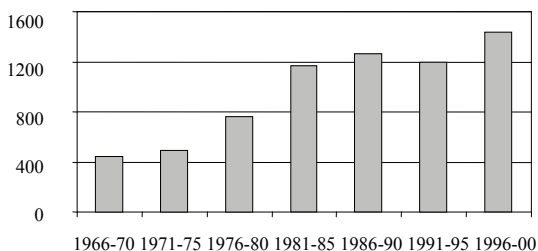
1.1 Световни и международни инициативи

Управлението на риска при бедствия е сравнително нова област на социалната политика и практика. Това става актуална сфера за сътрудничество, тъй като природните бедствия стават все повече и опустошават все по-голям брой региони, като се унищожават инвестиции и стават пречка за напредъка в

² P. Sahni, M. Ariyabandu (eds). Disaster Risk Reduction in South Asia. New Delhi, Prentice-Hall of India, 2003

развитието им. Често страни, жертва на големи по мащаб земетресения, урагани, тайфуни, наводнения или суши, не са в състояние да реагират на последиците и възстановяването им може да отнеме години или десетилетия³.

Броят на регистрираните природни бедствия в световен мащаб за периода 1966-2000 год. показва ясно изразена тенденция към нарастване:



Фиг. 1 Графика на броя регистрирани природни бедствия от 1966 до 2000 г.

Източник: CRED, University of Louvain, Belgium 2001.

Не случайно Организацията на обединените нации предприе международна инициатива и обяви периода 1990-1999 година за Десетилетие за намаляване на риска от природните бедствия⁴.

Важността на ранното предупреждение, е подчертано в различни резолюции на Общото събрание на ООН като критичен елемент за намаляване на бедствията. Международната стратегия за намаляване на бедствията

³ W. Garatwa, C. Bollin. Disaster Risk Management. Working Concept. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. O.K.KOPIE GmbH, Hofheim-Wallau Eschborn, 2002 [http://reliefweb.int/rw/lib.nsf/db900sid/LGEL-5J2K7M/\\$file/gtz-disaster-apr02.pdf?openelement](http://reliefweb.int/rw/lib.nsf/db900sid/LGEL-5J2K7M/$file/gtz-disaster-apr02.pdf?openelement)

⁴ <http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/un/idndr/idndr.html>

(ISDR)⁵ е създадена през 2000 г. като правоприемник на Международното десетилетие за намаление на риска от природните бедствия. В исторически план значението на ранното предупреждение за намаляване на бедствията многократно е подчертавано в големите международни програми, включително Yokohama Strategy⁶, Earth Summit Agenda 21⁷, срещата на министрите от G8 в Gleneagles⁸ както и в основните многостранни споразумения за околната среда, включително Рамковата конвенция на ООН по изменението на климата⁹ и Конвенцията на ООН за борба със засушаването¹⁰.

През 2005 г. по искане Генералният секретар на ООН е проведено глобално проучване на системите за ранно предупреждение. Изследването заключава, че макар и някои предупредителни системи да са в доста напреднала фаза, има много пропуски и недостатъци, особено в развиващите се страни по отношение на ефективността на системите и подпомагането на хората, изложени на риск. В изследването се препоръчва създаването на глобална система за ранно предупреждение на основата на съществуващите системи и човешки капацитет. Той също така препоръчва набор от конкретни действия по изграждането на национални системи за ранно предупреждение, укрепване на научните основи, както и развитието на институционалните основи на глобална система за ранно предупреждение.

⁵ <http://www.unisdr.org/>

⁶ http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/bdyokohama-strat-eng.htm

⁷ <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21toc.htm>

⁸ http://www.g8.gov.uk/Files/KFile/PostG8_Gleneagles_Tsunami.pdf

⁹ <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>

¹⁰ <http://www.unccd.int/main.php>

1.2 Регионални и национални инициативи

Понастоящем все по-голям брой страни отделят внимание на превенцията в тази област. По-уязвимите страни започват да полагат повече усилия да защитят своето население и националните икономики от бъдещи бедствия. Като пример за такава държава може да се посочи Иран, който е изправен пред 34 от 41 известни типа природни бедствия и по този повод държавата изгражда национална стратегия в борбата с природните бедствия¹¹. Важна стъпка в това отношение е създаването на национални и международни стандарти, свързани с управлението на риска. Успешен пример е съвместният стандарт на Австралия и Нова Зеландия AS/NZS 4360:2004 за управление на риска, който в последните години придоби широка популярност и е цитиран като образец в своята област¹².

По препоръка на Организацията на ООН за реагиране при бедствия през 1986 г. е създаден към Азиатския институт по технологии в Банкок Азиатски център за готовност при бедствия (Asian Disaster Preparedness Center – ADPC¹³) с цел укрепване на националните системи за управление на риска от бедствия в региона. През 1999 г. ADPC става независима международна структура, прилагаща програми и проекти за

¹¹ S. Ghanefar, A.Tabar. Iran's strategy on natural disaster risk management. Proceedings of the 1st International Conference "Geotechnical Engineering for Disaster Mitigation and Rehabilitation", 2005.

¹² Joint Australian/New Zealand Standard on Risk management. AS/NZS 4360:2004. Jointly published by Standards Australia International Ltd, Sydney, and Standards New Zealand, Wellington. 2004.

¹³ <http://www.adpc.net/v2007/About%20Us/Default-Aboutus.asp>

намаляване на въздействието на бедствията в страните и обществата в района на Азия и Тихия океан, като:

- развитие и подобряване на институционалния капацитет за устойчиво управление на риска от бедствия, рамки и механизми, както и подкрепа на развитието и прилагането на правителствената политика;
- улесняване на разпространението и обмена на информация и опит за управление на риска от бедствия;
- повишаване на информираността и подобряване знанията и уменията за управление на риска от бедствия.

В момента са изградени редица информационни системи, които са пряко достъпни през Интернет, служещи да подпомогнат вземането на решение при управлението на риска. Примери за такива системи са:

- EM-DAT: the International Disaster Database
<http://www.em-dat.net/>;
- USGS Natural Hazards Support System (NHSS)
<http://nhss.cr.usgs.gov/>;
- NOAA Natural Hazards Viewer
<http://map.ngdc.noaa.gov/website/seg/hazards/viewer.htm>;
- Asia-Pacific Natural Hazards and Vulnerabilities Atlas from Pacific Disaster Centre, Hawaii
<http://www.pdc.org/atlas/html/atlas-init.jsp>;
- Swiss Re: Worldwide Natural Hazard Atlas, CatNet,
<http://www.swissre.com>;
- Munich Re: NATuralHazards Assessment Network, NATHAN,
www.munichre.com/nathan.

Разработват се и визуални информационни хранилища за наводнения, пожари, пясъчни бури, вулкани, тропични циклони и др. Примери за такива са:

- MODIS Rapid Response system
<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/>;
- The International Charter on Space and Major Disasters (ESA, CNES, CSA, ISRO, NOAA, CONAE)
<http://www.disasterscharter.org/>;
- NASA Earth Observatory Natural hazards
<http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/>;
- Global Earth Observation Systems of Systems (GEOSS)
<http://earthobservations.org/>.

1.3 Инициативи на Европейския съюз

Актуалността на обсъжданата област се определя и от редица нормативни документи на европейско ниво. На първо място е Директива 2007/60/ЕО/ на Европейския парламент и на Съвета на Европейския съюз от 23 октомври 2007 г.¹⁴ относно оценката и управлението на риска от наводнения. Директивата създава рамка за оценка и управление на рисковете от наводнение с цел намаляване на свързаните с тях неблагоприятни последици за човешкото здраве, околната среда, културното наследство и стопанската дейност.

За периода 2007-2013 г. Съветът създава специална програма за управление на рисковете, свързани със сигурността

¹⁴ [http://www.rivers.biodiversity.bg/files/File/2007-10-23%20Flood%20Risk%20Directive%20\(bg\)%5B2%5D.pdf](http://www.rivers.biodiversity.bg/files/File/2007-10-23%20Flood%20Risk%20Directive%20(bg)%5B2%5D.pdf)

и защитата на гражданите и жизненоважните инфраструктури при терористични атаки и други рискове¹⁵.

Фонд "Солидарност" на Европейския съюз¹⁶ е създаден в отговор на природни бедствия и като израз на европейската солидарност с регионите, засегнати от бедствия. Фондът е създаден в резултат на сериозните наводнения в Централна Европа през лятото на 2002 г. Шест години по-късно той вече е използван в рамките на 26 различни природни бедствия – наводнения, горски пожари, земетресения, вулканични изригвания, бури и суша. До момента фондът е предоставил помощ на 20 различни европейски държави в размер над 1,5 млрд. евро.

Изследванията на природните бедствия се подкрепят от Европейската комисия от 1986 г., в направление разграничаване и разбиране на процесите, цялостна оценка на риска, прогнозиране и управление на риска с цел намаляване на щетите от последствията. В резултат има напредък в изследванията в областта на сеизмичните наблюдения, горските пожари, свлачищата, наводненията, вулканичните опасности, лавините и технологичните опасности. Това развитие е най-вече в разработката на подобрени модели и технологии за прогнозиране опасностите, оценка на риска и намаляване на последствията.

¹⁵ Решение на Съвета от 12 февруари 2007 година за създаване за периода 2007—2013 г. на специална програма "Предотвратяване, готовност и управление на последиците от тероризъм и други рискове, свързани със сигурността" (2007/124/ЕО, Евратом), като част от Общата програма за сигурност и гарантиране на свободите <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:057:0027:0027:BG:PDF>

¹⁶ http://ec.europa.eu/regional_policy/funds/solidar/solid_bg.htm

Европейският съюз финансира различни инициативи за създаване и поддръжка на надеждна и навременна информация, която допринася за познанията ни за намаляване на въздействието на опасностите и рисковете и за подобряване на готовността при бедствия в Европа в близко бъдеще. Пример за това са:

- EU-MEDIN (The European Mediterranean Disaster Information Network) <http://www.eu-medin.org/>;
- GMES (Global Monitoring for the Environment and Security) <http://www.gmes.info/>.

1.4 Проекти по управление на риска в България

В отговор на редицата инициативи на Европейския парламент и Съвета на Европейския съюз в България се изпълняват редица проекти в областта на управление на риска.

1.4.1 Превенция на риска от наводнения

През юли 2008 г. в Държавната агенция за информационни технологии и съобщения (ДАИТС) се провежда Първа координационна среща по изпълнение на рамково споразумение и научноприложна задача, свързана със:

- Директива 2007/2/ЕО на Европейския парламент и на Съвета на ЕС от 14 март 2007 година за създаване на инфраструктура за пространствена информация в Европейската общност INSPIRE¹⁷;

¹⁷ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:bg:PDF>

- и Директива 2007/60/ЕО/ на Европейския парламент и на Съвета на ЕС от 23 октомври 2007 година относно оценката и управлението на риска от наводнения¹⁸ (фиг.2).



Фиг. 2 Момент от представянето в ДАИТС на "Система за оценка на риска от природни кризисни събития"

На срещата са представени примерни решения и симулационни модели при евентуални наводнения в различни райони на страната. Приема се и работна програма за изпълнение на Директивата. На срещата присъстват представители на ДАИТС, Агенцията за устойчиво развитие и евроинтеграция (АУРЕ), Центъра за приложение на спътникови изображения, СУ "Св. Кл. Охридски", кметове и експерти от общинските администрации в страната. Представена е "Система за оценка на риска от природни кризисни събития"¹⁹

¹⁸ [http://www.rivers.biodiversity.bg/files/File/2007-10-23%20Flood%20Risk%20Directive%20\(bg\)%5B2%5D.pdf](http://www.rivers.biodiversity.bg/files/File/2007-10-23%20Flood%20Risk%20Directive%20(bg)%5B2%5D.pdf)

¹⁹ <http://212.122.187.241/riskman/?id=8>

и създаденият електронен регистър на данни, свързани с управление на риска от наводнение, горски пожари и земетресение²⁰.

1.4.2 Управление при кризи и отбранително-мобилизационна подготовка

Това е програма, която осигурява провеждането на държавната политика в областта на информационните технологии и съобщенията, свързани с управлението при кризи от военен и невоенен характер. В рамките на програмата започва изграждане на Вedomствен ситуационен център на ДАИТС. Целта е предоставяне на електронни съобщения, свързани с управлението при кризи от военен и невоенен характер.

1.4.3 Център за управление на бедствия

През последните няколко години България бе засегната от многобройни природни бедствия и аварии – горски пожари, земетресения, свлачища, наводнения, снегонавявания, нефтени замърсявания, които причиняват човешки жертви и материални щети. В тази връзка е стартиран и проектът BulgaRisk, подкрепен финансово от френското Министерство на икономиката и финансите. Френската компания SPOT Image е ръководител на тази инициатива. Тя е сред лидерите в доставката на географска информация, извлечена от спътникови изображения, както и на географски информационни продукти и услуги, получени от наблюдаващите Земята спътници на SPOT Image. Тя е сред

²⁰ <http://bsdiasde-bq.org/proj/risk.php>

основните доставчици на информация от сателити в рамките на международната харта "Космос и стихийни бедствия".

Инициативата BulgaRisk съдържа редица стъпки и действия. Първо е направен анализ на нуждите от данни за управление на риска в България чрез технически дискусии със съответните български власти, последвани от редица срещи и работни семинари. Важен етап от инициативата е разработването на прототипи на бази от данни за управление на риска и обучение на българските специалисти. Лицата, които взимат решения, и техническите лица често не са запознати със спътниковите изследвания. Целта на обучението е да се дадат "ключовете" за начина на интегриране на спътниковите данни в процесите за управление на риска. Снимките от Космоса се използват в няколко направления:

- исторически карти на минали наводнения;
- базови и референтни картографски продукти с цел разпознаване на планиметрични елементи, полезни за наземния екип, оборудван с GPS;
- карти на земеползването като основа за оценка на икономическата и човешката уязвимост;
- цифрови модели на релефа и 3D изгледи;
- картиране за оценка на щетите чрез сравняване на изображения, получени преди и след събитието.

Първите 4 компонента са част от предкризисната база данни, а последният – в следкризисната база от данни.

По проекта BulgaRisk у нас са създадени 3 прототипни бази от данни в три пилотни региона, които предоставят спътникови изображения при оценка на бедствията в три рискови области – наводнения, горски пожари и морски замърсявания.

Следващата стъпка е да се интегрират тези снимки в оперативните процедури за управление на риска в България.

Центърът за приложение на спътниковите изображения ReSAC²¹ е участвал в разработването на редица методологии и проекти, свързани с управление на риска от природни бедствия. По-значимите от тях са изготвяне на продукти чрез бързо картиране на наводненията в България през 2005 г. и 2006 г., участие в картата "Космос и стихийни бедствия" за изготвяне на карти при нефтения разлив в р. Дунав през октомври 2006 г., бързо картиране на горските пожари у нас през юли и август 2007 г., както и при оценка на сеизмичния риск, съвместна с кадастралните планове в ГИС среда за градовете Русе, Враца и София.

В съответствие със Закона за защита при бедствия е създадена Единна спасителна система 112, обвързваща Главна дирекция "Пожарна безопасност и спасяване" към МВР, Гражданска защита и централните за бърза медицинска помощ, действащи на териториален принцип. По проект на програма ФАР се изгражда национална TETRA мрежа с 28 базови станции, които обслужват трасетата на европейските инфраструктурни коридори. Тази мрежа е интегрирана към Единната спасителна система 112 за обслужване и реакция на спешни повиквания.

1.4.4 Център за аерокосмическо наблюдение (ЦАН)

Центърът за аерокосмическо наблюдение (ЦАН) е предназначен за подпомагане борбата с природни бедствия и аварии в национален мащаб. ЦАН е първата структура у нас, разполагаща с наземни станции и пълен набор от хардуерно и

²¹ www.resac-bg.org

софтуерно оборудване за приемане и обработка на аерокосмически данни в реално време. Центърът подпомага процесите по наблюдение, оценка и управления на риска от природни и антропогенни бедствия и извънредни ситуации. Получените и обработени данни създават възможност за анализ и взимането на правилни управленски решения при възникнали кризи, природни бедствия, пожари, свлачища, наводнения, промишлени аварии и други. Получаваната информация позволява прецизно определяне на риска и щетите при извънредни ситуации и повишаване ефективността на възстановителните работи.

Работата на ЦАН се базира на четири основни системи:

1. Получаване на информация чрез дистанционно наблюдение от сателитни станции или летателни апарати.
2. Обработване на получената информация с помощта на специализиран софтуер и нейното интегриране в стандартна ГИС софтуерна система.
3. Експертен анализ на информацията.
4. Произвеждане на готови продукти за конкретни опасности.

Получените данни, които са различни по разделителна способност и честотен диапазон изображения, могат да бъдат използвани за:

- анализ на извънредни кризисни ситуации, от рода на пожари, свлачища, наводнения, замърсявания на водите;
- наблюдение на обекти, които имат потенциал да доведат до кризисна ситуация – топене на снежната покривка, мониторинг на горите, състоянието на почвите и растителността, мониторинг на водите и атмосферното замърсяване;

- прогнозиране, моделиране и анализ на последствията от евентуалното настъпване на природни бедствия – като например засушаване, сеч на горите.

1.4.5 Научно-приложен проект "Интегрирано управление на риска и необходимата инфраструктура за пространствени данни" – система RiskMan

Проектът се реализира в изпълнение на документи на Европейската комисия, по които Република България предприема законодателни и практически действия:

- Директива 2007/2/ЕО на Европейския парламент и на Съвета на Европа от 14.03.2007 г. за създаване на инфраструктура за пространствена информация в Европейската общност (INSPIRE);
- Директива 2007/60/ЕО на Европейския парламент от 23.10.2007 г., установяваща рамката за действията на Общността в областта на политиката на водите, отнасяща се до необходимостта да се намали и управлява риска, да се оценят възможните щети и намалят последиците от природни бедствия върху човешкото здраве, икономическите дейности, околната среда и културното наследство;
- Резолюция на Европейската комисия относно европейската космическа политика от 22.05.2007 г. за ролята на Космоса за изменение на климата и подпомагане на европейската сигурност и управление на програмата Глобален мониторинг на околната среда и сигурността (Global Monitoring for Environment and Security – GMES).

Крайната цел на проекта за интегрирано управление на риска и необходимата инфраструктура за пространствени данни е създаване на пакет от анализи, бази от данни, цифрови карти, симулационни модели, свързани с риска от наводнения, базирани на обработката на сателитни изображения.

Научно-експерименталния характер на разработката предполага описание на европейски практики и правителствени действия, свързани с управление на кризисни ситуации.

Чрез реализацията на този проект Република България получава възможността да участва в работен План на Европейската Общност – Работна група на Европейската комисия GEO HLWG.

За анализи се използва съществуващата статистическа информация, отнасяща се до управление на риска. Пилотната разработка включва разработване на симулационни модели, покриващи територията на гр. София и райони от поречието на реките Места, Дунав, Искър, Русенски Лом, Арда и други.

Изпълнявайки директивите на ЕС за пространствени бази от данни и за превенция на риск от наводнение е създадена Web-базирана информационна система за регистрация, мониторинг и превантивно ресурсно управление на риска, наречена Risk Manager или съкратено RiskMan²². Системата е инсталирана в ДАИТС и се използва в пилотни общини в области Русе и Благоевград. Ползите от внедряването и използването на системата от страна на общинските и кметските управи в страната са:

1. Оценяване на ефекта от различните типове природни бедствия по кметства и общини на база на описание на

²² http://sdrm.daits.government.bg/upload/File/BULGARISK/RiskMan/RiskMan_UserGuide_ver09_N.pdf

засегнати зони и обекти, с/без предпазни съоръжения или мерки за превенция.

2. Оценка на факторите на кризисно събитие, както и планиране и контролиране на планираните предпазни мерки или действия за намаляване на щетите и оттам – финансово оразмеряване на мярката (действието) и оценка на ефективността ѝ.
3. Планиране за целите на бюджет и време на изпълнение на превантивните мерки и действия и превантивно ресурсно управление на съоръженията или планираните действия, предпазващи зоните на поражение в кметства и общини, както и на начини за поддръжка и контролни действия при различните видове съоръжения.
4. Възможност за справки и прегледи за описани зони на поражение и предпазни съоръжения в база от данни.
5. Гъвкаво децентрализирано управление на процеса на работа със системата по общини и кметства.
6. Комплексна оценка на риска от различни видове природни бедствия за страната, с интегриране на оценките по кметства, общини и области.

Реализацията на проекта в национален мащаб се обвързва с възможностите на Електронната съобщителна мрежа за работа в реално време, осигурявайки и рамката на взаимодействие с модерните методи за бързо обработване на пространствени данни, използвайки натрупаният опит с информационните системи в ДАИТС.

RiskMan представлява многопотребителска информационна система с различни нива на достъп, изградена като клиент-сървър приложение и достъпна за крайните потребители посредством Интернет браузър. Целта е да се автоматизират

дейностите на общинските и кметските администрации в процеса по регистриране на рисковете от природни бедствия, както и неговото оценяване и управление по схемата FMEA на Довел Интернешънъл, подготвена през 2007г. от специалисти на Довел Интернешънъл, с участие на АУРЕ, СУ "Св. Климент Охридски, Фондация "Живот за всички", "Емон" ООД. По електронен път се събира и обобщава информация за риска от различни природни бедствия, напр. наводнения, горски пожари, земетресения, свлачища, и др. Моделът на данните предвижда запазването на информацията по години. Достъпът до данните позволява възможност за въвеждане, надзор и корекция на ниво кметство и ниво община. Определени са четири различни потребителски роли в системата, всяка със зададени фиксирани права:

- *наблюдател* – има права за: вход в системата; избор на вид данни, на район и на и период, както и четенето на данните; изход от системата;
- *оператор в кметство* – има всички права на *наблюдател*, плюс допълнително: въвеждане на първични данни за риска за дадено кметство по години (съгласно описана от Довел Интернешънъл последователност) – в рамките на дефиниран от *администратор на община* период; редакция на първични данни за риска за дадено кметство по години (съгласно описана от Довел Интернешънъл последователност) – в рамките на дефиниран от *администратор на община* период;
- *администратор на община* – Всички права на *оператор в кметство*, плюс допълнително: въвеждане на данни за общината – например население и доход; създаване на потребителски сметки (име и парола) на *оператор в*

кметство – за дадено кметство; дефиниране на период от време, за който *оператор в кметство* може да въвежда информация – по подразбиране е 1 год., но се дефинира като интервал от дата до дата; редакция на първични данни за риска за дадено кметство по години (съгласно описана от Довел Интернешънъл последователност) – по всяко време – отразява се в журналинен файл;

- *главен администратор* – всички права на *администратор на община*, плюс допълнително: създаване на потребителски сметки (име и парола) на *администратор на община*; визуализация на историческите промени в данните за риска по периоди (т.нар. журналинен файл) – по години; стартиране и спиране на приложението; редактиране на номенклатурни стойности – вкл. изтриване на такива (при условие, че не са реферирани в момента) и на добавяне на нови; задаване на параметри на приложението – напр. дължина на периода на журналинния файл в месеци.

Всички потребителски роли в системата могат да правят справки относно:

- данни за община;
- данни за кметство;
- данни за въведени бедствия (кризисни събития и зони);
- данни за съоръжения.

Приложението е насочено към превантивното управление на риска, като конкретните нужди и първична информация се събира на първото и най-пряко управленско ниво – кметство в община.

При въвеждането на данните се следват правила в съответствие с вида на данните, които се въвеждат.

Данни за зона:

При въвеждането на данни за зона операторите трябва да определят три групи от данни:

1. Описание на кризисно събитие и зона.
2. Оценка на ефекта от рисково събитие.
3. Фактори на рисковото събитие.

При избора на стойност за вероятност и ефект на предпазната мярка се ползват съответни таблици с три колони, съдържащи описание на вероятност и ефект, описание на стойността и степен.

Данни за обект

За всяка зона на рисково събитие операторът в кметството може да въведе един или повече обекта към дадената зона. Обектите могат да бъдат с различна стойност, тип, степен на използваемост и други параметри, например: училище, читалище, парник, водосборна кула, и други. За всеки обект се описват параметри по подобие на зоната.

Данни за бъдещ ефект

За всяка зона на рисково събитие операторът в кметството може да опише бъдещия ефект от изпълнението на мерките към зона на рисково събитие. За целта първо се избира зоната от падащо меню. После за всяка една от въведените мерки с дадена планирана вече дата се избира:

- нова уязвимост (след изпълнението на мярката);
- нова вероятност;
- нов ефект от мярката;
- нова експертна оценка на щети;
- нова експертна оценка на пострадали хора.

При въвеждането на данни за зона операторите трябва да определят следните групи от данни:

- описание на кризисно събитие и зона;
- оценка на ефекта от рисково събитие;
- фактори на рисковото събитие.

При въвеждане и редактиране на стойностите за вероятност и ефект на предпазната мярка се ползват съответни таблици с три колони, съдържащи описание на вероятност и ефект, описание на стойността и степен.

Резултатите от анализите и подготвените оценъчни карти са в съответствие с изискванията на директивата относно оценката и управлението на риска от наводнения.

1.4.6 Информационна система SmartSDI

Системата SmartSDI създава и поддържа база от данни за наличните в държавната администрация гео-пространствени данни и услуги, както и информация за техните администратори. Системата предлага средства за въвеждане, редактиране и интелигентно търсене в базата от данни, като тези функционалности са реализирани в отделни модули. Web-базираната професионална реализация на системата, както и нейния функционален обхват, позволяват тя да се използва и развие в рамките на Националния геопортал. Разработката се извършва в съответствие с Програма GMES и Директива 2007/02/EO-INSPIRE. Основни изпълнители са ДАИТС, АУРЕ, ReSAC, МРРБ, МОСВ, ИМИ-БАН, ИП "Н. Пушкин", СУ "Св. Кл. Охридски", ПУ "П. Хилендарски", JRC-IPSC, Постоянна комисия "България-Бавария" (ПКББ-Германия), общини, организации, отговорни за водните ресурси и поречието на реките и др. Основните дейности включват:

- извършване на качествен контрол на точността и достоверността на пространствени данни;
- валидиране на наземни и дистанционни методи за измерване на площи според стандартите на ISO;
- моделиране на изисквания и бизнес процеси (на административно и системно ниво) чрез UML;
- инвентаризация на бази от данни и създаване на метаданни с използване на XML схеми;
- обектно-ориентиран анализ, класификация и извличане на гео-обекти от спътникови и самолетни изображения;
- обработка и интерпретиране на данни от спътникови и аеро заснемания, във видим, инфрачервен, радарен и радиометричен спектър. До момента са изготвени карти на земното покритие в различен мащаб за нуждите на най-важните трансевропейски коридори с буфер 10 км и на функционални градски зони;
- извършване на наземни наблюдения с радиометрични прибори за оценка на почвената влага с цел ранна диагностика и намаление на последиците от преовлажняване на почвите, пробиви на диги и наводнения;
- приложение на гласови технологии за наблюдение, управление, контрол и сигурност.

1.4.7 *Българска инфраструктура за пространствени данни*

Българската инфраструктура за пространствени данни е прототип на гео-портал, насочен към транспортните коридори и безплатна услуга в обществена полза. Потребителят може да отвори и наблюдава тематични цифрови карти, както и

цифрови спътникови изображения от всяка точка по трасетата на трансевропейските транспортни коридори, привързани към картата на Република България. Интеграцията на информация от спътникови изображения с различни други информационни слоеве, позволява да се синхронизират разнообразни бази от данни, да се провери достоверността им, да се актуализират и да се създаде възможност за осигуряване основата на ефективно и устойчиво управление. В ход е разработването на експериментална географска база от данни, елемент от научно-приложна задача. Целта е да се улесни и ускори въвеждането на изискванията по Директива 02/07/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 14 март 2007 година, за създаване на инфраструктура за пространствена информация в Европейската общност. Реализацията на гео-портала е също така в изпълнение на решения на Министерски съвет от 19.04.2007 г., 31.01.2008 г. и 22.02.2008 г. С тези документи се приема Програма за осигуряване на интегрирани пространствени бази от данни в Република България и ДАИТС се определя за държавната структура, която отговаря за транспонирането на Директива 02/07/ЕО в България.

Тъй като гео-порталът все още е в процес на разработване и синхронизиране на връзката с различни източници на информация, пряк достъп до него е осигурен само на ДАИТС – дирекция "Интегриране и планиране на мрежи". В най-скоро време връзка ще се осигури и с Министерство на транспорта, Министерство на регионалното развитие и благоустройството. На следващ етап ще бъдат включени и Министерство на околната среда и водите и Министерство на земеделието и продоволствието. Всеки отделен етап от развитието на системата ще се осъществява в партньорство със специалисти от съответните министерства, в съответствие с изискванията по

Директива 02/07/ЕО, но също така и с реалните възможности и обхват на данните.

Задачата се изпълнява от екип специалисти от АУРЕ и Центъра за приложение на спътникови изображения ReSAC, като са привлечени и експерти от СУ "Св. Кл. Охридски". Съдействие по тази задача, оказват партньори в рамките на Постоянната комисия България-Бавария (ПКББ), както и от Обединения Изследователски Център на Европейската Комисия. В хода на работа се включват и експерти от различни държавни и общински структури, научно-приложни институти, граждански организации и специализирани фирми.

Експерименталният гео-портал е потребителски ориентиран. Освен тематичния картен материал е включени и атрибутивни таблици с текстови данни, а за повече и по-разнообразна информация е осигурена връзка с други интернет страници. За улесняване на потребителите при въвеждането на наименованието на търсеното място, данните са организирани опростено и така, че да са лесно избираеми. Могат също да се дефинират и избират както линеарни, така и площни обекти.

Базата от данни непрекъснато се допълва с нови слоеве информация, които постъпват от различни държавни, научни и общински структури. Предвижда се в бъдеще към базата от данни да се организира и раздел услуги, като на първи етап се разработват тематични карти и модели, свързани с управление на риска от природни бедствия – наводнения, горски пожари, земетръс и други.

1.5 Оперативен капацитет на Република България в областта на управление на риска

Изграждането на национален капацитет се извършва на основата на публично-частното партньорство, в което участват представители на държавната и общинските администрации, университети и научни институти от БАН, граждански структури, научно-приложни организации, бизнес-организации, външни експерти от страни-членки на Европейския съюз. От страна на Европейската комисия, основен партньор е Институтът за защита и сигурност на гражданите (Institute for the Protection and Security of the Citizen – IPSC²³) към Обединения изследователски център (Joint Research Center – JRC²⁴) към Европейската комисия.

Стратегическата цел е изграждане на български оперативен капацитет в обработката на първични данни, разработване на симулационни модели и практики за наблюдение, както и услуги по три основни политики на ЕС – Програма GMES, Директива 2007/02/EO – INSPIRE и Директива 2007/60/EO – риск от наводнение. В перспектива се очаква участие в изпълнение на Европейската стратегия за устойчиво развитие и в Европейската дунавска стратегия.

По програма GMES направленията са:

- управление на риска/услуги за отговор при кризи;
- услуги за наблюдение на земната повърхност;
- мерки в подкрепа на услуги, организирани от потребители;
- достъп до данни.

²³ <http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/>

²⁴ <http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm>

По Директива 2007/02/ЕО-INSPIRE направлението са:

- създаване на референтна база от данни за земно покритие, която да послужи за хармонизация на различни пространствени данни във ведомства, агенции, общини и други доставчици на пространствени данни;
- създаване на национален гео-портал и услуги към него;
- подготовка на закон за пространствените данни.

По-долу е представен кратък анализ на създадения оперативен капацитет по инфраструктура на пространствени данни и управление на риска и сигурността. Данните са с актуалност м. юни, 2009.

Изпълнение на Директива 2007/60/ЕО предвижда:

- извършване на предварителна оценка на риска от наводнения;
- създаване на карти на районите под заплаха от наводнения и карти на районите с риск от наводнения;
- съставяне на планове за управление на риска от наводнения;
- предприемане на необходимите мерки за съгласуване на прилагането на настоящата директива, със съсредоточаване върху възможностите за подобряване на ефикасността, обмена на информация и за постигане на съвместно действие и извличане на ползи.

Допълнителна информация по изграждането на националния капацитет може да се получи от Интернет-сайтове на адреси www.daits.government.bg, www.resac-bg.org и www.asde-bg.org.

Направление и дейности	Настоящи и бъдещи партньори в рамките на страната и ЕС	Необходимо сътрудничество за постигане на очаквания резултат
1. Управление на риска от наводнения Създават се симулационни модели на потенциални заливаеми площи, включени в критичната инфраструктура при наводнение за селищата по поречия на реките. Дава се оценка на наводнени територии и оценка на отточен капацитет на територии. Извършва се оценка на уязвимостта и се създават ГИС бази от данни, необходими за изработване на тематични карти за картиране на активите в съответствие с Директива 2007/02/ЕО. Изготвят се карти на риска от наводнения в съответствие с тази директива.	Работата се поддържа от Българо-френски проект БУЛГАРИСК с участие на ДАИТС като бенефициент и на ReSAC като партньор в проект SAFER по 7-ма рамкова програма на Европейската комисия, с подкрепата и сътрудничеството на АУРЕ, МОНМ, ФНИ, УАСГ, НИМХ-БАН, община Русе и Басейнова дирекция на река Дунав.	Необходимо е партньорство с басейнови дирекции, както и с общински администрации, предприятията "Язовири и каскади" към НЕК, изпълнителна агенция по хидромелиорации, концесионери и др. за анализ на критична инфраструктура, на очаквани щети и на мерки за противодействие с цел създаване на застрахователен катастрофичен пул.
2. Управление на риска от сеизмични събития В това направление се включват предварителна оценка за щети и жертви на основата на българска информационна система, разработвана с участие на европейски експерти за оценка на максимално интегрално въздействие (пострадали жилища и жители) за територия и оценки на уязвимостта.	Направлението се поддържа от ДАИТС, АУРЕ, ГФИ-БАН и ЦЛСМСИ-БАН, CEDIM-Германия и др.	Необходимо е да се включат Агенцията по кадастъра към МРРБ, общини със съответни архиви, с цел създаването на застрахователен катастрофичен пул.
3. Управление на риска от пожари в горски масиви и земеделски площи В това направление се създават тематични карти, бързи карти тип "fast track", бази от данни, симулационни модели. Направено е пилотно изследване на	Направлението се поддържа от участието на ДАИТС и ReSAC в Междуведомствен координационен съвет за борба с горските пожари към ДАГ, Българо-френски	Необходимо е укрепване на постоянното сътрудничество на ДАИТС и партньори с ДАГ, МЗХ, МВР, Гражданска защита, ССА, НИМХ и общини.

развитието и щетите от големи горски пожари от 2007 г. на базата на спътникови изображения и данни от МВР и ДАГ, както и сравнителен анализ на съответствието между данни за горски пожари от български институции и данни от Европейската Космическа Агенция за период от 10 години. Изгражда се ГИС на влажни зони и водни тела за територията на България в мащаб 1:50 000, със съответната атрибутивна информация. Провежда се наземно изследване на развитието и щетите от пожари в земеделски площи на базата на спътникови изображения и данни от МВР. Създават се вегетационни календари на основни земеделски култури на производствени площи. Изгражда се ГИС на площи с основни култури за територията на България в мащаб 1:50 000 със съответна атрибутивна информация.	проект БУЛГАРИСК и рамково споразумение между ДАИТС, МВР, АУРЕ и НАС. За целта ДАИТС е предоставила като дарение работна платформа и софтуер на Националната служба "Пожарна безопасност и защита" към МВР. Подготвен е проект по 7-ма рамкова програма на ЕК с участие на ДАГ и ReSAC.	
4. Управление на риска от ерозия и свлачища Създават се тематични карти и съответни бази от данни за картиране на основните показатели определящи почвената ерозия по модела USLE. Разработва се карта за ерозивност на почвата на основата на геоложка карта на България и модел за ерозивност на валежите.	Направлението се развива от ДАИТС и ReSAC в рамките на проект Geoland2 с 54 партньора от ЕС по 7-ма рамкова програма на ЕК, с подкрепата на МОНМ и ФНИ, в сътрудничество с ИП "Н. Пушкин", както и по българо-френски проект БУЛГАРИСК.	Необходимо е развитие на сътрудничество с няколко отдела на МЗХ за съвместяване на системата за идентификация на земеделските парцели в модела на ерозия.
5. Референтна база от данни за земно покритие на основата на LCCS Изготвят се карти на земното	ДАИТС, АУРЕ, НСИ, FAO-UN, JRC-IPSC, страни-членки на ЕС.	Съгласно предложението проект на закон за пространствените данни всички държав-

покрите на областните градове в България на основата на спътникови изображения. Картите са в мащаб 1:5 000, от изображения с разделителна способност от 0.5 до 1 метър от спътниците Ikonos, Quickbird и Eros. Картите и съответните бази от данни са разработени в координация с изгражданата в ДАИТС информационна система по хармонизация на пространствените данни и управление на риска и са предоставени на Дирекция "Технически норми" към МРРБ. Областните и общински администрации могат да сверяват по обобщени показатели урбанизирания територии по направления: индустриални зони, жилищни квартали, зелени площи и т.н. Могат да се проучват разлики между земеделски, градски и горски кадастър и да се набележат мерки за изчистване на грешки и регистриране на промени. Подготвят се по-подробни карти на земното покритие за областните градове, даващи възможност да се сверят кадастралните и регулационни карти, тематичните карти на инфраструктурата, както и картите на землищата, природната среда и земеделските имоти около градовете.		ни структури следва да хармонизират своите бази от данни с референтната база от данни за земно покритие.
6. Информационна система SmartSDI Системата SmartSDI създава и поддържа база от данни за наличните в държавната администрация гео-пространствени данни и услуги, както и	ДАИТС, АУРЕ, МРРБ, МОСВ, ИМИ-БАН, ПУ, СУ, JRC-IPSC, Германия-ПКББ и др.	Необходимо е установяване на по-тясно сътрудничество и приемане на план за действие.

информация за техните администратори.		
7. Информационна система ЕВРОНАБЛЮДАТЕЛ за ежедневно извличане на информация за събития, свързани с прилагане на Лисабонската стратегия в България и Европейския Съюз Системата периодично чете RSS изданията на по-големите български новинарски портали и сайтове. Потребителите на системата, могат да използват Интернет-бюлетина или информацията от БД. Интернет-бюлетинът е подходящ за неспециалисти, докато БД може да бъде използвана за експертни анализи и оценки. Бюлетинът може да е полезен както за службите, чиято функция е справянето с бедствите и аварията, така и за информирането на гражданите. Системата е въведена пилотно и е в процес на разработка и надграждане.	ДАИТС, СБЖ, АУРЕ, общини и общински служби, DG E&I, JRC-IPSC, Германия-ПКББ.	Тясно сътрудничество с всички институции, заинтересовани от управление и реакция по време на природни бедствия и аварии.
8. Концепция и системна архитектура на интелигентна система за определяне на интегриран риск UniRisk UniRisk ще се използва като ценен инструмент при управлението на риска. Системата способства за автоматизирането на процесите за идентифициране, оценка и управление на риска. UniRisk ще бъде реализирана като самообучаваща се система. Адаптивната архитектура на системата ще способства за ефективното ѝ приложение в	ДАИТС, АУРЕ, СУ, ИМИ-БАН, JRC-IPSC, Ирландия, Германия.	Използване на системата за оперативно обслужване и услуги по Програма GMES.

различни предметни области, свързани с оценката и управлението на природните и технологични рискове.		
9. Оценка на въздействието на общностното законодателство и политики на ЕС в областта на инфраструктура на пространствените данни, риска и сигурността Изготвяне на анализи и оценки на въздействието на проектите за нормативни актове на ЕС, разработване на проекти за национални нормативни актове, решения на МС, ежегодни доклади за състояние на управлението на територията като земно покритие и съотношението между урбанизираните, земеделските, природните площи.	ДАИТС, АУРЕ, JRC-IPSC, тематични работни групи на ЕК, държавна администрация, граждански структури.	Оперативно сътрудничество между държавни институции, граждански структури, бизнес-среди, представителството на България в ЕС, партньори от страни-членки на ЕС.
10. Създаване на съвместен център за научно-приложни разработки по управление на риска Научно-приложни разработки по управление на пространствени данни, риск и сигурност.	ДАИТС, АУРЕ, СУ, ИМИ-БАН.	Предстои привличане на експерти от УНСС, НБУ, JRC-IPSC, Европейски структури и институти, партньори от страни-членки на ЕС.
11. Развитие на мрежа от регионални информационни центрове за пространствени данни и превенция на риска със съпътстващи публични услуги по места Мрежата има за цел осигуряване на публичност и обучение на широката общественост. Изграден е демонстрационен партньорски експериментален регионален център "Момчиловци".	DG E&I, JRC-IPSC, ресорни държавни структури и други структури на ЕС.	Тази мрежа се планира да стане оперативна структура, която е част от общата Европейска мрежа.

1.6 Други области на управление на риска

Освен разгледаните дотук, съществуват и други области, в които се налага управление на риска. За пример ще споменем две, които са особено важни:

- управление на риска при информационните технологии;
- управление на риска в бизнеса.

1.6.1 Управление на риска при информационните технологии

Актуална задача по осигуряване сигурността на информационните системи се явява разработката и прилагането на международни стандарти, определящи функционалните изисквания към сигурността на информационните системи²⁵.

С БДС ISO/IEC 17799:2004 се въвежда кодекса за добра практика на управление на сигурността на информацията в България. Стандартът е една от последните версии на ISO/IEC 17799:2004 и е един от най-масово признатите в световен мащаб, наследник на BS 7799 приет и публикуван от Британският стандартизационен институт през 1995г. Признанието на този стандарт идва от това, че включва добрите практики по управление на сигурността на информацията на едно място.

БДС ISO/IEC TR3 13335:2004 и неговите части предоставят практически ръководства за управление на сигурността. Определят концепциите и моделите за управление, техниките за управление и подборът на гаранции за сигурност.

²⁵ http://cio.bg/1034_mezhdunarodni_iziskvaniya_i_nacionalni_standarti_v_oblastta_na_kachestvoto_i_sigurnostta_na_it&page=1

БДС ISO/IEC 15408:2004 и неговите части представят техниките за сигурност, като предлагат критерии за оценяване на сигурността на информационните технологии, основните модели, функционалните изисквания за сигурност и изискванията за осигуряване на сигурност.

БДС ISO/IEC 15816:2004 определя информационните обекти на сигурността за контрол на достъпа.

БДС ISO/IEC TR 15947:2004 представя рамка за откриване на вмешателство при информационните технологии.

Основната идея е, че при осигуряване на информационната сигурност е важно да бъдат отчетени всички съществуващи аспекти, чрез които ще бъде гарантирано минимално (базово) ниво на сигурност, задължително за всяка типова информационна система, независимо от целите и мястото на приложението ѝ. Идеята се реализира чрез предоставяне на конкретни набори от стандартни мерки за сигурност, препоръки и средства за защита, осигуряващи предотвратяване на конкретни заплахи за типови информационни системи.

1.6.2 Управление на риска в бизнеса

Болшинството управленски решения в бизнеса се приемат в условия на риск, което се обуславя от много фактори. Видовете риск, с които една фирма се сблъсква, са многобройни и често един риск води до друг. Факторите, могат да бъдат международни (промени в обменните курсове, политически смутове и т.н.), национални (рецесия, инфлация/ дефлация, демографски промени и т.н.), отраслови (конкуренция, технологии, наличие на ресурс и т.н.), както и свързани със самата фирма. Способността на фирмите да се справят с рисковете, свързани с географските условия, активите и

пасивите им, сегментацията на потребителите и бизнес цикълът, се превръща в жизненоважен за оцеляването им фактор. Проблемът за управлението на риска в бизнеса е изключително актуален и съществуват добре разработени теоретични и приложни модели²⁶. Разглеждането на управлението на риска в бизнеса излиза извън фокуса на настоящата книга.

²⁶ А. Шапкин, В. Шапкин, Теория риска и моделирование рисковых ситуаций; Учебник, Москва, Изд. Дашков и К, 2005, 880 с.

2 Автоматизация на управлението на риска и взимането на решения в критични ситуации

Управлението на риска и взимането на решения в критични ситуации са две фази на един и същ процес, които често се разглеждат отделно и по тази причина се изследват непълно. От добрата предварителна подготовка зависи намаляването на степента на поражения при настъпване на критична ситуация. Ето защо обхващането на двете фази от цялостна система за управление на риска е важна задача. Разработката на методи и средства за поддръжка взимането на решения в критични ситуации е пряко свързана със създаването на добра организация и средства за мониторинг на околната среда и производствените мощности, които са допълнителен източник на опасност поради възможността от техническа авария или човешка грешка.

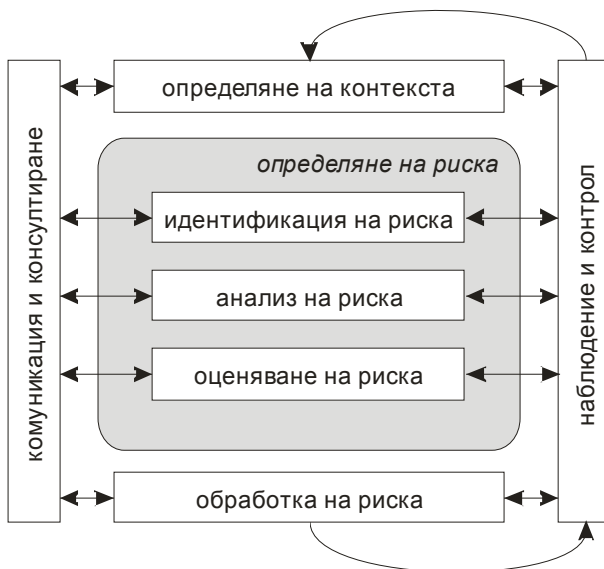
2.1 Основни понятия в управлението на риска

Управлението на риска е съвкупност от дейности в рамките на организационния мениджмънт, която отговаря на следните въпроси²⁷:

- какво може да се обърка и защо? (какви са опасностите и заплахите, какви инциденти могат да се случат);
- колко вероятно е това? (какъв е рискът, вероятността);
- колко сериозен може да е инцидентът? (кой или какво биха могли да бъдат засегнати, каква е уязвимостта, какви биха били последствията);

- какво може да се направи? (какви трябва да са действията на управленското тяло по реакцията, смекчаването и възстановяването).

Този подход е залегнал в съвместния стандарт на Австралия и Нова Зеландия AS/NZS 4360:2004 за управление на риска²⁸. Процесът по управление на риска съгласно този стандарт се илюстрира от следната схема (фиг. 3):



Фиг. 3 Схема на процеса на управление на риска

Идеята е да се преценят опасностите, които представляват заплаха за уязвимите елементи на системата, да се оценят рисковете и последствията и да се разработят процедури за

²⁷ Й. Кънчев. Риск мениджмънтът във водния сектор. сп. Ютилитис, 06.11.2008, <http://www.utilities.bg/show.php?storyid=577624>.

²⁸ http://www.mrcmekong.org/download/programmes/ep/Aust_Standards_4360-2004.pdf

действия. Обикновено идентификацията на риска се счита като начална дейност, но както се вижда от схемата, това не е първата стъпка на процеса. За да може да се разпознае риска е нужно да се определи какво е изложено на риск, кои са уязвимите елементи на системата.

С приемането на Закона за защита при бедствия²⁹ се установи общо разбиране за основните понятия, касаещи управлението на риска. Това разбиране е в съответствие с международно възприетата терминология³⁰.

Опасностите излагат хора, места и процеси на риск. Дефиницията за *опасност* е "възможен източник на вреда". Опасностите са екстремни инциденти, които може да имат неблагоприятни последици. *Инцидент* е непредвидимо или трудно прогнозируемо, с висока интензивност и ограничено по време и пространство въздействие на природни сили или резултат от човешка дейност, застрашаващи живота или здравето на хора, имуществото или околната среда.

Степента на опасност зависи от вероятността тя да се случи в рамките на определен период от време за даден регион и от нейните последици. Обикновено опасностите се делят на природни, техногенни и антропогенни бедствия.

Природните бедствия се причиняват от *природни явления* с геологичен (геофизичен, геоложки), хидрометеорологичен и биологичен произход, като земетресения, наводнения, движения на маси (свладища, потоци от отломки, лавини),

²⁹ Закон за защита при бедствия. Обн. ДВ. бр.102/19.12.2006, ..., изм. ДВ. бр.35/12.05.2009.

³⁰ United Nations International Strategy for Disaster Reduction. UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction (2009). <http://www.unisdr.org/eng/library/UNISDR-terminology-2009-eng.pdf>

бури, градушки, големи снежни натрупвания, замръзвания, суши, горски пожари, масови заболявания от епидемичен и епизоотичен характер, нашествия на вредители и други подобни, причинени от природни сили.

Техногенните бедствия възникват в съоръжения, построени от човека, но причината за възникването им не е човешка намеса (или ненамеса – съзнателна или несъзнателна), например пробив в язовир, замърсяване на водата, отказ на съоръжения в ядрени електроцентрали и др. Например *промишлена авария* е внезапна технологична повреда на машини, съоръжения и агрегати или извършване на дейности с рискови вещества и материали в производството, обработката, използването, съхраняването, натоварването, транспорта или продажбата, когато това води до опасност за живота или здравето на хора, животни, имущество или околната среда. *Рискови вещества и материали* са тези, чието производство, превозване, съхраняване, употреба или изхвърляне може да увреди или да създаде опасност за човешкото здраве и живот и за околната среда.

Антропогенните бедствия са аварии, причинени от човешко действие или бездействие – било то съзнателно или несъзнателно, например тероризъм и вандализъм, враждебни обществени реакции, несъобразяване с регулациите и др.. С други думи, *авария* е инцидент от голям мащаб, включващ пътища, магистрали и въздушен трафик, пожар, разрушаване на хидротехнически съоръжения, инциденти, причинени от дейности в морето, ядрени инциденти и други екологични и промишлени аварии, причинени от дейности или действия на човека.

Обобщавайки можем да кажем, че *бедствие* е събитие или поредица от събития, предизвикани от природни явления, инциденти, аварии или други извънредни обстоятелства, които засягат или застрашават живота или здравето на населението, имуществото или околната среда в размери, които изискват предприемането на мерки или участието на специални сили и използването на специални ресурси. Бедствие е нарушаване на нормалното функциониране на обществото, което води до загуба на човешки живот, имущество и природни ресурси. Това е събитие, което надхвърля способността на засегнатите общности, да се справят сами с него.

Уязвимостта обозначава недостатъчност на средства или способност за защита от неблагоприятните въздействия от външни събития, от една страна и от друга невъзможност за бързо възстановяване от ефектите на природното явление. Уязвимостта е производна от много политически, институционални, икономически и социо-културни фактори.

Рискът от бедствие определя степента на увреждане и загуба, които природното събитие или аварията се очаква да предизвикат. Тя се определя като произведение от факторите на опасност и уязвимост. Следната формула е широко използвана за изчисляване на риска от бедствия като продукт на тези два фактора: $Риск = Опасност * Уязвимост$

В техническо отношение в *управлението на риска от бедствия* се включват действия (програми, проекти и/или мерки) и инструменти, чиито последици са предназначени към намаляване на риска от бедствия в застрашените райони и намаляване на степента на последствията.

Предотвратяване и намаляване на риска означава извършването на дейности, които да предотвратят или

ограничат неблагоприятното въздействие на екстремни природни събития, преди всичко в средносрочен и дългосрочен план. Те включват политически, правни, административни и инфраструктурни мерки за справяне с положението на опасност и влияещи върху начина на живот и поведение на застрашеното население за намаляване на риска от бедствия.

Готовността за посрещане на бедствия включва мерки, които могат да се извършват бързо и ефективно, за спасяване човешки живот, намаляване на вредите и предоставяне на спешна помощ. Пълномащабната готовност включва: системи за ранно предупреждение, разгръщане и координация на възможностите, аварийни планове, спешна доставка на запаси от резерва и обучение.

2.2 Анализ на уязвимостта

Има много подходи за оценка на опасностите, но като цяло всички се свеждат до следните съществени стъпки:

- определяне на съществуващите рискове;
- измерване на рисковете;
- намаляването им до най-ниските възможни нива;
- намиране на начини за справяне с неизбежните и неконтролируемите рискове.

Тези елементи формират процес на планиране, който се състои от четири стъпки:

1. Определяне, идентифициране и оценка на всички потенциални ненормални събития.
2. Измерване на нивата на съответните рискове.
3. Намаляване на тези нива до най-ниските приемливи стойности.

4. Установяване как и защо всяко от тези събития може да засегне хора, места, процеси и какви ще са последствията.

В рамките на управлението на риска понякога може да се появи объркване. Дефинициите за катастрофа се менят в широк спектър. В общия случай не самото събитие, а последствията от него пречат на организациите да функционират нормално. Рискът представлява вероятността нещо да се обърка и трябва да бъде надеждно измерим.

Плановите за действие при непредвидени ситуации целят осигуряване на непрекъснатост на операциите във времеви отрязък между инцидента и пълното завръщане към нормална работа. Възстановяването означава планирани дейности по ремонта на засегнатия обект или обекти и възвръщането им към нормална дейност.

Анализът на уязвимостта означава да се определят последствията от инцидентите. Той включва оценка и измерване на риска, т.е. на вероятността от възникване на даден инцидент и потенциалната му величина. Анализът обикновено идентифицира всички възможни места на уязвимост, представя исторически данни за минали инциденти, оценява бъдещата вероятност и честота на такива събития, анализира въздействията и ефектите и валидизира историческите данни. Например, специалисти по риск мениджмънт на водния сектор идентифицират шест стъпки за анализ на уязвимостта на водни системи:

1. Идентификация на компонентите на системата.
2. Количествена оценка на силата на очакваните бедствия.
3. Оценка на ефектите на очакваните бедствия върху всеки компонент на системата.

4. Оценка на потреблението на вода по време на инцидента и след това.
5. Оценка на възможността на водоснабдителната система да покрие това потребление.
6. Идентификация на критичните компоненти.

В този списък измерването на риска не е ясно очертано като отделна стъпка, но може да се включи във втората. За идентификацията на критичните компоненти на системата са нужни опис и карта, както и инспекции на състоянието им. Оценката на ефектите на очакваните бедствия върху различните компоненти на системата изисква разглеждането на отделните компоненти и оценка на въздействието на всеки тип бедствие върху всеки компонент. Например един резервоар е уязвим към свличане на кал, докато една пречиствателна станция е зависима от храненето ѝ с електроенергия. Оценката на очакваното потребление на вода по време на и след инцидент е допълнение към обичайната оценка на потреблението. Оценката на способността на водоснабдителната система да покрие това потребление изисква анализ и моделиране, така че да се види какви нива на водоподаване са необходими за покриване на потреблението в този времеви отрязък. Идентификацията на критичните компоненти е резултат на анализа на уязвимостта и посочва онези компоненти, които се нуждаят от подсилване.

2.3 Управление и планиране при кризи

Управлението при кризи и дейностите за повишаване на подготвеността към инцидент включват анализиране на различни ситуации, които заплашват сигурността. Управлението при кризи почива на стабилни планове, които

според Американската агенция за управление при кризи (FEMA³¹) трябва да включват:

- цел;
- ситуации и предположения;
- концепции за действия;
- организация и разпределяне на отговорностите;
- контролиране;
- непрекъсваемост на управлението;
- администрация и логистика;
- разработване на планове и управление;
- референции;
- дефиниции.

Най-честите бедствия и аварии са краткосрочни, например (наводнения, урагани, земетресения, цунами, торнадо, свлачища или терористични атаки). Други имат дългосрочен характер, например, суша, епидемии, загуба на воден или енергиен източник. Най-неприятния вариант е комбинация между дългосрочни и краткосрочни бедствия и аварии – обикновено по време на военни действия.

Основните стъпки на управлението при кризи според FEMA са:

Подготвеност

Необходима е, защото мерките за смекчаване не могат да предотвратят щетите. Правителствата, организациите и отделните хора разработват планове за животоспасяване, минимизиране на вредите и подпомагане на органите, които

³¹ <http://www.fema.gov/>

реагират на инцидента. Необходимо е да има на разположение активи (съоръжения, оборудване, хранителни и медицински ресурси) в резерв на територията на критичните зони.

Смекчаване

Тази стъпка включва действия, които елиминират или намаляват вероятността от инцидент, както и дългосрочни действия за намаляване на ефектите от непредотвратими бедствия.

Реакция

Тази стъпка следва след инцидента. Включва оказване на спешна помощ на пострадалите, намаляване на вероятността от вторични щети и бързи действия по възстановяване на непосредствените вреди. Тъй като в този момент управлението и контролът са критично важни, изискват се решителни действия, базирани на точна и навременна информация, и установена властова верига.

Възстановяване

Има за цел да възвърне системите към същото и по-добро състояние от предхождащото инцидента. Краткосрочното възстановяване осигурява опериране в рамките на минималните стандарти, а дългосрочното може да продължи и години.

2.4 Производствени аварии и минимизация на негативните им последствия

Техническите катастрофи се случват на обекти, продукция или технологични процеси, които са свързани с използване на високо налягане или енергия, леснозапалими или агресивни вещества и други. Към тях се отнасят:

- химически, радиационно и биологически опасни продукти;
- атомни, топлинни и хидроелектроинсталации;
- железопътен, автомобилен, въздушен, морски и речен транспорт, превозващи опасни товари;
- хидростанции, железопътни и автомобилни мостове;
- електро-, газо-, нефто- и продуктопроводи.

Причини за аварията могат да бъдат:

- повреда в технологичното оборудване или разгерметизация на местата за съхранение и превоз на опасни товари;
- неизправност в стартовите системи, контрола или организацията на технологичните процеси;
- нарушение от персонала на регламента при използване, съхраняване или преработка на опасни вещества;
- външно разрушително въздействие с природен или социален характер.

Природните бедствия се явяват в резултат на естествени (стихийни) явления, а както и извънредно антропогенно въздействие върху околната среда³². Сред тях изпъкват:

- геологични – земетресения, сринове, свлачища, лавини и срутвания;
- хидрометеорологични – проливен дъжд, силен снеговалеж, град, наводнения;
- агрометеорологични – циклони, урагани, смерчове, замръзване и засушаване;
- хелиофизични – природни пожари, включително горски, степни, торфни и подземни;

³² Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы. Москва, Прогресс, 1978, 439 с.

- екологични – масово натравяне и инфекциозни заболявания, епидемии по животните и растенията.

Възможно е комбинирано проявление на различни рискови фактори. Процесът на развитието на комбинирани извънредни ситуации има характер, подобен на ефекта на домино, а негативните последствия се увеличават многократно. Например взривни работи на високопланински обекти могат да възбудят сеизмична активност, която да стане причина за авария на химически опасни производства или да доведе до разрушение на дигата на водноелектроцентра, което ще доведе до неприятни екологични промени, изостряне на социалните отношения и т.н. При това технологични и природни обекти могат да бъдат не само източници за възникване на извънредни ситуации, но и обекти за защита и средства за изпълнение на защитни мероприятия.

В основата на съвременната концепция за подsigуряване на безопасността на работата лежи идеята за хармонизация, взаимодействие и балансирано развитие съставните части на триединната система "Общество – Техника – Природа"³³. Жизненоважно посредническо звено между хората и обкръжаващия ги свят се явява техносферата, включваща и потенциално опасните производствени обекти.

Съвременното производство се характеризира със значително разнообразие от използвано оборудване и многобройни външни въздействия. В резултат се пораждат голямо количество разнообразни извънредни ситуации, на които персоналът често не успява адекватно и бързо да оцени изменящата се обстановка и да реагира рационално на нея.

³³ Дж. Форрестер. Мировая динамика. Москва, Наука, 1978, 168 с.

Анализът на производствените аварии с различен произход и тежест показва, че те се подчиняват на няколко общи закономерности. По времеви признак се делят на три характерни периода на развитие: *застрашаващ*, *кризисен* и *следкризисен*.

В *застрашаващия период* се натрупват отделни дефекти и неизправности в техническото оборудване, наблюдават се нарушения в неговата работа и отклонения от нормативните показатели, отчитат се нарушения на правилата за експлоатация и техническа безопасност, активизират се неблагоприятни външни въздействия. Повишава се рискът за възникване на авария. Продължителността на този начален стадий зависи от конкретния тип производство и се определя приблизително по резултатите от наблюденията и статистическите данни от отказите, прекъсванията и нарушенията, които в аналогични условия са довели до аварии.

Кризисният период се характеризира с внезапно отделяне от технологичния процес на активни компоненти с опасно или поразяващо въздействие. На този стадий възниква авария, която води до появата на зона на поражение и първични загуби на трудови, материални и природни ресурси. В зависимост от динамиката на поразяващите фактори се различават три типа аварии. *Взривен тип* авария е характерен за енергийните обекти, химически и нефтопреработвателни производства, транспортни средства с взривна опасност и т.н., където кризисният период продължава секунди или минути. Аварии от *стремителен тип* се наблюдават при пожароопасни обекти, хидротехнически съоръжения, складове с химикали и т.н., за които времето на кризисния период се измерва с часове и дни. При аварии от *плавен тип* кризисният период може да

продължи с месеци или години. Например при разрушение на промишлени съоръжения, изпускащи химически или радиоактивно опасни вещества, възникват редица опасности, свързани със съхранението на радиоактивните остатъци от съоръженията. За локализация на кризисната ситуация и минимизация на първичните загуби в зоната на поражение се извършват спасителни мероприятия.

В *следкризисния период* се извършва потушаване на аварията. Този заключителен стадий продължава от момента на неутрализация на източника на аварията до пълната ликвидация на нейните преки или косвени негативни последствия. Продължителността на възстановителните мероприятия в зоната на поражение могат да продължат години и десетилетия.

По пространствен признак се разделят пет нива на аварии, които характеризират различните мащаби на негативно въздействие.

Аварии на *обектно ниво* се проявяват в предела на производствен участък, предприятие или микрорайон в града и могат да бъдат ликвидирани с местни сили и средства.

Последствията от авария на *местно ниво* се ограничават в пределите на градския район или града и допускат решение по силите и средствата на включващите я области.

Към *регионално ниво* се отнасят аварии, които се проявяват в мащабите на район от области, включващи няколко отделни райони или всички области и се ликвидира с регионални или държавни сили и средства.

Последствията от технологичните катастрофи на *национално ниво* обхващат територията на няколко определени области, но не излизат от пределите на страната и предполагат ликвидация

с вътредържавни сили и средства, а в някои случаи и с помощта на съседни държави.

Технологичните катастрофи от *глобално ниво* се проявяват на територията на няколко определени страни или континенти и се ликвидира чрез силите и средствата на всяка от тези страни и привличането на международна помощ.

2.5 Необходимост от автоматизация на управлението на риска в техногенните среди

Необходимостта от автоматизация на управлението на риска се обуславя от редица фактори. След природните фактори, на първо място е така наречения "човешки фактор". Дори и във високоразвитите страни, въпреки постигнатото ниво на автоматизация на управляваните от оператора технически обекти, аварии, причинени от грешка или неадекватно действие на оператора в дадена ситуация, все пак съществуват. Това е свързано основно с влиянието на човешкия фактор, който се проявява в резултат въздействието върху подсъзнанието на хората на следните причини:

- сетивната (психологическа) умора на оператора и свързаните с нея затормозени психо-физиологични реакции;
- неадекватност на индивидуалната когнитивна възможност на операторите изисквани от ситуации на управлявания обект (т.е. недостатъчно високо ниво на оперативното мислене в условия на необичайна ситуация или ситуация, чиято поява е съпроводена с импулсни информационни потоци с по-голяма плътност);
- намалена подготвеност на операторите вследствие на принудителни дългосрочни престои на технологическото оборудване или дълготрайно престояване на управляваният

обект в стационарен режим (в условия на отсъствие на отклонения на контролираните параметри от нормата);

- понижаване на нивото на положителните стимули и мотивации в работата на операторите, свързани с възможни влияния на производствените отношения, битови обстоятелства, социалните условия на живот.

Влиянието на изброените фактори до голяма степен може да се компенсира с внедряване на специални автоматизирани системи, които да осигурят автоматичен контрол на действията на операторите, поддръжката на процеса за взимане на управленчески решения по пътя на формиране на съвети за установяване на причината за появата на нетипична (аварийна) ситуация на управлявания обект, контрол и поддръжка на необходимото ниво на оперативно мислене на оператора.

Необходимостта от разработки на специални автоматизирани системи се налага в случаите, когато:

- отсъстват специално ориентирани към изискванията и нуждите на операторите комплекси за поддръжка на управленческите решения, както и опит в използването на експертни системи и програмни обвивки за такива системи (т.е. изделия, в които са запрограмирани типовете компоненти на експертните системи с универсално назначение, но отсъства база от знания);
- производителните мощности са остарели и имат изостанали технологически схеми и елементна база на средствата за автоматичен контрол и защита от аварийни ситуации. Характерни за тези мощности са значителните разлики на реално съществуващото технологично оборудване и правила за реализация на технологичните процеси от проектните

- решения, при което е налице и ниско ниво на документираност на тези разлики;
- по-голямата част от управляваните от оператори технологични обекти са осигурени с действащи автоматизирани системи за събиране на данни за точните значения на технологическите параметри и състоянието на оборудването, които могат да се използват в разработваните средства за поддръжка на управленческите решения като средства за подготовка на изходните данни;
 - практически е невъзможно използването на съществуващите търговски варианти на универсални експертни системи поради отсъствието в състава на тези системи на съответно методическо осигуряване – те фактически са ориентирани за ползване от оператори, които имат съответна висока професионална подготовка и опит в областта на използване на готови програмни продукти;
 - привличането на чуждестранните производители на системи-съветници на оператора с цел адаптация на разработените от тях системи към националните условия е нецелесъобразно, поради високото заплащане на интелектуалния труд на чуждестранните специалисти и размера на допълнителните разходи, свързани с необходимостта от извършване на подготвителни дейности за привеждане на организационната, техническа и технологическа документация на предприятието до състояние, в което да съответства на нивото на документираност на чуждестранните производства, към което се ориентират създателите на автоматизирани системи.

За намаление на риска от възникване на производствени аварии, а както и за минимизация на техните негативни последствия е необходимо навременното установяване на потенциално опасните звена и процеси, постоянното контролиране и прогнозиране на изменението на състоянието им и изготвяне на превантивни мерки за противодействието на нежелано развитие на събитията. Ефективното решение на поставената задача е възможно на основата на системното използване на математически методи, компютърни средства и информационни технологии. В литературата са описани редица действащи автоматизирани системи, които решават оперативно-диспечерски задачи в енергетиката³⁴, химическата промишленост³⁵, военната промишленост³⁶ и икономиката³⁷.

В тези системи се осъществява компютърно моделиране и оптимизация на сложни технологични процеси, включващи потенциално опасни компоненти. За формулировка на описанието на причинно-следствените връзки между качествените показатели на автоматизираните процеси, принципно се използват логическо лингвистични модели във вид на семантически мрежи, продукционни системи, фреймови и релационни представления. Такъв моделен апарат позволява

³⁴ А. Башлыков Проектирование систем принятия решений в энергетике. Москва, Энергоатомиздат, 1986. 120 с.

³⁵ В. Панкратов, А. Дубинский, Б. Сиперштейн. Информационно-вычислительные системы в диспетчерском управлении газопроводами. – Ленинград, Недра, 1988, 246 с.

³⁶ И. Лощилов. Вычислительная техника в военном деле. Москва, ДОСААФ. 1987, 158 с.

³⁷ А. Морозов, Н. Чепурной. Проблемы создания многоуровневых систем поддержки принятия решений в современных эколого-экономических системах // Системный анализ и методы математического моделирования в экологии. Киев: Ин-т кибернетики им. В.М.Глушкова АН УССР, 1990, с. 4-15

по-адекватното идентифициране на производствената обстановка, предсказването на нейните изменения и в случаите на възможно или реално отклонение от установения регламент, избиране на решение по контролирането му и възвръщане към нормално състояние.

Сложността на комплексната автоматизация на управление на производствената безопасност се обуславя не само от разнородното, многосвързано и динамично съвремие на производствените технологии, но и недостатъчните познания за закономерностите по зараждане и възникване на авария, наличие на социално-икономически ограничения на проведените практически експерименти, влиянието на трудните за пресъздаване емоционални фактори в експериментални условия. За намаляване на изходните неизвестни може да се използва сценарен метод, при който разнообразието от причини и предпоставки за възникването на производствена авария се представят чрез ограничено количество алтернативи³⁸. Разработката на потенциално реализираните алтернативи се осъществява от компетентни експерти във вид на сценарии на стереотипни ситуации за всеки обект с повишен риск. Всеки сценарий е зададен в някакъв диапазон от значения или признаци на началните условия за възникване на авария от определен тип. С помощта на сценариите се осигурява необходимата пълнота за обхвата на причините за възникване на производствена авария и достатъчен отчет на съществените характеристики на потенциално опасните обекти. Методът на сценариите лежи в основата на създаването, използването и развитието на

³⁸ Н. Быченков. Об управлении защитой региона в чрезвычайных ситуациях. Часть I и II, УСИМ, 1996, № 4, с.47-57, №6, с.46-55

автоматизирани системи "Центр" за поддръжката на взетите решения при химически и радиационно опасни аварии, хидротехнически катастрофи и сеизмични разрушения на територията на Украйна³⁹. Опитът от експлоатацията на системата "Центр" не само потвърждава ефективността от комплексната автоматизация на процесите на регионалното управление на защитните действия, но и разкрива актуални задачи за предварителните реакции при производствени аварии. Преди всичко това са задачи за своевременно разпознаване и предотвратяване на процесите на зараждане и възникване на авария. Обикновено такива задачи се решават с помощта на оперативно-диспечерския персонал на основа на професионалните знания, опит и интуиция. Обаче в условия на дефицит на време и неопределеност на последствията често се взимат недостатъчно обосновани решения.

2.6 Автоматизирани системи, поддържащи операторските решения

Автоматизирани системи за поддръжка на процеса за взимане на решения от операторите в потенциално опасни технологични обекти са длъжни да осигурят изпълнението на следните основни задачи:

- създаване и поддръжка на база данни за управлявания от оператора обект;
- създаване и поддръжка на база данни за причините за възникване на авария на управлявания от оператора обект и близките обектни области;

³⁹ Прогнозно-аналитическая система поддержки принятия решений по региональной безопасности. УСиМ, 2000, №4, с. 88-95.

- създаване и поддръжка на база знания за диагностиката на състоянието на управлявания от оператора обект, съответно извънредните ситуации, които могат да възникнат;
- създаване и поддръжка на база знания за диагностиката на извънредните ситуации на близки обектни области на промишлеността;
- диагностика за състоянието на обекта при критични отклонения от нормите на контролирания обект;
- даване на съвети на оператора във вид на препоръчителни управленчески решения по отстраняването на възникнали отклонения в работата на обекта;
- използване на база от знания за диагностиката на извънредни ситуации в учебния процес, ориентирано към усвояване на знанията и насочено формиране и утвърждаване на оперативни навици и мислене у оператора;
- осигуряване на възможност за развитие на система-съветник по пътя на попълване на базата знания.

Внедряването на система-съветник гарантира достигането на следните цели:

- предупреждение при грешки на оператора при оценката на извънредни ситуации и свързването им с възможни аварии;
- изравняване на възможностите на отделните оператори по диагностиката на извънредни ситуации по отношение на опита на експертите при взимане на най-ефективните решения, заложиени в базата знания и свързаното с тях понижаване ниво на аварийност;
- компенсиране на възможните отрицателно действащи на процеса за взимане на решения субективни фактори, което

осигурява повишена надеждност на операторите като звено от цялостното управление;

- намаляване влиянието на фактора дефицитно време в периода на импулсно претоварване във времето на възникване на аварийна ситуация в управлявания обект и по този начин изравняване на надеждността на операторите за целия период на работата им;
- използване на база знания при разработка на проекти за реконструкция или за построяване на нови обекти, което икономисва средства за провеждане на тези изследвания.

В основата на автоматизацията на решаването на оперативно-диспечерските задачи в извънредни ситуации лежи формулираното описание на процеса на тяхното развитие и поддръжка на взетите решения по предотвратяване или минимизация на негативните последствия. Използването на традиционните методи на математическото моделиране и оптимизация в този случай се оказва малко ефективно или неизползваемо поради следните характеристики на процеса:

- началната неизвестност на мястото и времето за възникването на извънредните ситуации;
- многомерност, многосвързаност и многоетапност на процесите за развитие на извънредни ситуации;
- нелинейност и динамичност на вътрешни и външни взаимодействия на обекта при управление на извънредни ситуации;
- многовариантност на целите и критериите на управлението в извънредни ситуации в зависимост от предишното, настоящото и бъдещото състояние на обекта;

- доминиране на качествените характеристики на състоянието на обекта за избор на действията в извънредни ситуации;
- многоактност на взетите решения за управление в извънредна ситуация с отчитане на бързо изменящото се състояние на обекта;
- същественото влияние на психологическите, социално-икономическите, етичните и други фактори при взимане на решение в извънредна ситуация.

Практически единственото ефективно средство за формализация и автоматизация на процесите на управление при извънредни ситуации се явяват експертните системи, позволяващи натрупването на знания за сложни проблемни ситуации, отчитащи характерните им закономерности⁴⁰. По отношение на производствените аварии експертната система може да извършва:

- подготовка и анализ на данни за състоянието на управлявания обект с оглед на технологичния режим на неговата работа, динамиката на изменения на производствената обстановка и характеристиките на външната среда;
- намиране на първичните симптоми за зараждаща се авария във вид на застрашаващи неизправности и проблеми, нарушение на установените норми, неблагоприятни външни влияния;
- предоставяне на прогнозно-аналитична информация за критичните параметри на технологическия процес и намиране на опасните зони;

⁴⁰ J. Giarratano, G. Riley. Expert Systems: Principles and Programming. Course Technology Inc. 4th Edition, 2004, 856 p.

- издаване на препоръки за рационални варианти за действие в тези зони с оценка на възможните последствия;
- планиране и контрол за изпълнение на работата по избрания вариант.

Основните критерии за ефективност на експертните системи в извънредни ситуации се явява оперативността и обосноваността на решенията, изготвени на основата на информация с голям обем и сложна структура, която показва вътрешните и външните връзки на управлявания обект. В същото време известните методи за формиране на управляващите решения в експертните системи не напълно удовлетворяват тези критерии – те принципно са ориентирани към променящите се индивидуални характеристики на състоянието на обекта и не отчитат последствията на локалните решения за значението на другите характеристики, използват големи евристични алгоритми за търсене на нужното решение чрез преобразуване на сложни предикатни изрази. До голяма степен тези недостатъци могат да бъдат избегнати чрез използването на растящи пирамидални мрежи, които позволяват съществено да се съкрати обема на операциите по търсене и извличане⁴¹.

Следва да отбележим два важни проблема:

- прогнозиране възникването на извънредни ситуации;
- осигуряване на висока оперативност на избора на управляващите действия с отчет на всички съществени признаци характеризиращи извънредната ситуация.

За решението на тези проблеми се предлага използването процес на разпознаване на характерните класове извънредни

⁴¹ В. Гладун. Планирование решений. Киев, Наукова думка, 1987, 168 с.

ситуации, както и ситуации непосредствено предшестващи аварийните. След това разпознаване на класа ситуация при фиксирани еднозначни съответствия между класовете ситуации и управляващите въздействия, изборът на управляващи действия може да се осъществи бързо и еднозначно. За организация на процеса по разпознаване на класовете ситуации е необходимо да се сформират техни обобщени модели.

3 Откриване на знания на базата на мрежови структури

За да може да се прави класификация, диагностициране или прогнозиране, трябва да се знаят взаимните зависимости на редица неизвестни величини, определяеми при решаването на задачите за управление на риска от известните величини. Възниква необходимост от познаване на закономерностите, характеризиращи обекта на изследване. Това може да бъде направено с помощта на експерти. Но в този случай надеждността на разпознаване намалява, заради елемента на субективизъм, който е присъщ на всички методи на експертно оценяване. В някои случаи човешките възможности се оказват недостатъчни за извеждането на сложните закономерности, присъщи на класовете. За това голямо значение има проблемът за автоматизация на този процес, получил названието "откриване на знания" (knowledge discovery).

3.1 Атрибутивен анализ

Могат да се отделят четири най-обща класа аналитични задачи за откриване на знания:

1. Откриване на закономерности.
2. Класификация.
3. Диагностика.
4. Прогнозиране.

Обикновено няма разминаване в разбирането на задачите за откриване на закономерности и класификация. Под диагностика се разбира дейност, целта на която се състои в определяне на съществуващите в даден момент характеристики

на обекта на изследване или фактори, които се явяват причини за някои негови свойства. Целта на прогнозирането е да се определят такива неизвестни характеристики на обекта на изследването, които могат да възникнат в резултат от неговото по-нататъшно развитие или при наличието на определени условия.

Указаните аналитични задачи понякога възникват и се решават поотделно, но често се обединяват в единно комплексно изследване. Познаването на закономерностите е необходимо при диагностицирането и прогнозирането. Класификацията се явява един от подходите при формиране на диагнози и прогнози.

В тази глава се описват метапроцедури на атрибутивния анализ. В тях се използват методи на хипотетично моделиране, в частност индуктивен извод и извод по аналогия. В резултат на атрибутивния анализ се формира аналитична имплицитна информация, необходима за избора на основните елементи на поведенческия акт: цели, действия и субекти на действията.

При решаването на различните типове задачи в множествата от понятия се формират мрежови структури от връзки, които най-адекватно отразяват особеностите на решаваните задачи. В последните двадесет години в областта на изкуствения интелект са развити редица теоретични модели, които се използват за целите на атрибутивния анализ. Сред водещите идеи в тази област е предложената от проф. В. П. Гладун теория на растящите пирамидални мрежи⁴². Практиката е показала, че тя отговаря най-пълно на изискванията на атрибутивния анализ. Реализираните на нейна основа

⁴² В. Гладун. Партнерство с компютером. Человеко-машинные целеустремленные системы. Киев, Порт-Роял, 2000, 128 с.

програмни продукти показват стабилност и висока степен на класификация и разпознаване. Ето защо за целите на настоящата книга е представена тази теория.

Благодарение на научната интеграция между учени от Института по кибернетика "В. М. Глушков" при НАНУ и Института по математика и информатика при БАН в България е създадена интелектуализирана класификационна система, която наследява основните идеи на предишните реализации на теорията на растящите пирамидални мрежи като ги обогатява с оригинални български резултати в тази област.

3.2 Системни понятия

По-долу думата "обект" се разбира в широк смисъл – това може да бъде реален физически обект, няколко процеса, ситуация и т.н.

Моделът на класове от обекти, използван за решаването на задачи за класификация, диагностика и прогнозиране, трябва да включва всички важни признаци, характеризиращи класа и да показва характерните за този клас връзки между съществените признаци. За това в настоящата работа основно се набляга на формирането на *обобщени логически многомерни модели на класове от обекти*. Такъв тип модели дава представа за съответния клас обекти^{43 44}.

В логиката понятието обикновено се определя като мисъл, отразяваща същността на обектите. По-голямата част от употребяваните понятия се явяват в резултат на обобщената представа за обекти от няколко класа, породена от съществени,

⁴³ Е. Войшвилло. Понятие. Москва, Изд-во МГУ, 1967, 285 с.

⁴⁴ Д. Горский. Обобщение и познание. Москва, Мысль, 1985, 208 с.

специфични за този клас признаци. Към признаците се отнася всичко, което характеризира обекта и може да бъде използвано в такива логически операции като разпределение, разпознаване, отъждествяване и т.н. Следва да се отбележи, че разделянето на признаците на съществени и несъществени в значителна степен е условно и зависи от задачата, за чието решение те се използват.

3.2.1 Понятие

От философска гледна точка понятието се състои от две части – екстенционална и интенционална. Екстенционалната част обхваща всички обекти, принадлежащи към това понятие, а интенционалната част включва всички характеристики, валидни за тези обекти⁴⁵. Отношението между обектите и техните атрибути играе важна роля при определянето на йерархическата връзка между понятията, влиянието между атрибутите и връзката между обекта и неговите атрибути⁴⁶.

Множеството от обобщени в понятията обекти съставят неговия обем. Понятието се явява логическо правило за употребата на думата. В система от знания понятията играят ролята на базови елементи, от които следват съждения и други логически форми на мислене. Преходът от сетивен етап на познание към абстрактно мислене представлява преход от отражението на света под формата на усещания и възприятия към отразяването му в понятия.

⁴⁵ H. Wagner. Begriff. In: Handbuch philosophischer Grundbegriffe, München, Kösel, 1973, pp. 191-209.

⁴⁶ R. Wille. Restructuring lattice theory: an approach based on hierarchies of concepts. In: I. Rival (ed.) Ordered Sets, Dordrecht-Boston, Reidel, 1982, pp. 445-470

На основата на наличния запас от понятия се осъществява класификация, обобщение, структуриране на възприеманата информация и включването ѝ в система от знания. В тези процеси се реализират две основни функции на понятията – разпознаване и генерация на модели. Процесите на разпознаване отдавна са обект на изследване и автоматизация, докато генерацията на модели все още се явява малко изследван проблем. Генерацията на модели представлява процес на формиране на модела на конкретния обект по пътя на въвеждане на понятия чрез други понятия и константи. Генерацията на модели играе важна роля в творческата дейност. Само по пътя на конкретизацията на понятия ние можем да създаваме образи на конкретни домове, дървета, автомобили и т.н. Генерацията на модели на елементи от света лежи в основата на проектирането на инженерните обекти.

Входящите в понятието признаци според техните роли се делят на два типа – *разделителни* и *обединителни*. Към разделителните признаци се отнасят признаците, които зад предела на обема на понятието не се срещат или се срещат рядко. Тези признаци са ефективни най-вече при реализации на функции за разпознаване. Обединителни признаци се наричат тези, които са присъщи на всички или на много елементи от обема на понятието, но могат да бъдат разпространени и извън рамките на обема на понятието. Без тези признаци е невъзможно генерирането на модели на елементи от света. Например за всички брези добре известен разделителен признак се явява белият цвят на кората, а характерни обединителни признаци са наличието на стъбло, корона, корени, които са присъщи за всички дървета.

Степента на детайлизация на създадения въз основа на понятия модел зависи от целта на задачата, за решението на която се осъществява генерацията. Моделът на мост, създаден при решението на задачата "нарисувайте мост", съществено се отличава по степен на детайлизация от модела на мост, създаден при решение на задачата "конструирайте мост". Успешното решение на задачата зависи от това доколко използваните понятия правилно и пълно характеризират съществуващите класове елементи в света.

За целите на информационно-техническите аспекти на проблема за формулиране и обработка на понятия може да се даде следното конструктивно определение на понятие:

Понятие – елемент в система от знания, представящ обобщен модел на няколко класа обекти, с помощта на който се реализира процесът на разпознаване и генериране на модел на конкретни обекти.

В процеса на разпознаване и генерация на модели понятията се използват като логическа функция на признаците, имаща значение "истина" за обекта от обема понятия и "лъжа" в останалите случаи.

3.2.2 Системи от понятия

Съвкупността от понятия, входящи в система от знания, се нарича система от понятия на знанието.

Системите от понятия, като правило са йерархични. Обемът от понятия във всички нива, с изключение на най-ниското, се образува чрез обединение на обемите от реда понятия от по-ниското ниво. Например обемът на понятието "плод" обединява понятия "ябълка", "круша" и т.н.

Системите от понятия са динамични: съставът от понятия се променя в резултат от взаимодействията на техните носители с околната среда, както и в процеса на решаване на задачата.

Във всеки момент от време състоянието на системата от понятия отразява индивидуалният опит на носителя ѝ. Затова отделните понятия и системи от понятия като цяло са субективни.

Нито една система от понятия по силите на своята дискретност, ограниченост на състава от понятия, несъвършенство на отделните понятия не може да отрази многообразието и непрекъснатостта на реалния свят. Обемът понятия, невъведени "по определение", като цяло нямат рязко разделяща ги граница. Съществуват много преходни форми, затрудняващи провеждането на условната граница между обемите от понятия. Заради непълното представяне на света в системи от понятия, както и поради субективността на понятията, еднозначната идентификация на елементи от света на основата на системи от понятия, често се оказва затруднена или даже невъзможна. Във връзка с това много понятия може да бъдат представени чрез размити множества т.е. множества, на чиито елементи е зададена функция на принадлежност, указваща степен на увереност в принадлежността на елемента към множеството. Всеки носител на система от понятия разполага със собствена функция за принадлежност, която в такъв случай има субективен характер.

3.2.3 Видове понятия според логическата структура

По логическа структура се различават конюнктивни понятия т.е. понятия, които могат да се опишат с конюнкция на признаци, дизюнктивни понятия, описани с дизюнкции на

конюнкциите, както и понятия с изключващи признаци, описани чрез отсъствието на признаци от обема понятието.

Понятията с широка употреба са конюнктивни. По-сложна логическа структура е характерна за понятия, формирани в процеса на научноизследователската дейност. В този случай причина за логическата сложност на понятията обикновено се явяват неправилно избраното пространство на признаците (интенсионалната част) или неправилно задаване на обекти, формиращи обема на понятието (екстенсионалната част). Тези причини обикновено съпътстват началните, недостатъчно високи нива на познание на изследвания обект.

3.3 Индуктивно формирани понятия

Разглеждаме задача за индуктивно формиране на понятия за непресичащи се множества от обекти $V_1, V_2, \dots, V_n$. Нека L е множеството от обекти, използвано в качеството на обучаващо множество, за което е изпълнено $L \cap V_i \neq \emptyset$ и $V_i \not\subset L$ ($i=1, 2, \dots, n$). Зададени са признакови описания на всички обекти l от L . За всеки обект $l \in L$ е указана и принадлежността му $l \in V_i$. Нужно е по пътя на анализа на L да се сформират n понятия с обеми $V_1, V_2, \dots, V_n$, достатъчни за правилното разпознаване на всички обекти $l \in L$.

Задачата за индуктивно формиране на понятия е близка до задачата за обучение за разпознаване на образи. И в двата случая в резултат на обучението се строят няколко модела на класове обекти. При задачата за формирането на понятия се предяват по-големи изисквания. Трябва да се осигури не само разпознаване, но и възможност за генерация на модели на конкретни обекти. Във връзка с това трябва да бъдат уточнени

признаковите, структурните и логически характеристики на обектите.

При формиране на понятия, съответни на множество V_i , обектите от обучаващата извадка, входящи във V_i , се разглеждат като примери за множеството V_i (положителни обекти), а обектите не входящи във V_i – като контра-примери на множеството (отрицателни обекти).

Обучаващата извадка обикновено има формата на таблица. Редовете съответстват на описаните обекти, а колоните на признаците, характеризиращи съответните обекти. Имената на класовете се указват в специална колона. Понятие, което се формира в резултат на анализа на обучаващата извадка, обикновено се описва с логически изрази, в които за променливи служат признаците.

Известните методи за формиране на понятия^{47,48,49} по същество се явяват методи за управляем избор на признаци, характеризиращи клас от обекти. Изборът може да бъде опростен за сметка на използване на адекватно представяне на анализираната информация.

Методът за формиране на понятия следва да отговаря на следните изисквания:

1. За повишение надеждността на диагнозата или прогнозата е необходимо отчитането зависимостите на определени величини от съчетанието на известни признаци т.е. да се

⁴⁷ В. Вагин. Дедукция и обобщение в системах принятия решений. Москва, Наука, 1988, 383 с.

⁴⁸ V. Gladun, N. Vashchenko. Local Statistical Methods of Knowledge Formation. In Cybernetics and System Analysis, 1995, v.31, n.2, pp. 207-217

⁴⁹ S. Michalski, G. Carbonell, M. Mitchell (ed.) Machine Learning, an Artificial Intelligence Approach. Morgan Kaufmann, San Mateo, California, 1986, vol.1,2

вземе под внимание едновременното влияние на признаците. Формираното понятие трябва да отразява такъв род зависимости.

2. В зависимост от избора на метода за един и същ клас обекти могат да бъдат получени различни логически описания. Степента на сложност на логическия израз може да е се оцени с числото на променливите в него. Методът трябва да осигури формирането на възможно най-много прости понятия.
3. В процеса на откриване на знания преобладават операции за избор, такива като избор на значенията на признаците, обектите, комбинациите и т.н. Количеството на операциите за избор и времето за тяхното изпълнение бързо растат с увеличаване на обема данни. Този ефект на "комбинаторен взрив" блокира практическата употреба на много методи. Във връзка с това, при реализация на процеси откриващи знания, възниква необходимостта от използване на мрежови структури, съкращаващи обема на търсещите операции.

3.4 Мрежови структури, използвани при търсенето на знания

Основните средства за повишение на ефективността на търсещите операции е използването на мрежови структури за моделиране на средата, в която се решава задачата. Реалната среда за приложение съществено повишава изискванията към мрежовите модели. Особенности на реалната среда, оказващи силно влияние, са:

- *многосвързаност*: реалната среда обикновено включва много обекти, свързани с голямо количество връзки;

- *разнородност*: за реалните среди е характерно многообразие на обекти и отношения;
- *йерархичност*: в реалните среди се налага оперирането със съставни обекти, представляващи композиции от по-прости обекти;
- *динамичност*: в реалните среди обикновено се случват чести изменения.

Имайки пред вид гореописаните особености на реалните среди, изискванията към мрежовите структури представляващи средата са:

- мрежата трябва да има развити асоциативни свойства т.е. да осигури ефективно изпълнение на разнородни търсещи операции;
- мрежата трябва да отразява йерархичността на реалната среда и във връзка с това трябва да е удобна за представяне на родово-видовите връзки и структурата на съставните обекти;
- в мрежата трябва да има средства, ограничаващи зоната на търсене по времеви, пространствен или съдържателен критерий;
- при построяването на мрежите трябва да се формират класове от обекти и ситуации; въвеждането на нова информация в мрежата трябва да се съпровожда с процес на класификация;
- мрежата трябва да допуска паралелно изпълнение на търсещи операции.

3.5 Пирамидални мрежи

Горепосочените изисквания в пълна степен се удовлетворяват от апарата на пирамидалните мрежи⁵⁰.

Пирамидална мрежа се нарича ацикличен ориентиран граф, в който няма връх, имащ една входяща дъга. Примери за пирамидални мрежи са показани на фиг. 4.

Връх, нямащ входяща дъга, се нарича *рецептор*, а останалите върхове – *концептори*. Подграф на пирамидална мрежа, включващ връх *a* и всички върхове, от които има път до връх *a* се нарича *пирамидален връх a*. Върховете, входящи в пирамидалния връх *a*, образуват *подмножество* на този връх. Множеството от върхове, към които има път от връх *a*, се нарича *супермножество* на този връх. В подмножествата и супермножествата на върха се отделят *0-подмножество* и *0-супермножество*, състоящи се от тези върхове, които са непосредствено свързани с *a*.

Разделението на повтарящи се фрагменти, описани и формирани в съответни концептори, става в резултат на работата на алгоритмични построения в пирамидалната мрежа. Ще разгледаме един от най-разпространените алгоритми за построяване на мрежи за неопределена информация. Новите върхове и дъги се въвеждат в мрежата при преминаването на която и да е група рецептори в състояние на активност. Процесът на активиране се разпространява по мрежата. Даден концептор преминава в състояние на активност ако са били активирани всички върхове от неговото 0-субмножество. Рецепторите и концепторите запазват активното си състояние

⁵⁰ В. Гладун. Процессы формирования новых знаний. София, Педагог 6, 1994.

до изпълнението на всички операции по построяването на мрежата.

Нека F_a е подмножество от активни върхове от 0-подмножеството на връх a ; G – множеството на активните върхове в мрежата, нямащи други активни върхове в своите супермножества. Въвеждането на нови върхове се извършва по следните две правила:

Правило A1. Ако връхът a е в неактивно състояние и множеството F_a съдържа повече от един елемент, то дъгата съединяваща върха от множеството F_a с върха a се ликвидира и в мрежата се въвежда нов концептор, който съединява входящите дъги с върховете на множеството F_a и изходящите дъги с върха a . Новият връх е в активно състояние.

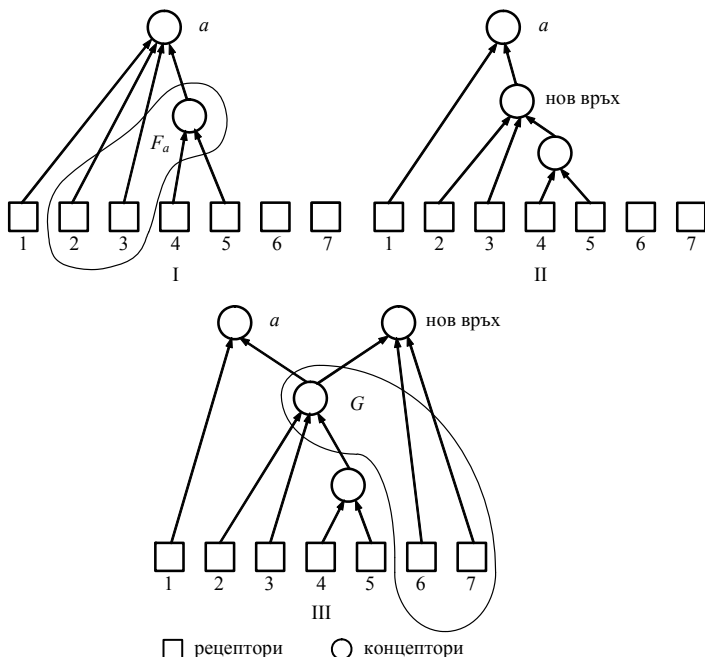
Изпълнението на правило A1 е илюстрирано на фиг. 4 (I, II). Мрежа II възниква след активирането в мрежа I на рецептори 2, 3, 4, 5.

Както следва от правило A1, условие за въвеждане в мрежата на нов връх се явява ситуация, когато някой връх в мрежата се оказва не напълно активиран (активни са не всички, но не и по-малко от два върха от неговото 0-подмножество). Новите върхове се въвеждат в подмножествата на не напълно активираните върхове.

След въвеждането на новия връх във всички части на мрежата, където се удовлетворява условието на правило A1 се изпълнява правило A2.

Правило A2. Ако множеството G съдържа повече от един елемент, към мрежата се присъединява нов концептор, който съединява входящите дъги с всички върхове от множеството G . Новият връх се намира в активно състояние.

Изпълнението на правилото A2 е илюстрирано на фиг. 4. (II, III). Мрежа III възниква след активирането в мрежа II на рецепторите 2, 3, 4, 5, 6, 7.



Фиг. 4. Построяване на пирамидална мрежа

3.5.1 Свойства на пирамидалните мрежи

В зависимост от приложната област, в която се използва мрежата, рецепторът може да представлява значение на признак, измерим или изчисляем параметър, елементарен факт от описана ситуация, значение на икономически показател, симптом на болест, буква, дума и т.н. Концепторът съответства на описване на обект, ситуация, реализация на процес или явление, думи, фрази, планове, както и сечения на описания.

Пирамидалните мрежи се явяват мрежова памет, автоматично настройвана от и към структурата на входящата информация. В резултат се достига оптимизация на представената информация за сметка на адаптацията на структурата на мрежата към структурните особености на входящите данни. При това, за разлика от мрежите с невроподобни елементи, ефектът на адаптация се достига без въвеждането на априорна редундантност на мрежата. В някои случаи новите възможности за обработка на информацията могат да бъдат получени за сметка на въвеждането на прагове, допълнително ограничаващи процеса на разпространение на активност в мрежата.

Пирамидалните мрежи са удобни за изпълнение на различни операции с асоциативно търсене. Например, може да се изберат всички обекти, включващи дадено съчетание от признаци, както и да се проследяват пътища, изходящи от върховете на мрежата, съответстваща на това съчетание. За избора на всички обекти, чието описание се пресича с описанието на зададения обект е достатъчно да се проследят пътищата, изходящи от върховете, които образуват неговата пирамида.

Алгоритъмът за изграждане на мрежата осигурява автоматично установяване на асоциативна близост между обектите по общите елементи в техните описания. Всички процеси, свързани с изграждането на мрежата при обработка на едно описание, са разположени в относително не голяма част от мрежата – пирамидата, съответстваща на това описание.

Важно свойство на семантичните мрежи с пирамидална структура се явява тяхната йерархичност, позволяваща по естествен начин да се отрази структурата на съставни обекти и родово-видови връзки.

Концепторите на мрежите съответстват на съчетанието от значенията на признаците, определящи конюнктивни класове от обекти. При включване на активни върхове в пирамидата на обекта се осъществява привързване на обекта към класа, определения на който са представени чрез тези върхове. Така при изграждането на мрежата се формират конюнктивни класове от обекти, т.е. осъществява се класификация без учител. Класифициращите свойства на пирамидалните мрежи имат голямо значение за автоматизацията на процеси за моделиране на среди и ситуации.

В пирамидалните мрежи информацията се съхранява по пътя на нейното изобразяване в структурата на мрежата. Информацията за обектите и класовете от обекти е представена в ансамбли от върхове (пирамиди), разпределени по цялата мрежа. Внасянето на нова информация изисква преразпределение на връзките между върховете и мрежата т.е. изменение на нейната структура.

Важно свойство на мрежата като средство за съхранение на информация се явява възможността за съчетаване на паралелното приемане с паралелното разпространение на сигнали в системата.

3.5.2 *Формиране на понятия в пирамидалните мрежи*

Построяването на пирамидална мрежа, представляваща описание на обекти от обучаващата извадка, е началният етап от процеса за формиране на понятия. Съчетанията от признаци, определени на първия етап, представляват "строителния материал", от който се формира логическата структура на понятията на втория етап.

Нека да е дадена пирамидална мрежа, представляваща всички обекти от обучаващата извадка L . За формирането на понятията $A_1, A_2, \dots, A_n$, съответстващи на множествата $V_1, V_2, \dots, V_n$, последователно се разглеждат пирамидите на всички обекти от извадката. По време на разглеждане на пирамидата върховете ѝ се считат активни. При преглеждането на пирамидите в мрежата се определят специални върхове, с помощта на които трябва да се осъществи разпознаването на обекти от обема на понятието, които се наричат *контролни върхове* на даденото понятие. При изпълнението на индуктивното обобщаване естествено най-важен признак или съчетание от признаци, описващи група обекти, които определят понятието A_i се явяват тези върхове от пирамидата A_i , които се срещат в нея най-често. Именно такива признаци или техните съчетания трябва да бъдат отбелязани като *контролни върхове* и да се използват по-нататък при определянето към кое понятие принадлежи новият обект. Ако в пирамидата на понятието A_i има няколко върхове, които влизат в еднакво количество обекти от обема на даденото понятие, то от дадените върхове естествено е да се избере този, който обединява най-голямо количество признаци (рецептори) от пирамидата на понятието, т.е. определя най-голямото характерно съчетание от признаци на обекти, влизащи в понятието. За формалното описание на приведените разсъждения по избора на контролни върхове ще въведем следните обозначения:

- $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$, където m_i ($i=1, 2, \dots, n$) е броя обекти от обема на понятието A_i , в пирамидите на които влиза дадения връх;
- k е броя на рецепторите в пирамидата, съответстваща на върха (за рецепторите: $k=1$).

При разглеждането на пирамидата се извършват преобразования, които са описани в приведените по-долу правила.

Правило В1. Ако в пирамидата на обекта от обема на понятието A_i , връхът, имащ най-голямо k от върховете с най-големи m_i , не се явява контролен връх за понятието A_i , то този връх се отбелязва като контролен за понятието A_i .

Формулировката на правилото отчита възможността за съществуване сред активираните върхове на няколко върха с еднакво m_i , превишаващи m_i , на всички останали активирани върхове. Ако в група от върхове, имащи най-голямо m_i , значението на k на всички върхове е еднакво, в качеството на контролен връх на понятието A_i се отбелязва който и да е от тях.

Действието на правило В1 е илюстрирано на фиг. 5. В показаната ситуация при активиране на върхове на пирамида 2 в качеството на контролен връх се избира връх 6, тъй като той има най-голямо k от всички върхове, имащи най-големи m_i (6, 12, 13).

Правило В2. Ако в пирамида от обекти в обема на понятието A_i има контролни върхове на други понятия, не съдържащи в своите супермножества активираните контролни върхове от понятието A_i , във всяко едно от тези супермножества връхът, имащ най-голямо k от всички активни върхове с най-голямо m_i , се отбелязва като контролен връх на понятието A_i .

В съответствие с правило В2, активирането на пирамидата на връх 2 (фиг. 5.І) при условие, че тя представлява обект от обема на понятието A_i , води към отбелязване на връх 5 като контролен връх на понятието A_i (рис.5.ІІ).

С помощта на контролни върхове се осъществява отделяне на най-характерните (имащи най-голямо m_i) съчетания от значения на признаците, принадлежащи на обекти от обема понятия. Например, маркирането на връх 8 в качеството на контролен означава обособяване на съчетанието на значенията на признаците, съответстващи на рецепторите 16, 17, 18.

Ако при наблюдение на всички обекти от обучаващата извадка се е появил дори само един нов контролен връх т.е. дори само веднъж се е изпълнило условието на правилата B1 и B2, се прави ново разглеждане на всички обекти от извадката. Работата на алгоритъма приключва, ако при повторното преглеждане на обучаващата извадка не възникне нито един нов контролен връх.

След това може да бъде приложено следващото *правило за разпознаване*.

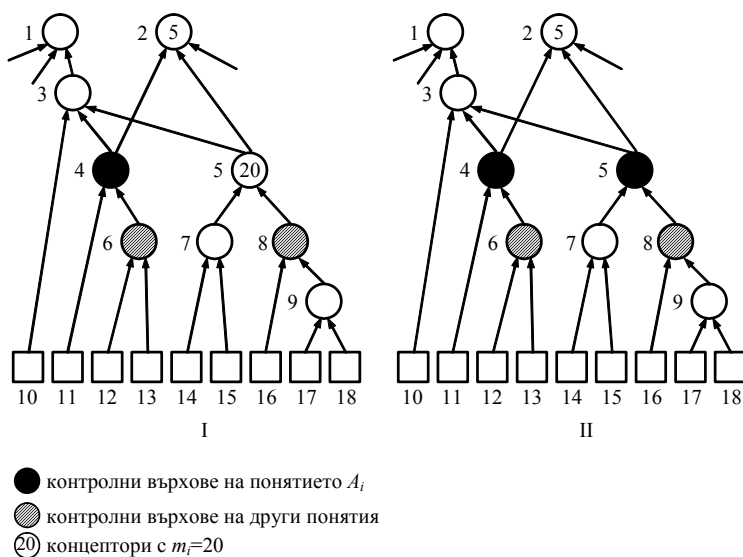
Обектът се включва в обема на понятието A_i , ако в неговата пирамида има контролни върхове на понятията A_i и няма нито един контролен връх на което и да било друго понятие, не съдържащо активни контролни върхове от понятието A_i в своите супермножества. Ако тези условия не са изпълнени за едно от понятията, обектът се счита за неопределен.

Времето за изпълнение на алгоритъма е винаги крайно. Ако обемите на формиращите се понятия $V_1, V_2, \dots, V_n$ не се пресичат, то след изпълнението на алгоритъма приведеното правило за разпознаване напълно разделя обучаващата извадка на подмножества $L_i = V_i \cap L$ ($i=1, \dots, n$).

Понятията, формирани в резултат от работата на алгоритъма, са представени като съвкупности от контролни върхове в пирамидалната мрежа. Съществува алгоритъм, с помощта на който се формира описание на понятие,

представено в пирамидалната мрежа, във вид на логически израз. Например на фиг. 5.П понятието, представено чрез контролните върхове, отбелязани с шрих се описва със следния израз:

$$(12 \wedge 13) \wedge \neg 11 \vee (16 \wedge 17 \wedge 18) \wedge \neg (14 \wedge 15)$$



Фиг. 5. Формиране на понятия в пирамидална мрежа

Разпознаването на обекти по запис на понятието във вид на логически израз може да се изпълни като се изчисли значението на логическия израз. На променливите, които съответстват на значението на признаците принадлежащи на разпознавания обект, се присвоява значение 1, на останалите променливи – значение 0. Единичното значение на целия израз означава, че обектът е входящ за обема на понятието. В понятието, което се формира от алгоритъма, са отразени

общите съществени признаци на обектите от обема на понятието, както и логическите връзки между признаците, характерни за обема на понятието. Обединителните признаци се определят след изпълнението на правило В1. При изпълнението на правило В2 се определят разделителните признаци.

В зависимост от характера на задачата, при разпознаване на нови обекти се изпълнява диагностициране или прогнозиране. Методът позволява да се осъществи диагностициране или прогнозиране на основата на многомерни зависимости от различни съчетания от признаци на изследваните величини т.е. дава възможност да се отчете и ефекта на съвместното влияние на няколко признака.

Важна особеност на метода за формиране на понятия в пирамидални мрежи се явява възможността да се включват в понятията признаци, които не принадлежат на обекти от съответния клас, т.е. признаци на такива обекти от други класове, които са подобни на обекта от изследвания клас и за това могат да се разглеждат като "изключения" от него. В резултат формираните понятия имат по-компактна логическа структура, което принципно дава възможност да се повиши точността на диагнозата или прогнозата. В логическия израз признаците-изключения са представени като отрицателни променливи.

Реализацията на процеса за формиране на понятия в пирамидалните мрежи позволява да се избегне пълното търсене на информация и в резултат на това се появява принципиална възможност да се решават практически аналитични проблеми на основата на големи обеми от данни.

3.6 Инструментален комплекс за поддръжка взимането на решения при управление на риска

Методите за решение на задачи за извеждане на закономерности на основата на пирамидалните мрежи, както и методите за използване на изведените закономерности за взимане на решения, описани в предходния раздел са реализирани в програмно-инструментален комплекс CONFOR⁵¹ (Абревиатура от CONcept FORmation). В случая на поодръжката на взимане на решение при управление на риска като обекти се задават описания на конкретни бедствени и/или аварийни ситуации. По този начин става възможно универсалния апарат на растящите пирамидални мрежи да бъде приложен за атрибутивен анализ при управление на риска при бедствия и аварии. Изложението по-долу е ориентирано към този вид използване на система CONFOR.

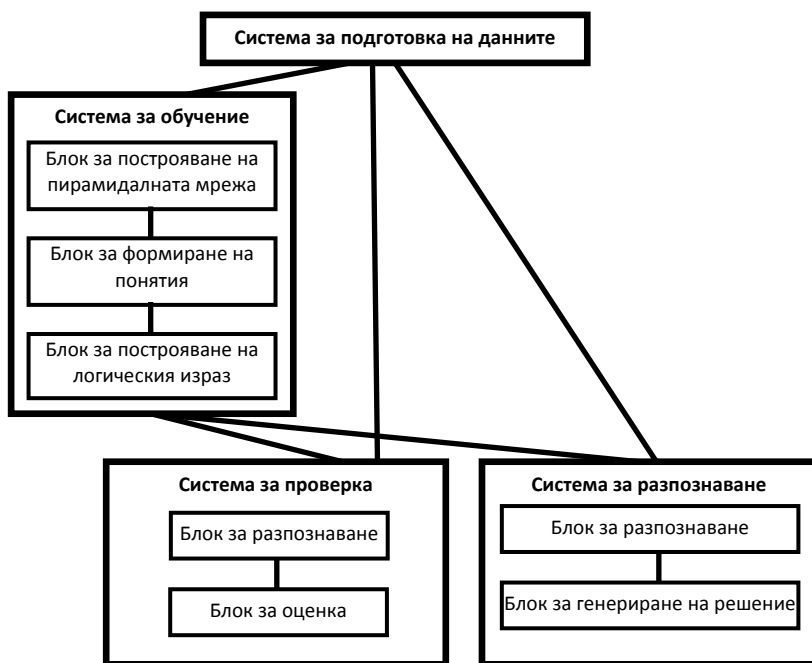
3.6.1 Основни функции и състав на CONFOR

Основните функции на програмния комплекс CONFOR са:

- откриване на закономерности (знания), които характеризират класовете ситуации;
- използване на откритите закономерности с цел класификация на ситуациите и избор на управляващо решение за съответния клас.

Основните системи в комплекса и взаимовръзките между тях са представени на фиг. 6.

⁵¹ В. Гладун. Партнерство с компютером. Человеко-машинные целеустремленные системы. Киев, Порт-Роял, 2000, 128 с.



Фиг. 6. Архитектура на CONFOR

Комплексът включва следните системи:

- система за подготовка на данните;
- система за обучение;
- система за проверка;
- система за разпознаване.

3.6.2 Система за подготовка на данните

Системата за подготовка на данните е предназначена за формиране на вътрешното представяне на признаци, описващи

ситуацията, използвани в качеството на входни данни в системата за обучение, проверка и разпознаване.

Системата реализира набор от операции, позволяващ да се въведат признакови описания на ситуации по два начина:

- непосредствено от клавиатурата;
- от предварително подготвен текстов файл.

Системата преобразува въведената информация за обучение, проверка или разпознаване във вътрешно представяне, което се използва за построяване или анализ на пирамидалната мрежа. Въведената информация се изобразява на екрана във вид на таблица, благодарение на което е удобно да се контролира и редактира.

Въвеждането на признакови описания на ситуация от предварително подготвен текстов файл се осъществява с помощта на функцията "Import". Текстовият файл може да се получи от друга система или да се подготви извън комплекса с помощта на текстов редактор съгласно определен синтаксис. Първият ред съдържа имената на атрибутите и класа. В следващите редове се задават стойностите на атрибутите и класа на обучаващите обекти, представящи ситуациите. Всеки ред завършва със символ за нов ред. Елементите на реда се отделят със запетая. Неизвестни значения на атрибут се допускат, но за да се запази поредността на атрибутите се поставя запетая за разделител. За обозначение на дробна част на количествен признак се използва точка.

След въвеждането на описаната ситуация (на екрана или от файл), трябва да отбележат съответните колонки, съдържащи име на обекта (ситуацията) и име на класа (типа на неизправност). За тази цел се използват съответни функции. Указаните функции разширяват възможността на комплекса

като изследователска система и позволяват изследването на една и съща обучаваща извадка от различна гледна точка.

3.6.3 Система за обучение

Системата за обучение осъществява извеждането на закономерностите, които характеризират класа на извънредната ситуация.

Като входни данни на системата за обучение служи обучаваща извадка, която включва примерни ситуации, характеризиращи различните класове неизправности. Всеки клас трябва да бъде представен от достатъчно количество примери, позволяващи на тяхна база да бъде изведена закономерност, характеризираща дадения клас. Обучаващите ситуации се задават с признакови описания. Признаковото описание на ситуация трябва да включва името на ситуацията, класа, към който тя принадлежи и набор от значения на признаци, които я характеризират.

Процесът на обучение се състои от следните стадии:

- представяне на входните данни във вид на пирамидална мрежа;
- формиране на понятия на основата на пирамидалната мрежа;
- построяване на логически изрази, съответстващи на формираните понятия.

По-долу са представени блоковете, реализиращи съответните стадии.

Блок за построяване на пирамидална мрежа

Блокът за построяване на пирамидална мрежа реализира първия стадий от процеса на обучение, когато вътрешното

представяне на обектите от обучаващата извадка се преобразува в пирамидална мрежа.

Тъй като основен процес при извеждане на закономерности се явява търсене за съчетания на значения на признаци, характеризиращи групи сходни обекти, това принципно води до многократно преглеждане на обектите от обучаващата извадка, което може да доведе до комбинаторен взрив. Представянето на данни във вид на пирамидална мрежа позволява да се избегне тази опасност, на първо място за сметка на особености на алгоритъма за изграждане на мрежата, както и за сметка на асоциативността и йерархичността на самата мрежа. При това за пълното изграждане на мрежата са необходими само два прегледа на обучаващата извадка.

Пирамидалната мрежа се явява динамична структура, която се реструктурира в зависимост от постъпващата в нея информация.

Отделянето на общите съчетания на значенията на признаците се отразява в структурата на мрежата. Мрежата съдържа два типа възли: рецептори и концептори. Рецепторите – това са възли, които нямат входни връзки и съответстват на признаци, характеризиращи обекти от обучаващата извадка. Концепторите съответстват на съчетанията от значения на признаци, които се явяват общи за няколко обекта, както и обектите като цяло. Концепторите от първия тип се наричат междинни възли и имат входни и изходни връзки, концепторите от втория тип – главни възли, които могат да имат изходни връзки само в случаите, когато описание на обект, съответстващ на даден главен възел се явява често в описанието на някой друг обект.

Основният процес за построяване на пирамидална мрежа, при който в мрежата се формират общи съчетания от значения на признаци (построяващи всички междинни възли) се реализира още при първия преглед на обучаващата извадка. При втория преглед мрежата само се коригира, за да се осигури еднозначно представяне на всеки обект под формата на отделна пирамида. При построяване на мрежата обектите от обучаващата извадка се въвеждат последователно, при което описанието на следващ обект се сравнява с тези обекти от обучаващата извадка, които вече са били въведени в мрежата до този момент. Сравнението се осъществява по пътя на проследяване на изходните връзки на рецепторите от описания обект по направление на главния възел в пирамидата. Проследяването се осъществява по пътя на последователния преход от анализ на възли от по-ниско ниво в мрежата към анализ на възли от по-високо ниво. В процеса на проследяване се формира и поправя таблица на входните връзки, в която се фиксират двойките анализирани възли в вид "подчинен възел – подчиняващ възел". В резултат се получава "активен" фрагмент от мрежата. Това е вече построен фрагмент, който включва рецептори от описанието на разглеждания обект. При това се фиксират както напълно активираните възли на мрежата, така и частично активираните. Напълно активиран се смята възел, в който всички входни връзки идват от рецептори от описанието на разглеждания обект. В частично активирания възел от рецептори от описанието на разглеждания обект водят минимум две входни връзки, останалите входни връзки могат да водят до рецептори, които съответстват на значения на признаци, не присъщи за разглеждания обект. Ако по пътя при проследяване на входните връзки на рецепторите се срещнат напълно активирани възли, тези възли следва да бъдат

включени в пирамидата на разглеждания обект и процесът за проследяване продължава. При откриване на частично активиран възел, процесът за проследяване в това направление се преустановява. Процесът на проследяване окончателно спира, когато са открити и фиксирани всички частично активирани възли, както и най-високите напълно активирани възли.

На втория етап за всеки възел (концептор и рецептор) се извършва изброяване на m_i – броя на неговите активирания за всеки i -ти клас. Броят на активиранията на възела за някой клас е равен на броя на обектите на дадения клас, в пирамидите на които се среща този възел.

Блок за формиране на понятия

Блокът за формиране на понятия реализира процес за извеждане на закономерности. На основата на анализ на построената пирамидална мрежа се извършва подбор на най-съществените за всеки клас съчетания от значения на признаци и установяване на взаимовръзки между тях. Възел, който съответства на отбрани съчетания се нарича контролен възел. По такъв начин сформираниите понятия се изобразяват в структурата на мрежата във вид ансамбли от контролни възли, които принадлежат на съответните класове.

Процесът на формиране на понятия е интеративен и се осъществява по пътя на последователно коригиране на формираните понятия за всеки обект от обучаващата извадка. Въпреки че в процеса на коригиране обучаващата извадка се разглежда няколко пъти, той е много по-бърз от процеса по изграждане на мрежата, за сметка на това, че всеки път областта на разглеждане се ограничава само до пирамидните обекти, а самата пирамида се разглежда "от горе на долу" т.е. в

направление от главните възли към рецепторите. Процесът приключва, когато отсъстват условия за възникването на нови контролни възли т.е. обектите от обучаващата извадка са напълно разделени.

Блок за построяване на логически изрази

Блокът за построяване на логически изрази дава възможност да се представят сформираните понятия във вид на логически изрази. Всеки логически израз, който съответства на понятие, има в качеството на операнди значенията на признаците, с помощта, на които са били описани ситуациите и в качеството на оператори – конюнкция, дизюнкция и отрицание. Представянето на понятия във вид на логически изрази е прегледно и добро за интерпретация и може да бъде използвано от специалисти за анализ с цел по-дълбоко разбиране на закономерностите, присъщи на предметната област.

Формирането на логически изрази се изпълнява последователно за всеки клас, обектите на който са представени в обучаващата извадка. Сформираните логически изрази се записват в текстов файл, който може да бъде извикан на екрана със специална команда или прочетен с помощта на текстов редактор.

След настройване към поредния клас се анализират всички контролни възли на дадения клас. Контролните възли на разглеждания клас се наричат положителни, а всички контролни възли на останалите класове се считат за отрицателни спрямо разглеждания клас. Построяването на логически израз започва с организиране на положителните контролни възли в разглеждания клас по ред на намаляване на *m* – техния брой на активирания за дадения клас. Всеки положителен контролен възел се явява основа за формирането

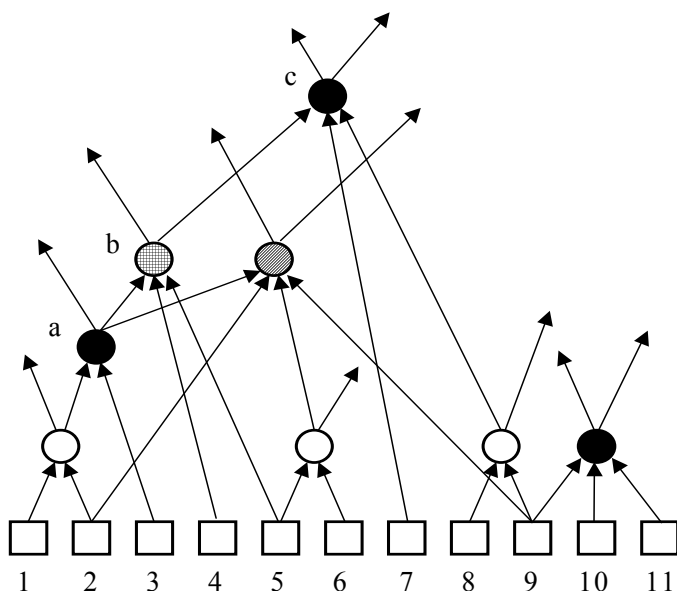
на съответен дизюнктивен член в логическия израз, представляващ понятие от разглеждания клас.

Формирането на всеки дизюнктивен член започва с все още не разгледан контролен възел с най-голямо m . Преди всичко в текстовия файл се записва числото m , което съответства на броя обекти от обучаващата извадка принадлежащи към дадения клас и съдържащи в своето описание рецептори, съответстващи на избрания контролен възел. След това, в текстовия файл се записват рецепторите от пирамидата на избрания възел, за което тя се преглежда в посока "от горе на долу". В текстовия файл рецепторите се свързват със знака за конюнкция ($\wedge$). Такава конюнкция ще наричаме базова за формирането на дизюнктивния член.

След това се осъществява формирането на така наречените конюнкции-изключения, за което в супермножеството на положителния контролен възел се осъществява търсене на най-близки отрицателни контролни възли т.е. такива, на пътя към които от положителния контролен възел не се срещат други контролни възли. В качеството на отрицателни контролни възли се разглеждат възли, принадлежащи на който и да е друг клас освен на разглеждания. Ако няма такива в мрежата, в текстовия файл записваме знак за дизюнкция ($\vee$) и започва формиране на следващия дизюнктивен член. Ако в супермножеството на положителния контролен възел има отрицателни контролни възли, продължава формирането на конюнкцията-изключение по пътя на записване на рецепторите, влизащи в пирамидата на отрицателния контролен възел, но без да се отчитат рецепторите, които са включени в пирамидата на положителния контролен възел. Вписаните рецептори се обединяват със знака за конюнкция, заграждат се в скоби и се

присъединяват към по-рано сформираните части на логическия израз чрез знака за конюнкция и отрицание ($\neg$). Анализът на отрицателните контролни възли и формирането на съответните конюнкции-изключения също се осъществява по реда на намаляване на m , характеризиращо класа, съответствен на отрицателния контролен възел. В този случай, формирането на дизюнктивния член завършва след анализа на всички контролни възли, които се явяват отрицателни по отношение на дадения положителен контролен възел.

След като всички положителни контролни възли на разглеждания клас са анализирани по гореописания начин, се осъществява преход към формирането на логически израз за следващия клас.



Фиг. 7. Фрагмент от пирамидална мрежа с контролни възли

На фиг. 7 като пример е показан фрагмент от пирамидална мрежа с контролни възли от три класа.

Фрагмент от логическия израз, описващ понятие, представено в удебелени контролни възли на рисунката, включва три дизюнктивни члена, първият от които се състои от базова конюнкция и две конюнкции-изключения, останалите са базови:

$$...\vee 1\wedge 2\wedge 3\wedge \neg(4\wedge 5) \wedge \neg(5\wedge 6\wedge 9) \vee 1\wedge 2\wedge 3\wedge 4\wedge 5\wedge 7\wedge 8\wedge 9 \vee 9\wedge 10\wedge 11 \vee ...$$

Базовата конюнкция на всеки дизюнктивен член съответства на съчетание на значения на признаци, характерни за обекти от разглеждания клас, конюнкцията-изключение съответства на съчетанието на значения на признаци, чрез които обекти от други класове се отличават от приличащи на тях обекти от разглеждания клас.

3.6.4 Система за проверка

Системата за проверка е предназначена за тестване на степента на обученост на комплекса. За входни данни в системата за проверка служи тестващата извадка, включваща примерни ситуации, които не са включени в обучаващата извадка, но за които е известно към кой клас принадлежат.

Исходните данни от системата включват нейният отговор относно класа, към който е отнесена всяка ситуация и статистически данни за количеството правилни, неправилни и неопределени отговори на комплекса, въз основа на които се оценява степента на обученост на комплекса. Доколкото алгоритъмът за формиране на понятия на основата на пирамидалните мрежи подsigурява 100% разделение на обучаващата извадка, тестването на степента на обученост на комплекса води до проверка на качеството на обучаващата

извадка по пътя на разпознаването на обекти от тестващата извадка. Съпоставянето на резултатите от разпознатите обекти от тестващата извадка с информация за реалната принадлежност на ситуацията към класовете, позволява да се съди за степента на обученост на комплекса.

Тестващата подсистема включва следните блокове:

- блок за разпознаване, анализиращ ситуациите, които не влизат в обучаващата извадка, но за които е известна принадлежността към някой от изследваните класове;
- блок за оценка, който дава информация за количеството правилни, неправилни и неопределени отговори на системата.

Важна особеност на реализирания процес за разпознаване се явява възможността за даване на неопределени отговори в тези случаи, когато разпознаваният обект съдържа в своето описание съчетания от рецептори, характерни едновременно за различни класове или които въобще не приличат на обектите от обучаващата извадка. Големият брой неправилни и неопределени отговори на подсистемата свидетелства за необходимостта за дообучение по пътя на подобряване на обучаващата извадка. Процесът на разпознаване може да се осъществи както на основата на анализа на обикновена пирамидална мрежа, така и с помощта на построените логически изрази.

Блокът за оценка съпоставя резултатите, получени при разпознаването на обекти от обучаващата извадка, с информацията за реалната принадлежност на обектите към класовете и дава процентно съотношение за количествата правилни, неправилни и неопределени отговори на системата.

3.6.5 Система за разпознаване

Системата за разпознаване е предназначена за идентификация на класа, към който принадлежи нова извънредна ситуация и предлагане на управляващо решение за нейната нормализация.

Входни данни за системата за разпознаване се явява признаковото описание на нови ситуации, което включва името на ситуацията и набор от значения на признаците, които я характеризират.

Исходът от системата е нейният отговор относно класа, към който е отнесена ситуацията, която се разпознава.

Разпознаването се изпълнява на основание на съпоставката на описаната нова ситуация и понятия, сформирани на етап обучение.

Системата за разпознаване реализира втората от основните функции на комплекса, а именно използването на откритите на етапа на обучение закономерности с цел класификация на нови ситуации и извеждане на управляващо решение по отношение на извънредното състояние.

Системата за разпознаване се състои от следните блокове:

- блок за разпознаване, който позволява да се отнесе новата ситуация към един или друг клас;
- блок за извеждане на решение, предлагащ на оператора препоръка по избора на управляващо решение с цел нормализация на извънредната ситуация.

За разпознаване в системата се използва същия блок, както в тестващата система. Блокът за извеждане на решение, както и блокът за оценка на резултатите от проверката, могат да дават, както точни, така и неопределени отговори.

Доколкото всеки клас обекти от обучаващата извадка представлява извънредна ситуация, характеризираща се с определен вид бедствие или авария, то идентификацията на нови извънредни ситуации еднозначно е свързана с последователни управляващи въздействия за нейното нормализиране. Определянето на принадлежността на нова извънредна ситуация към някой клас е подсказка към оператора, който взема окончателното решение за избор на действия по нормализацията ѝ.

В случай на неопределен отговор, подсистемата дава допълнителна информация, за това доколко разглежданата ситуация прилича на ситуации, съответстващи на различни класове или въобще не прилича на ситуации от обучаващата извадка.

За оценка на степента на прилика се използва функция на увереност, която се изчислява на основата на анализа на конюнкциите, взимащи участие в разпознаването на дадена ситуация. Функцията на увереност отразява процентно съотношение на информативността на конюнкциите, описващи закономерностите, характеризиращи различните класове ситуации.

3.7 PaGaNe – Интелектуализирана система за атрибутивен анализ при управлението на риска

Изложените по-горе проект и съответен програмен комплекс CONFOR имат своя еквивалент в нова програмна реализация, собственост на FOI Bulgaria. Доколкото тази реализация следва основните идеи, представени по-горе, тук ще посочим само най-характерните ѝ черти.

Изследването на практическите приложения на растящите пирамидални мрежи (GPN) показва необходимостта от продължаване на изследванията в тази много важна област. Видя се и необходимостта от реализацията на принципно нов подход за да се избегнат някои грешки на стари реализации на GPN. На първо място това е зависимостта от реда на въвеждане на обучаващите обекти, което води до създаването на не толкова добри логически модели на класовете обекти, както и до намаляване на класификационната точност. Друг много важен недостатък на съществуващата система CONFOR е, че при работа с обекти, които се характеризират с голям брой атрибути, формирането на логическите модели на класовете може да стане много сложно, което води в краен резултат до преобладаване на неопределени отговори. За да се избегнат тези проблеми е предложен нов подход. Задачата е да се разширят възможностите на GPN с функционалността на номерирани множества на основата на Multi-Domain Information Model (MDIM)⁵². Като място за съхранение на многомерна информация новата програмна реализация използва база данни, наречена ArM32, разработка и собственост на ФОИ Креатив ООД. Реализираната система е наречена PaGaNe⁵³ (аббревиатура от Pyramidal Growing Networks).

Всеки обект от обучаващото множество се състои от (уникално) име на обекта, име на клас, към който принадлежи

⁵² K. Markov. Multi-Domain Information Model. Int.J "Information Theories and Applications", 11/4, 2004.

⁵³ I. Mitov, K. Ivanova, K. Markov, V. Velychko, K. Vanhoof, P. Stanchev. "PaGaNe" – A Classification Machine Learning System Based on the Multidimensional Numbered Information Spaces. In "Intelligent Systems and Knowledge Engineering", 27-28.11.2009, Hasselt, Belgium (in appear)

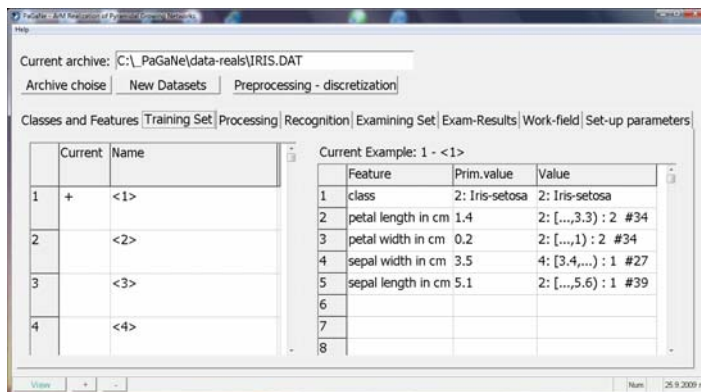
дадения обект и множество от стойности на атрибути, характеризиращи обекта. По същество всеки атрибут може да бъде разглеждан като задаващ множество от класове. Тази равнопоставеност между класа и атрибутите позволяват да ги обобщим с понятието характеристики на обектите. Основна идея, заложена в системата PaGaNe е заместването на символните представяния на стойностите, описващи обектите, с номера на елементи от съответни подредени множества. По този начин всеки обект може да бъде описан чрез вектор с целочислени стойности, които могат да бъдат използвани като координати на адрес в многомерно информационно пространство. Особена роля при описанието на множеството на всяка характеристика играе стойността с номер 1, която се формира автоматично от системата за всяко множество и съответства на състоянието, когато в обекта не е зададена стойност по тази характеристика.

Като всяка система от този тип работата с PaGaNe обхваща два етапа – обучение на системата за класифициране на обекти от дадена предметна област и разпознаване (класифициране) на нови обекти.

3.7.1 Модул за въвеждане на данните и предварителна обработка

Въвеждането на данните за обектите от обучаващото множество става по два начина:

- чрез директно въвеждане. Фиг. 8 представя примерен екран на въведени обекти и характеристиките на първия от тях;



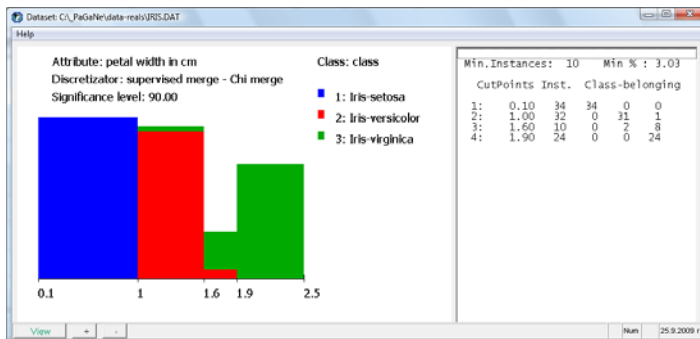
Фиг. 8. Задаване на стойностите на характеристики на обекти от обучаващата извадка в PaGaNe

- чрез въвеждане от текстов файл, където всеки обект е описан в рамките на един ред, а отделните му характеристики са разделени със "," или ";". При въвеждането на данните от текстов файл номерираните множества на характеристиките автоматично се допълват с нови елементи.

По този начин всеки обект се описва чрез вектор с целочислени положителни стойности. Всяка координата указва поредния номер, който е получила дадената стойност в съответното множество на избраната характеристика.

Стойностите на някои характеристики могат да бъдат реални числа. За да се приведат тези стойности към номинални стойности, с каквито работи разпознаващата функция на PaGaNe, в системата са разработени специални механизми за дискретизация⁵⁴ (фиг. 9).

⁵⁴ I. Mitov, K. Ivanova, K. Markov, V. Velychko, P. Stanchev, K. Vanhoof. Comparison of Discretization Methods for Preprocessing Data for Pyramidal Growing Network Classification Method. In Int. Book Series "Information Science &



Фиг. 9. Пример на резултат от работата на дискретизатора на PaGaNe

В системата са вградени дискретизиращи алгоритми от различни класове, спрямо следните критерии:

- с отчитане или без отчитане на информацията за принадлежността на обектите към класа при определянето на интервалите;
- с прилагане на разделящи или обединяващи подходи;
- с използване на различни мерки за определяне на граничните точки.

3.7.2 Модул за обучение

По време на процеса на обучение системата:

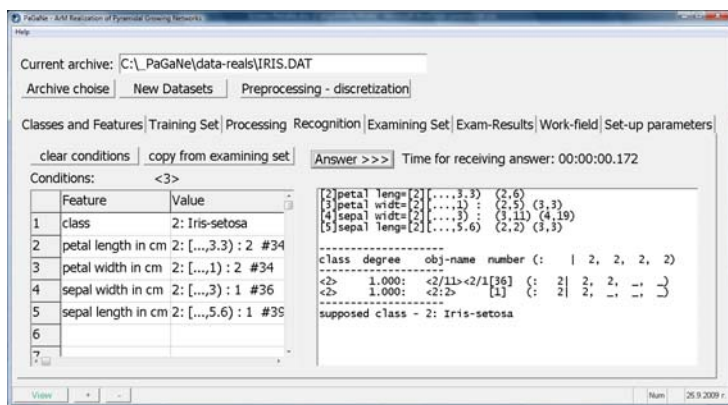
- автоматично класифицира обектите от обучаващото множество като използва йерархични информационни пространства;

- анализира характеристиките на класове с цел да се намерят комбинации от стойности на характеристиките, които са представителни за съответните класове;
- създава контролни обекти, които съдържат само стойностите на съвпадение на векторите на два или повече обекти;
- проверява обучаващото множество за съвместимост;
- извършва честотен анализ на стойностите на характеристики на обектите с цел да се намали търсенето при разпознаване само в класове, които са реални кандидати за възможен отговор;
- открива представителни изключения в класове, които да се използват за директно разпознаване.

3.7.3 Модул за разпознаване

Разпознаването се свежда до търсене в многомерно информационно йерархично пространство. Обектът за разпознаване е зададен със стойностите на своите характеристики. Някои от характеристиките могат да нямат стойности. Посредством изградената честотна таблица, системата установява възможните класове, на които обектът може да принадлежи. Този подход намалява количеството информация, необходима за разпознаване на обекта. След избора на класове-кандидати, системата започва да претърсва йерархичните структури на съответстващите класове. По време на търсенето получените характеристични вектори се сравняват с търсения характеристичен вектор. Характеристики, които са равни на търсената (независимо от класа), от всеки намерен вектор се броят. Полученото число се дели на броя на всички значещи характеристики на избраните обекти. По този начин се

изчислява степента на съвпадение (нормализирана) на двата вектора. Системата притежава динамичен списък на обекти със или в близост до най-високата степен на съвпадение. В друг случай системата може да поддържа интервал на близост до степента на съвпадение, която зависи от последната изчислена най-висока степен, а ширината на интервала за близост се задава като параметър. Този подход на оценка дава приоритет на контролните вектори на обекти, които представляват типични за класа характеристики или комбинация от характеристики (абстракции за този клас). Като краен резултат системата формира списък с обекти от един или няколко класа, които са близки по степен на съвпадение (фиг. 10).



Фиг. 10. Резултат от работата на разпознаващата функция на PaGaNe

Ако списъкът съдържа обекти, които принадлежат към един и същи клас, системата счита, че обектът, който се разпознава, принадлежи към този клас. В случаите, когато списъкът съдържа обекти от различни класове, се приема, че обектът принадлежи към класа, представен с най-много обекти в

списъка. Ако класовете са представени с равен брой обекти, системата не разпознава обекта. Методът на разпознаване на системата PaGaNe е комбинация от обобщаващите възможности на Propositional Rule Sets и прецизността за отговор на K-Nearest Neighbors.

3.7.4 Модул за тестване

За проверка на верността на приложените алгоритми се дава възможност за въвеждане на изпитващо множество от обекти, за които се знае към кои класове принадлежат.

Въвеждането на множеството става от файл със структура, аналогична на структурата на файла с обучаващи обекти. След въвеждането на изпитващото множество за всеки от обектите се извършва разпознаване по гореописания алгоритъм и се оценява степента на разпознаване на множеството от системата. На фиг. 11 е показана част от резултата от обработката на такова изпитващо множество.

Current archive: C:_PaGaNe\data-reals\IRIS.DAT

Archive choice | New Datasets | Preprocessing - discretization

Classes and Features | Training Set | Processing | Recognition | Exam-Results | Work-field | Set-up parameters

Recalculating | Examining tolerance (number art.): 0 | Applying cross validation: NO | Type of answers: All or nothing

Total feature number: 5 | Percentage recognition = 96.00%

object	examining class (used for comparing with result)	results (class, percentage of adequacy, object position)	answer	comments
24	<3> Iris-versicolor	(3,100.0,7) (3,100.0,8) (3,100.0,10) (3,100.0,14) (3,100.0,15) (2,100.0,16) (2,100.0,18)	<3> Iris-versicolor	100.00%
25	<3> Iris-versicolor	(3,100.0,7) (3,100.0,8) (3,100.0,10) (3,100.0,14) (3,100.0,15) (2,100.0,16) (2,100.0,18)	<3> Iris-versicolor	100.00%
26	<3> Iris-versicolor	(4,100.0,40) (4,100.0,42) (4,100.0,49) (4,100.0,54) (4,100.0,55) (4,100.0,56)	<4> Iris-virginica	100.00%

View | + | - | Num | 25.9.2009

Фиг. 11. Резултат от работата на тестващата функция на PaGaNe

Ефективността на работата на PaGaNe е проверена експериментално върху различни бази от данни. В процеса на проверка са използвани както собствени данни, така и данни, публикувани в UCI Machine Learning Repository⁵⁵. Това хранилище съдържа множество бази от данни на реално съществуващи явления и процеси и е основен източник на данни за специалистите от областта на машинното обучение. Бяха проведени експерименти както с бази от данни, съдържащи само категориални стойности (като "Audiology", "Mushroom", "Soybean", "Tic-tac-toe", "Votes"), така и с бази, съдържащи само реални стойности (като "Ecoli", "Glass", "Indian Diabetes", "Iris", "Wine"), а също и с бази от данни със смесени атрибути (като "Forestfires", "Hepatitis", "Statlog").

Сравнена е работата на системата с работата на системи от същата предметна област. Като среда за сравнение е използвана Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis)⁵⁶, разработена в университета Уайкато, Нова Зеландия. Средата е достъпна на <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>.

За сравнение бяха избрани класификационни алгоритми, представители на различни разпознавателни модели:

- J48 се нарича Weka-реализацията на C4.5⁵⁷, който е базиран на дърво на разпознаване;
- IB1 и IBk⁵⁸ са класификатори, основаващи се на най-близкото съседство;

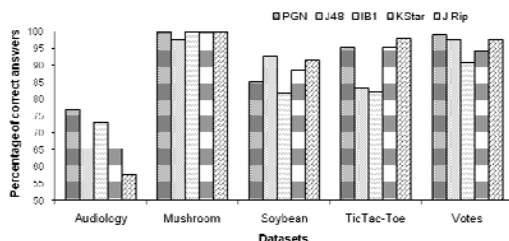
⁵⁵ A. Asuncion, D. Newman. UCI Machine Learning Repository. University of California, Irvine, CA, School of Information and Computer Science, <http://archive.ics.uci.edu/ml/>.

⁵⁶ I. Witten, E. Frank. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. 2nd Edition, Morgan Kaufmann, San Francisco, 2005.

⁵⁷ J. Quinlan. C4.5 Programs for Machine Learning, San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 1992

- KStar⁵⁹ е класификатор, базиран на примери, използващ ентропийна функция за разстояние;
- JRip⁶⁰ е основан на обучение чрез правила;
- OneR⁶¹ е класификационен алгоритъм, генериращ дърво на решенията на едно ниво.

Проведените сравнителни експерименти, както с различни бази данни, така и с различните класификационни алгоритми показаха, че резултатите, постигнати от PaGaNe са близки или по-добри от резултатите на другите изследвани алгоритми (фиг. 12 и фиг. 13).



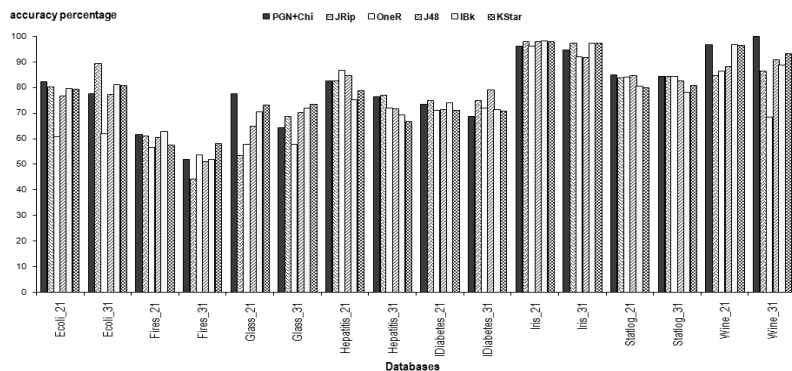
Фиг. 12. Процентно представяне на коректните отговори на PaGaNe (PGN), J48, IB1, KStar и JRip с различни бази от данни, съдържащи категориални стойности на атрибутите

⁵⁸ D. Aha, D. Kibler, M. Albert. Instance-based learning algorithms. Machine Learning 6, pp. 37-66

⁵⁹ J. Cleary, L. Trigg. K*: An instance-based learner using an entropic distance measure. In: Proceedings of the 12th International Conference on Machine Learning, 1995, pp. 108-114

⁶⁰ W. Cohen. Fast effective rule induction. In: Proceedings of the 12th International Conference on Machine Learning, 1995, pp. 115-123

⁶¹ R. Holte. Very simple classification rules perform well on most commonly used datasets. Machine Learning, 1993, 11, pp. 63-91



Фиг. 13. Сравнение на класификатора на PaGaNe с дискретизиращ алгоритъм Chi-merge с класификаторите JRip, OneR, J48, IBk, KStar с различни бази от данни, съдържащи и реални стойности на атрибутите

4 Заключение

От гледна точка на обработка на информацията, успехът на реагиране в кризисни ситуации до голяма степен зависи от качеството и навременността на събраната от различни източници информация, нейната интеграция, обработка и анализ с цел вземане на решения. Ясно е, че сложността на този проблем го прави невъзможен за обхващане от отделен човек или дори екип. Разпространението на Интернет и развитието на различни области на информатиката като географски информационни системи, глобални позициониращи системи, бази от данни, системи за автоматизация на управлението, системи за подпомагане взимането на решения, експертни системи, симулационно моделиране, сценарен анализ и др. позволяват да се автоматизират процесите на взимане на решения и координация на действията при управление на риска от бедствия и аварии.

Безспорната значимост на управлението на риска от бедствия и аварии се проявява чрез регламенти и директиви на Съвета на Европа, както и от редица световни, международни и национални инициативи, стандарти и други дейности. България активно подкрепя развитието в това направление. Законът за бедствията залага добра тенденция за развитие, която се подкрепя от нови закони и нормативни актове, държавни и обществени инициативи, проекти и други дейности. Подготвеният за приемане проект на закон за инфраструктура на пространствените данни ще създаде основата за хармонизация на различните информационни системи и обмена на базова информация, необходими за интегрирани управленски решения. Създаваният в момента в България оперативен

капацитет отговаря на важното условие за участие на всяка държава-член на ЕС във формиране на политики и разпределение на услуги в областта на устойчивото развитие, наблюдението на земната повърхност и управление на риска и сигурността. От 2009 г. Европейската програма за Глобално наблюдение на околната среда и сигурност⁶² навлиза в своята оперативна фаза и това още повече налага бързото изграждане на капацитет и активното участие на България в подготовката на новите регламенти, пакети от основни и допълнителни услуги, както и изграждане на системи за осигуряване на информация и комплексен анализ на място. Партньорството между научни институти и граждански и специализирани научно-приложни организации и от ключово значение. Сред водещите обществени организации в това отношение е Агенцията за устойчиво развитие и евроинтеграция (АУРЕ). Партньорството, което тя осъществява с Института за информационни теории и приложения FOI ITHEA, Института по математика и информатика при БАН и други обществени и научни структури е пример за постигане на бързи и ефективни резултати в обществена полза, чрез стратегически високо-технологични приложения. От съществено значение е и доброто сътрудничество със структури на Европейската комисия и преди всичко с Института за защита и сигурност на гражданите (IPSC) на Обединения изследователски център (JRC) главно чрез споразумението за партньорство между АУРЕ и JRC. Поредицата от успешни изпълнени проекти са важен стимул за продължаване работата по управление на риска от природни бедствия, аварии и други рискове, както и

⁶² <http://www.gmes.info/>

работата по разширяване на броя привлечени експерти и институти по това важно за Европа и света направление.

Настоящата книга е стъпка в това развитие. Задачата ѝ е да даде начална представа за многообразието от инициативни в световен и регионален мащаб и анализирайки българския опит да представи нови водещи резултати от приложението на изкуствения интелект при управлението на риска от бедствия и аварии. Сериозно постижение е интеграцията на специалисти от Института по кибернетика "В.М.Глушков", Киев, Украйна, Института по математика и информатика при БАН и Международния институт по информационни теории и приложения FOI ITNEA.

В първа глава на настоящото изследване бяха представени редица световни, международни, регионални и национални инициативи по управление на риска. Специално внимание беше отделено на инициативите на Европейския съюз по борба с бедствията и аварията. Бяха обсъдени някои проекти по управление на риска в България, свързани с превенция на риска от наводнения, управление при кризи и отбранително-мобилизационна подготовка. Бяха представени "Център за управление на бедствия" и "Център за аерокосмическо наблюдение", които се изграждат в България. Особено внимание беше отделено на научно-приложния проект "Интегрирано управление на риска и необходимата инфраструктура за пространствени данни", който има водеща роля в изследваната област. Беше представена система "RiskMan", която има редица полезни възможности.

Глава втора беше посветена на автоматизацията на управлението на риска и взимането на решения в критични ситуации. Целта ѝ бе читателят да се въведе в основните

понятия в управлението на риска, анализа на уязвимостта, управлението и планирането при кризи, анализа на производствените аварии и минимизацията на негативните им последствия. Беше показана необходимостта от автоматизация на управлението на риска в техногенните среди и бяха разгледани някои автоматизирани системи поддържащи операторските решения.

Нека подчертаем основния извод, че след като веднъж е решено, че определен риск трябва да бъде управляван, това може да се направи по четири възможни начина:

- избягване – понякога е възможно организацията да бъде променена така, че рискът да бъде избегнат;
- трансфериране – трансферирането е изнасяне на идентифицирания риск към външни структури. Типичен пример за трансфериране е застраховането;
- омекотяване – ако рискът не може да бъде избегнат, приемлива алтернатива е да бъде омекотен чрез стъпки, които ще сведат до минимум щетите в случай на реализация на риска;
- приемане – когато няма какво да се предприеме в отговор на риска, единствената възможност, която остава е той да бъде осъзнат и приет.

В трета глава бяха изложени научните основи, позволяващи да се приложат в практиката важни постижения на изкуствения интелект, и най-вече – теорията на растящите пирамидални мрежи, която повече от двадесет години е сред водещите достижения на изкуствения интелект. Теоретичните основи бяха разгледани от гледна точка на управлението на риска и поддръжката на взимането на управленчески решения в критични ситуации. Беше представена българска интелек-

туализирана класификационна обучаема компютърна система, наречена "PaGaNe". Тази система е създадена като продължение на разработките по растящи пирамидални мрежи, но реализира описаните алгоритми като използва многомерни номерирани йерархични информационни пространства. Това ѝ позволява да разшири възможностите на предходните реализации и да позволи въвеждането на нови функции.

Доколкото в система PaGaNe въвеждането на обучаващата и тестваша информация следва международно приетия за целта стандартизиран подход, тя може да бъде вградена в други системи като модул за класифициране и разпознаване. Интегрирането на система PaGaNe в други системи би позволило да се осъществява оперативна поддръжка на взимането на решения в реално време въз основа на обучение на системата и автоматично класифициране и разпознаване на постъпващата от средата информация.

Система PaGaNe позволява на основа на анализа на производствени аварии от различен произход да се опишат характерни признаци на тяхното развитие и да се изведат причините за възникването на аварии в управлявани от оператори технологични обекти. Анализът на подходите за реализация на действащи автоматизирани системи, предназначени за решаване на оперативно-диспечерски задачи в енергетиката, химическото производство, отбраната и икономиката позволи да се изведат особености на оперативно-диспечерските задачи в извънредни ситуации, които правят малко ефективни или непригодни традиционните методи на математическото моделиране и оптимизация. Проведеният анализ дава основание да се направи извода, че ефективността на формализацията и автоматизацията на процесите за

управление на извънредни ситуации може да бъде съществено повишена за сметка на създаването на експертни системи, които позволяват натрупването на знания за сложни проблемни ситуации, извеждане на характерни закономерности и на тази основа избиране на необходимите решения. Определен е списък от задачи, които се възлагат на автоматизираната система за поддръжка на решенията на оператора в извънредни ситуации.

Представена беше методология за построяване на инструментален комплекс, предназначен за решаване на задачи за откриване и използване на закономерности. Целта му е да обслужва процесите на взимане на решения, базирани на използването на методи за откриване на закономерности на основата на атрибутивен анализ на предметната област, зададена във вид на признакови описания на извънредните ситуации. Изведените закономерности се отразяват в структура на пирамидална мрежа и се използват за решаване на задачи за разпознаване на ситуации, в които се взимат решения. Описани бяха методи за представяне на знания в вид на пирамидална мрежа, методи за формиране на понятия на основата на пирамидална мрежа и използване на формираните понятия за решаване на задачи за разпознаване.

Разработена е структурата и архитектурата на опитен образец на програмен комплекс. Съществени особености на инструментално-програмния комплекс се явяват:

- независимостта от проблемната област, което значително опростява процеса на използване на програмния комплекс;
- осигуряване на възможност за ефективно използване на комплекса от непрофесионалисти в областта на програмирането.

Експертните системи-съветници, които могат да бъдат създадени на основата на комплекса дават следните възможности:

- предотвратяване на грешки на операторите при оценяване на извънредни ситуации и свързаните с тях възможни аварии;
- натрупване на опит при управление на родствени обекти в мащабите на отрасъла и вследствие на това намаляване на нивото на аварийност в промишлеността като цяло;
- компенсация на възможните негативни субективни фактори, влияещи на процесите на взимане на решение от операторите;
- намаляване на влиянията върху процесите по взимане на решения от операторите на фактора дефицит на време в периода на импулсно предотвратяване по време на възникването на аварийни ситуации;
- използване на база от знания по времето на разработване на проекти по реконструкцията или построяването на нов обект с цел икономия на средства за провеждане на съответните изследвания.

Разработени са алгоритми и програми на опитния образец на програмно-инструменталния комплекс, които реализират системи за подготовка на данните, обучение, тестване и разпознаване. Приведено е описание на алгоритмите, които са в основата на опитния образец на програмно-инструменталния комплекс.

Разработените методи са база от научни принципи за създаването както на експертни системи за поддръжка на процесите по взимане на решения в извънредни ситуации, така и на реални системи, които могат съществено да помогнат

операторите в потенциално опасни производства при бедствия и аварии и последващите ги извънредни ситуации.

Книгата е плод на съвместната работа на учени от Института по информационни теории и приложения FOI ITNEA съвместно с Института по кибернетика "В.М. Глушков" при НАНУ и Института по математика и информатика при БАН.

Използвани съкращения

В текста са използвани следните съкращения:

ADPC	Asian Disaster Preparedness Center (Азиатски център за готовност при бедствия)
CEDIM	Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology in Karlsruhe, Germany (Център за управление на риска и технологии по намаляване на риска)
DG E&I	Directorate-General for Enterprise and Industry
FEMA	Federal Emergency Management Agency (Американска агенция за управление при кризи)
GMES	Global Monitoring for the Environment and Security (Глобален мониторинг на околната среда и сигурността)
GPN	Growing Pyramidal Networks (Растящи пирамидални мрежи)
IPSC	Institute for the Protection and Security of the Citizen (Институт за защита и сигурност на гражданите)
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction (Международна стратегия за намаляване на бедствията)
JRC	Joint Research Center of European Comision (Обединен изследователски център на Европейската комисия)
MDIM	Multi-domain Information Model (Многообластен информационен модел)
ReSAC	Remote Sensing Application Center (Център за приложение на спътникови изображения)
SAFER	Seismic eArly warning For EuRope
UCI	University of California – Irvine (Калифорнийски университет в Ървайн)
Weka	Waikato Environment for Knowledge Analysis (Уайкато среда за анализ на знания)
АУРЕ	Агенция за устойчиво развитие и евроинтеграция
БАН	Българската академия на науките
ГФИ-БАН	Геофизически институт „акад. Любомир Кръстанов“ при БАН
ДАГ	Държавна агенция по горите
ДАИТС	Държавна агенция за информационни технологии и съобщения
ЕК	Европейска комисия
ЕС	Европейски съвет

ИМИ-БАН	Институт по математика и информатика при БАН
ИП	Институт по почвознание "Никола Пушкин"
МВР	Министерство на вътрешните работи
МЗХ	Министерство на земеделието и храните
МОНМ	Министерство на образованието и науката и младежта
МОСВ	Министерство на околната среда и водите
МРРБ	Министерство на регионалното развитие и благоустройството
НАНУ	Национална академия на науките на Украйна
НАС	Национална агенция по сигурността
НБУ	Нов български университет
НЕК	Национална енергийна компания
НИМХ-БАН	Национален институт по метеорология и хидрология при БАН
ПКББ-Германия	Постоянна комисия "България-Бавария"
ПУ	Пловдивски университет "Паисий Хилендарски"
СБЖ	Съюз на българските журналисти
ССА	Селскостопанска академия
СУ	Софийски университет "Св. Климент Охридски"
УАСГ	Университет по архитектура, строителство и геодезия
ФНИ	Фонд научни изследвания
ЦАН	Център за аерокосмическо наблюдение
ЦЛСМСИ-БАН	Централна лаборатория по сеизмична механика и сеизмично инженерство при БАН

Attributive Analysis in Disaster Risk Management (abstract)

This book is intended to give an initial overview of issues related to managing the risk of accidents caused by human activity and/or natural disasters, and some possible approaches to implementation of automation to support decisions making regarding the prevention and activities to eliminate the negative effects of disasters and accidents.

The first chapter introduces the subject area and gives information for some projects on automation of risk management in the world and in Bulgaria. Second chapter outlines the main provisions on risk management and its automation. Third chapter presents an approach for automation the management of risk, based on leading scientific results in the field of artificial intelligence. The intellectualized classification system for supporting processes of analysis and data mining, which is applicable for the automation of risk management, is presented.

This work is a result of the scientific collaboration between the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA, the Institute of Cybernetics "V. M. Glushkov" at National Academy of Sciences of Ukraine, and the Institute of Mathematics and Informatics at Bulgarian Academy of Sciences.

The book is intended for readers with basic skills on informatics.

Атрибутивный анализ при управлении риском от стихийных бедствий и аварий (аннотация)

В книге дан предварительный обзор вопросов, связанных с управлением риском аварий, вызванных деятельностью человека и/или стихийных бедствий. Представлены некоторые из возможных подходов к внедрению автоматизации для поддержки принятия решений. Рассмотрена интеллектуализированная классификационная система, предназначенная для поддержки процессов анализа и обнаружения знаний, которая применима для автоматизации управления риском от стихийных бедствий и аварий и устранения негативных последствий. В первой главе представлена предметная область и дана информация о некоторых проектах по автоматизации управления риском. Вторая глава знакомит читателя с основными положениями по управлению риском и его автоматизации. Третья глава представляет один подход к автоматизации в области управления риском, основанный на ведущих научных результатах в области искусственного интеллекта и интеллектуализированная классификационная система, реализованная на базе этого подхода.

Эта работа является результатом научного сотрудничества между Институтом информационных теорий и приложений FOI ITNEA, Институтом кибернетики "В. М. Глушкова" при Национальной Академии Наук Украины и Институтом математики и информатики при Болгарской академии наук.

Книга предназначена для читателей, имеющих базовых знаний по информатике.