

# Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(11)

2014 г.

## Учредитель

Государственное учреждение  
«Республиканский научно-  
практический центр  
радиационной медицины  
и экологии человека»

## Журнал включен в:

- Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)
- Перечень журналов и изданий ВАК Минобрнауки РФ (редакция май 2012г.)

## Журнал зарегистрирован

Министерством информации  
Республики Беларусь,  
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 28.03.14.  
Формат 60×90/8. Бумага офсетная.  
Гарнитура «Times New Roman».  
Печать цифровая. Тираж 211 экз.  
Усл. печ. л. 17,8. Уч.-изд. л. 16,01.  
Зак. 1203.

Издатель ГУ «Республиканский  
научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии  
человека»  
ЛИ № 02330/619 от 3.01.2007 г.  
Продлена до 03.01.2017

Отпечатано в Филиале БОРБИЦ  
РНИУП «Институт радиологии».  
220112, г. Минск,  
ул. Шпилевского, 59, помещение 7Н

ISSN 2074-2088

## Главный редактор

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

## Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беяковский (д.м.н., профессор), Ю.В. Висенберг (к.б.н., отв. секретарь), Н.Г. Власова (к.б.н., доцент), А.В. Величко (к.м.н., доцент), В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), А.В. Коротаяев (к.м.н.), А.Н. Лызииков (д.м.н., профессор), А.В. Макарович (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Э.А. Надыров (к.м.н., доцент), И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н.), А.Е. Силин (к.б.н.), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), О.В. Черныш (к.м.н.), А.Н. Цуканов (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н.)

## Редакционный совет

В.И. Жарко (министр здравоохранения Республика Беларусь, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), Ю.Е. Демидчик (д.м.н., член-корреспондент НАН РБ, Минск), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., Минск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), В.П. Сытый (д.м.н., профессор, Минск), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), В.П. Филонов (д.м.н., профессор), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск)

## Технический редактор

С.Н. Никонович

## Адрес редакции

246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,  
ГУ «РНИЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала  
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97  
<http://www.mbr.rcrm.by> e-mail: [mbr@rcrm.by](mailto:mbr@rcrm.by)

© Государственное учреждение  
«Республиканский научно-практический  
центр радиационной медицины и  
экологии человека», 2014

№ 1(11)

2014

# Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

## **Founder**

Republican Research Centre  
for Radiation Medicine  
and Human Ecology

Journal registration  
by the Ministry of information  
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre  
for Radiation Medicine  
and Human Ecology

**ISSN 2074-2088**

**Обзоры и проблемные статьи**

- Ю.Г. Григорьев, А.П. Бирюков**  
Радиобиология мобильной связи: современные аспекты фундаментальных и прикладных исследований 6
- Р.К. Апсаликов, Ж.Б. Ибраева, Л.М. Пивина, А.М. Нуртанова, А.В. Липихина**  
Научно-методологические основы мониторинга состояния здоровья экспонированного радиацией населения Восточно-Казахстанской области 17

**Медико-биологические проблемы**

- А.Ю. Абросимов, М.И. Рыженкова**  
Папиллярный рак щитовидной железы после аварии на Чернобыльской АЭС: морфологические особенности первичных и рецидивных опухолей 24
- Е.А. Дрозд, Ю.В. Висенберг, Н.Г. Власова**  
Особенности формирования индивидуальных доз внутреннего облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязненной территории 33
- А.В. Иванова**  
Состояние липопероксидации в митохондриях мозга при гипогликемическом судорожном синдроме и различных способах его купирования 39
- И.Н. Николайкова, С.И. Вершинина**  
Показатели иммунного статуса у пациентов с носительством вируса папилломы человека высокого онкогенного риска 47
- А.Н. Переволоцкий, Т.В. Переволоцкая**  
Прогнозная оценка объемной активности радиоактивных изотопов инертных газов при штатном и аварийном выбросе Белорусской АЭС с реактором ВВЭР 53
- П.В. Уржумов, А.В. Возилова, П.Н. Донов, Е.А. Блинова, А.В. Аклеев**  
Связь полиморфизма генов систем репарации ДНК с повышенным уровнем хромосомных aberrаций у облученных лиц 59

**Reviews and problem articles**

- Y. G. Grigoriev, A.P. Birukov**  
Radiobiology mobile communication: modern aspects of fundamental and applied research 6
- R.K. Apsalikov, Zh.B. Ibrayeva, L.M. Pivina, A.M. Nurtanova, A.V. Lipikhina**  
Scientific-methodological bases of health monitoring of population of East Kazakhstan region exposed to radiation 17

**Medical-biological problems**

- A.Yu. Abrosimov, M.I. Ryzhenkova**  
Papillary thyroid carcinoma after Chernobyl accident: morphology of primary and recurrent tumors 24
- E. Drozd, Yu. Visenberg, N. Vlasova**  
Peculiarities of formation of individual doses of internal exposure in population residing on the contaminated territory 33
- A.V. Ivanova**  
Lipoperoxidation state of rat brain mitochondria at hypoglycemic convulsive syndrome and different ways of its arresting 39
- I.N. Nikolaykova, S.I. Verшинina**  
Immune status in patients with human papillomavirus carriage high risk 47
- A.N. Perevolotsky, T.V. Perevolotskaya**  
The predictive estimate of volumetric activity of radioactive isotopes of inert gases under normal and emergency emission of the Belarusian NPP with the PWR reactor 53
- P.V. Urzhumov, A.V. Vozilova, P.N. Donov, E.A. Blinova, A.V. Akleev**  
Association of the DNA repair systems genes with elevated levels of chromosomal aberrations in exposed individuals 59

**И.Я. Шахтамиров, Р.Х. Гайрабеков, Х.М. Мутиева, В.П. Терлецкий, В.Ю. Кравцов**  
Биоиндикация генотоксичности стойких органических загрязнителей в Чеченской Республике. Сообщение 1. Микроядерный тест в эритроцитах птиц 65

**И.Я. Шахтамиров, Р.Х. Гайрабеков, Х.М. Мутиева, В.П. Терлецкий, В.Ю. Кравцов**  
Биоиндикация генотоксичности стойких органических загрязнителей в Чеченской Республике. Сообщение 2. Микроядерный тест в эритроцитах рыб 71

### ***Клиническая медицина***

**И.Н. Мороз, Т.Г. Светлович, Т.В. Калинина**  
Физический и психологический компоненты здоровья как характеристики качества жизни лиц пожилого и старческого возраста при разных условиях оказания медико-социальной помощи 76

**О.В. Мурашко, О.К. Кулага**  
Эндокринные расстройства у женщин репродуктивного возраста с доброкачественными кистозными опухолями яичников 82

**Н.М. Оганесян, А.Г. Карапетян**  
Отдаленные медицинские последствия аварии на ЧАЭС: биологический возраст и качество жизни ликвидаторов 90

**А.Е. Силин, А.В. Коротаев, В.Н. Мартинков, А.А. Силина, Т.В. Козловская, И.Б. Тропашко, С.М. Мартыненко**  
Анализ спектра генетических вариантов рецептора липопротеинов низкой плотности в группе пациентов с гиперхолестеринемией 98

**Е. А. Слепцова, А. А. Гончар**  
Первичный гиперпаратиреоз: значимые ультразвуковые критерии в диагностике аденомы паращитовидной железы 104

**М.В. Фридман, С.В. Маньковская, Н.Н. Савва, Ю.Е. Демидчик**  
Результаты лечения спорадического папиллярного рака щитовидной железы у детей и подростков 111

**I.Ya. Shahtamirov, R.Kh. Gayrabekov, Kh.M. Moutieva, V.P. Terletskiy, V.Yu. Kravtsov**  
Bioindication genotoxicity of persistent organic pollutants in Chechen Republic. Message 1. Micronucleus test in chicken erythrocytes

**I.Ya. Shahtamirov, R.Kh. Gayrabekov, Kh.M. Moutieva, V.P. Terletskiy, V.Yu. Kravtsov**  
Bioindication genotoxicity of persistent organic pollutants in Chechen Republic. Message 2. Micronucleus test in fish erythrocytes

### ***Clinical medicine***

**I.Moroz, T. Svetlovich, T. Kalinina**  
Physical and psychological health components as characteristics of quality of life of elderly and old people in various settings of medical and social care provision

**O.V. Murashko, O.K. Kulaga**  
Endocrine disorder in women of reproductive age with benign cystic ovarian tumors

**N.M. Hovhannisyan, A.G. Karapetyan**  
The remote medical consequences of failure on Chernobyl NPP: biological age and quality of the life of liquidators

**A. Silin, A. Korotaev, V. Martinkov, A. Silina, T. Kozlovskaya, I. Tropashko, S. Martynenko**  
Spectrum analysis of genetic variants of low density lipoprotein receptor in the group of patients with hypercholesterolemia

**H. Sleptsova, A. Gonchar**  
Primary hyperparathyroidism: significant ultrasound criterias in diagnostics of parathyroid adenoma

**M. Fridman, S. Mankovskaya, N. Savva, Yu. Demidchik.**  
Sporadic papillary thyroid carcinoma in children and adolescents: the results of treatment

<b>И.М. Хмара, Ю.В. Макарова, С.В. Петренко, С.М. Чайковский</b> Йодная обеспеченность детей в Беларуси	120	<b>I. Khmara, Y. Makarova, S. Petrenko, S. Tchaikovsky</b> Iodine sufficiency of children in Belarus	
<b>В. Шпудейко, Ж. Пугачева, Д. Новик, Наото Такахаша</b> Пероксидаза – негативный острый миелоидный лейкоз с диффузным и гранулярным гликогеном в бластных клетках	129	<b>V. Shpudeiko, J. Pugacheva, D. Novik, Naoto Takahashi</b> Peroxidase negative acute myeloid leukemia with a diffuse or granular form of glycogen in blast cells. Case Report	
<b>Обмен опытом</b>		<b>Experience exchange</b>	
<b>К.Н. Апсаликов, А.В. Липихина, Ш.Б. Жакупова</b> Территория и население Карагандинской области Республики Казахстан, пострадавшие в результате деятельности Семипалатинского испытательного ядерного полигона. Архивно-аналитическая справка	135	<b>K.N. Apsalikov, A.V. Lipikhina, Sh.B. Zhakupova</b> Territory and population of Karaganda region of the Republic of Kazakhstan affected by the activity of Semipalatinsk nuclear test site. Archival analytical reference	
<b>А.П. Бирюков, Е.В. Васильев, С.М. Думанский, И.А. Галстян, Н.М. Надежина</b> Применение бизнес-интеллектуальных технологий OLAP и DATA MINING для оперативного анализа радиационно-эпидемиологических данных	141	<b>A.P. Biryukov, E.V. Vasil'ev, S.M. Dumansky, I.A. Galstjan, N.M. Nadezhina</b> Application business intelligent technologies OLAP and DATA MINING for operational analysis radiation-epidemiological data	
<b>С.Д. Бринкевич, О.Г. Суконко, Г.В. Чиж, Ю.Ф. Полойко</b> Позитронно-эмиссионная томография. Часть 2: Синтез и медицинское применение радиофармацевтических препаратов, меченых $^{18}\text{F}$	151	<b>S.D. Brinkevich, O.G. Sukonko, G.V. Chizh, Yu.F. Poloiko</b> Positron-Emission Tomography. Part 2: Synthesis and Medical Applications of $^{18}\text{F}$ -Labeled Radiopharmaceuticals	
<b>А.П. Саливончик, Е.С. Тихонова, С.В. Зыблева</b> Иммуноглобулин для подкожного введения как препарат выбора при лечении первичного иммунодефицита: история болезни	163	<b>A.P. Salivonchik, E.S. Tikhonova, S.V. Zybleva</b> Immunoglobulin for subcutaneous administration as the drug of choice in the treatment of primary immunodeficiency: a case history	
Правила для авторов	171		

**ПРИМЕНЕНИЕ БИЗНЕС-ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
OLAP И DATA MINING ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО АНАЛИЗА  
РАДИАЦИОННО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

*ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации –  
Федеральный медицинский биофизический центр имени  
А.И. Бурназяна» ФМБА России, г. Москва, Россия*

В статье излагается опыт применения бизнес-интеллектуальных технологий OLAP и DATA MINING в ФГБУ ГНЦ РФ ФМБЦ им. А.И. БУРНАЗЯНА для оперативного анализа данных о заболеваемости и прогнозе развития патологий у лиц, подвергшихся радиационному поражению. Для практической реализации проекта использовался MS SQL Server и его компоненты Integration Services, Analysis services, Reporting services. В качестве клиентского приложения были выбраны MS Excel и MS Visual Studio 2005. Проект развернут на Базе Данных «Единый Регистр ФМБЦ им. А.И. Бурназяна».

**Ключевые слова:** бизнес-интеллектуальные технологии, информационно-аналитические системы, хранилища данных, радиационно-эпидемиологические исследования.

Бизнес-интеллектуальные технологии (Business Intelligence (BI)) в последнее время находят все более широкое применение в корпоративном управлении, там, где необходимо анализировать большие объемы информации из разных гетерогенных источников данных, охватывающих большие временные диапазоны, и получать аналитические отчеты по ним в оперативном режиме до того, как они потеряют свою актуальность. Областями применения BI могут быть: промышленные предприятия различных отраслей, сети гипермаркетов, медицинские учреждения, научно-исследовательские и проектные организации и т.д. [1].

В ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (ФМБЦ) в течение десятков лет интегрировались данные радиационно-эпидемиологического характера, которые впоследствии были объединены по тематическим рубрикам в Единый регистр (ЕДрег), на базе которого спроектирован Центр хранения и обработки данных (ЦХОД). В основе архитектуры ЦХОД лежат принципы и концепции проектирования хранилищ данных (Data warehouse),

позволяющие применять различного рода информационно-аналитические системы [2, 3]. Так, например, данные по персоналу, подвергшемуся воздействию ионизирующего излучения за последние 65 лет, собраны в реляционные таблицы, насчитывающие миллионы записей. Для проведения научных исследований и выявления закономерностей развития тех или иных заболеваний, а также смертности среди указанных лиц в зависимости от дозовой нагрузки на организм, возникла острая необходимость структурировать накопленную информацию с целью представления доступа к ней научным сотрудникам, не владеющим на должном уровне навыками программирования. Для выполнения поставленных задач было принято решение использовать следующее программное обеспечение:

– MS SQL Server 2005 для управления базами Данных (БД), с входящими компонентами Analysis Services, Integration Services, Reporting Services;

– MS Windows Server 2003 – операционная система (ОС);

– MS Visual Studio 2005 – среда разработки.

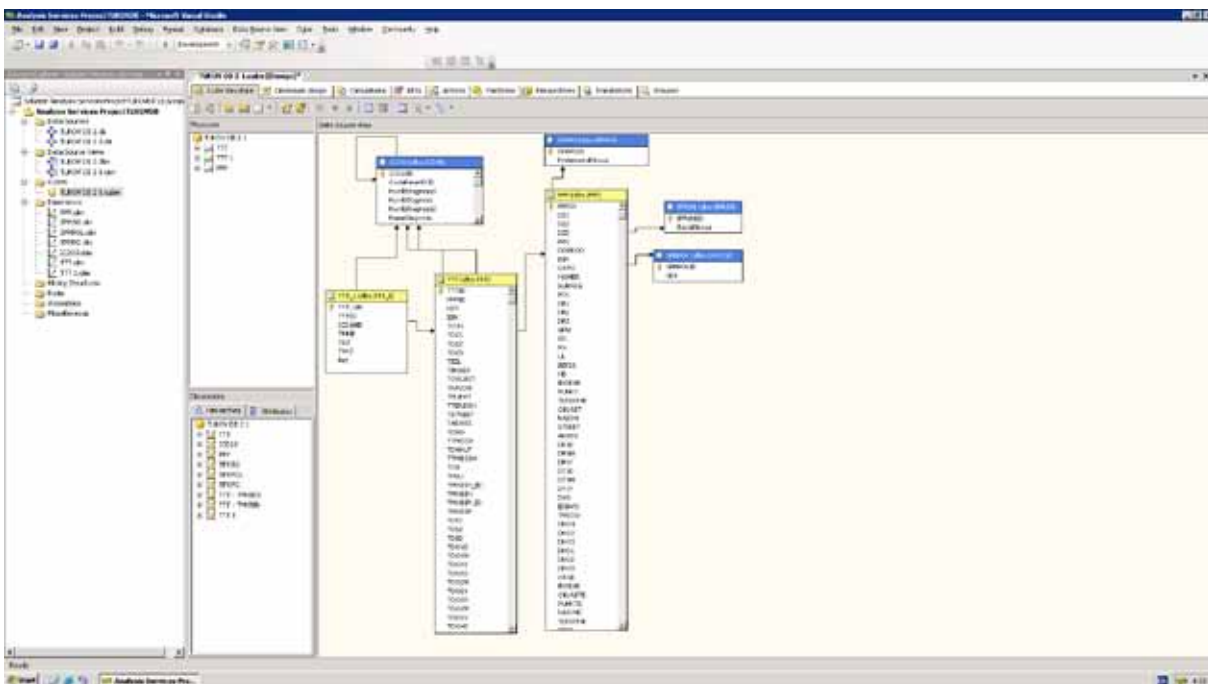
OLAP (On-Line Analytic Processing) в широком понимании – это технология обработки данных, организованных в многомерную Базу Данных (МБД), часто называемую Хранилищем Данных, логически представляемого в виде многомерного Куба (Cube). Основными объектами куба являются Меры (Measures) и Измерения (Dimensions). В роли мер или фактов обычно выступают таблицы реляционной БД, имеющие в своем составе агрегируемые значения. В качестве измерений берутся таблицы, включающие группировки данных, по которым будут определяться агрегируемые показатели. Таблицы мер и измерений, как правило, организованы по принципу «Звезды» или «Снежинки». Схема «Звезда» определяется в виде таблицы мер в середине, от которой отходят связи к таблицам измерений, причем между таблицами измерений не должно существовать связей. Схема «Снежинка», такая же как «Звезда», но допускающая связи между таблицами измерений [4, 5].

На рисунке 1 показана модель развернутого многомерного куба, спроектированная применительно к данным Единого регистра ФМБЦ, которая состоит из 3-х таблиц мер и 9 таблиц измерений. Как вид-

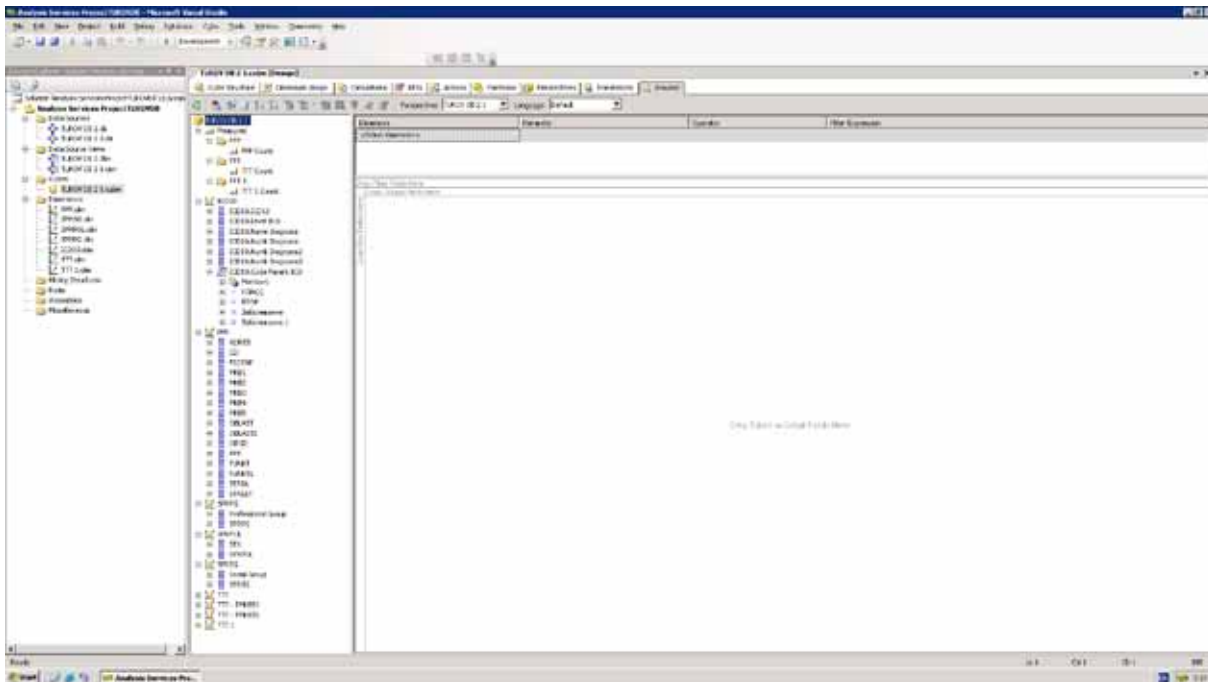
но из рисунка 1, одна и та же таблица может выступать как в роли меры, так и измерения. Например, в таблице PPP зафиксированы персональные данные пациентов – пол, возраст и т.д. В таблице ТТТ отражены данные о госпитализациях пациента – дата госпитализации, оценка поглощенной дозы и т.д. В таблице ТТТ\_1 отмечены выявляемые впервые заболевания при очередной госпитализации. Куб спроектирован по схеме «Звезда».

Таблицы с префиксом SPR и таблица ICD10 – это справочные таблицы данных, причем последняя таблица является международным иерархическим классификатором болезней в последней редакции. В разделах Measures и Dimensions перечислены соответственно таблицы Мер и Измерений, знак плюс указывает на признак узла, по которому объект структурируется на составляющие его атрибуты таблиц и иерархии атрибутов по принципу: Блок заболеваний → Класс заболеваний → Заболевание, как показано на рисунке 2.

С помощью переноса из разделов Dimensions и Measures атрибутов и иерархии атрибутов на соответствующие области Drop Row Fields Here, Drop Column Fields



**Рисунок 1 – Вкладка Cube Structure**  
(светлые заголовки – таблицы фактов, темные – измерений)

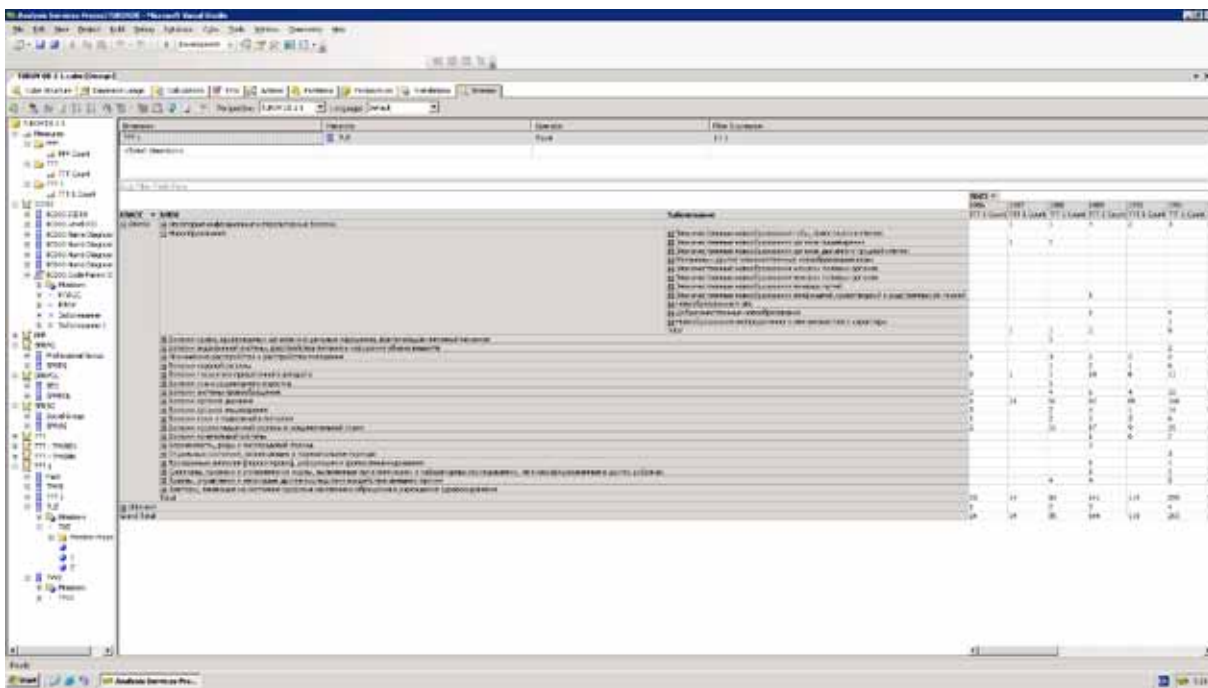


**Рисунок 2** – Вкладка Browser содержит сведения об атрибутах, входящих в таблицы Мер и Измерений, и рабочую область для построения требуемых отчетов

Here и Drop Totals or Detail Fields Here строят требуемые отчеты, руководствуясь правилом первоначального перенесения от более агрегированных иерархий к менее агрегированным (рисунок 3).

Аналогичного рода отчеты, по описанным выше правилам, могут создавать пользователи (научные сотрудники и др.),

используя в качестве клиентского приложения книгу MS Office Excel, присоединенную к кубу, развернутому на сервере Analysis Services, как показано на рисунке 4. На рисунке 5 показан тот же отчет, только с прилагающейся для наглядности гистограммой распространения заболеваний по годам, из которой ясно видно, что в



**Рисунок 3** – Сформированный отчет распространенности заболеваний по годам



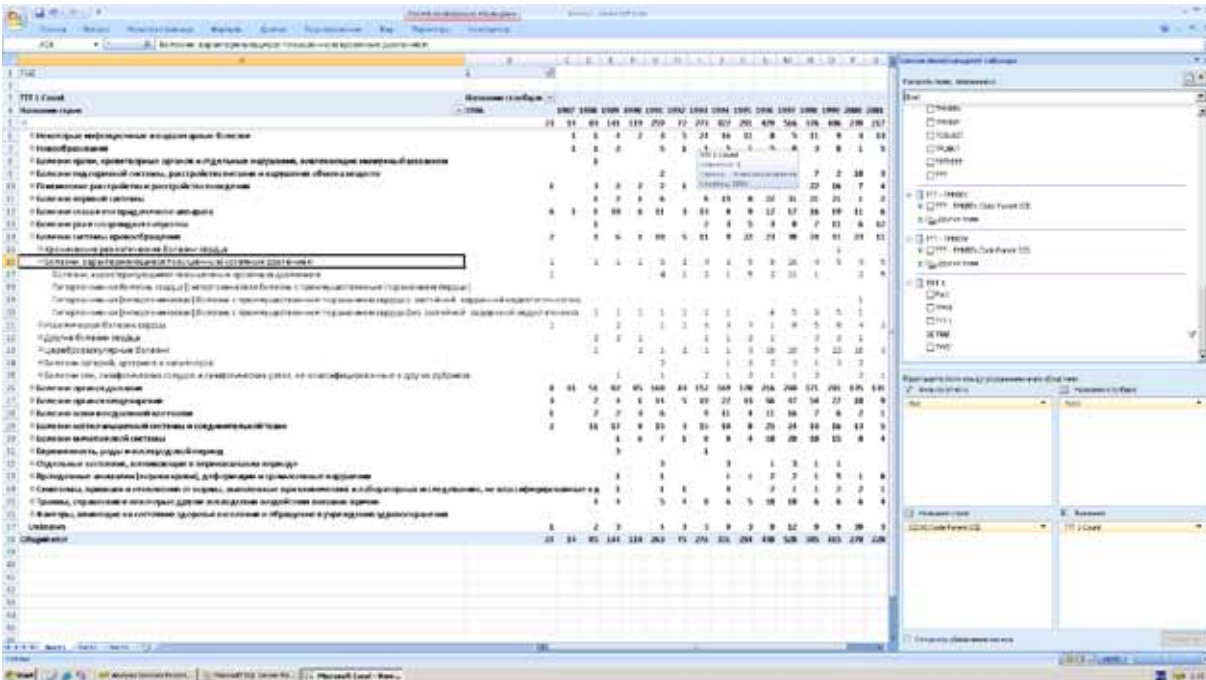


Рисунок 4 – Окно Excel с построенным отчетом, в правой части окна указаны поля таблиц, используемые для отчета

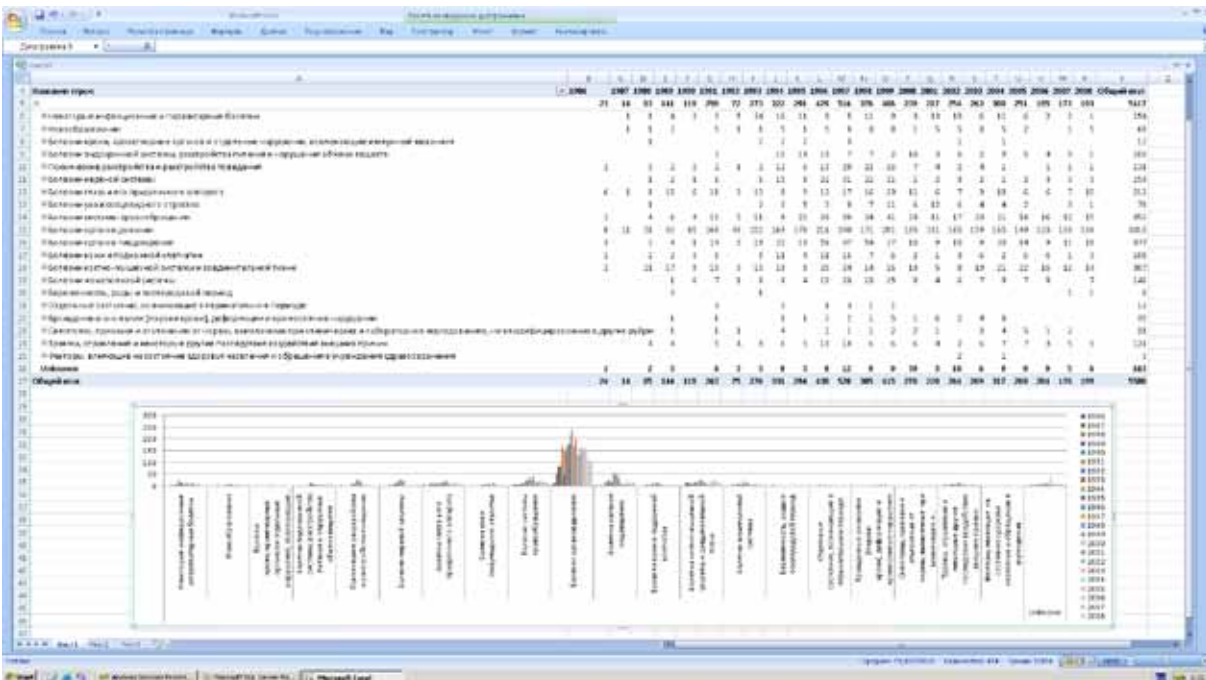


Рисунок 5 – Отчет, сформированный с использованием куба, и соответствующая ему гистограмма зависимостей распространения заболеваний по годам

исследуемой выборке преобладают заболевания органов дыхания. Также для формирования отчетов нами используется служба Reporting Services, имеющая встроенные возможности для публикации отчетов в сети Intranet и в сети Internet.

Под технологией Data Mining («добыча данных») понимается технологии ана-

лиза больших объемов данных для обнаружения скрытых закономерностей. Службы Analysis Services Data Mining включают следующие типы алгоритмов.

- Алгоритмы классификации – осуществляют прогнозирование одной или нескольких дискретных переменных на основе других атрибутов в наборе данных.

- Регрессивные алгоритмы – осуществляют прогнозирование одной или нескольких непрерывных переменных, на основе других атрибутов в наборе данных.
- Алгоритмы сегментации — делят данные на группы или кластеры элементов, имеющих схожие свойства.
- Алгоритмы взаимосвязей – осуществляют поиск корреляции между различными атрибутами в наборе данных.
- Алгоритмы анализа последовательностей – обобщают часто встречающиеся последовательности в данных.

Работа со всеми типами алгоритмов унифицирована и состоит из 3 главных этапов:

1. создается модель добычи данных с использованием определенного алгоритма, настроенная на обучающую выборку данных;
2. по обучающей выборке (в которых известны как исходные атрибуты, так и те атрибуты, которые мы собираемся предсказывать в будущем) производим обучение модели добычи данных;
3. после обучения на вход модели добычи данных подаются исходные атрибуты и рассчитываются выходные атрибуты.

Тема Microsoft Data Mining очень обширна и здесь кратко представим лишь наиболее популярный алгоритм Microsoft Decision Trees.

Алгоритм Decision Trees – гибридный алгоритм, объединяющий различные методы для создания дерева решений и поддерживающий несколько аналитических задач, в том числе регрессию, классификацию и взаимосвязи. Алгоритм применяет схему Байеса для обучения моделей причинного взаимодействия, получая приближенные апостериорные распределения для моделей.

«Методология оценки информационной ценности априорных вероятностей, необходимых для обучения, основана на предположении эквивалентности правдоподобия. Предполагается, что данные не должны способствовать различению сетевых структур, которые в противном случае представляют равносильные утверждения

условной независимости. Также предполагается, что у каждого варианта имеется одна байесова априорная сеть и один показатель достоверности для этой сети.

С помощью этих априорных сетей алгоритм вычисляет относительные апостериорные вероятности сетевых структур на основе текущих обучающих данных и выявляет сетевые структуры с наиболее высокими апостериорными вероятностями» [6, 7].

В качестве примера предлагаем результаты анализа данных по лучевой катаракте с использованием подрегистра острых лучевых поражений ЕДрег. В ФМБЦ были накоплены значительные массивы данных, связанные с клиническими наблюдениями за больными с установленным диагнозом «лучевая катаракта» (ЛК) в результате однократного непредвиденного переоблучения в связи с радиационной аварией [8, 9]. Выявленные закономерности представляют собой важную часть знаний об особенностях развития и течения катаракты у работников предприятий атомной промышленности. При проведении этих исследований было установлено:

1. существует зависимость длительности латентного периода ЛК от дозы облучения. Для смешанного  $\gamma$ - и  $\beta$  ( $\gamma\beta$ ) облучения авторы [8, 9] предлагают монотонно убывающие аппроксимирующие функции  $L_1=10^{(-0,1152D+2,2037)}$  и  $L_2=215,83D^{-1,046}$ , где L-латентный период в мес., D-доза в Гр. Для  $\gamma$ -нейтронного облучения качество аппроксимаций вызывает сомнения, но это так же убывающие функции. Связь латентного периода ЛК и возраста больных на момент облучения не выявлена;
2. есть основания считать, что катарактогенные дозы имеют границу снизу при остром  $\gamma\beta$  излучении  $\sim 2,8$  Гр, при остром  $\gamma$ -нейтронном излучении  $\sim 1,5$  Гр [8];
3. степень помутнения хрусталика находится в «прямой зависимости» [8] от дозы облучения;

4. «клиническая и гистологическая картина качественно одна и та же при воздействии различных видов излучения и весьма сходна у человека и животных» [8].

В данном случае VI методы были нами использованы, чтобы показать, что автоматизированный анализ данных о лучевой катаракте может быть полезен для установления неизвестных количественных закономерностей, поиска аномалий в данных и их визуализации. Разумеется методы VI не заменяют других методов исследования, но использование приближений «первого порядка», получаемых при помощи VI, позволяет составить более ясную картину если и не о самом явлении, то, по крайней мере, о том, как данные в БД описывают это явление. Например, расчетные значения функции  $L_1(D)$  и  $L_2(D)$ , если не оговорены дополнительные ограничения на их применимость, дают повод предположить, что лучевая катаракта является детерминированным процессом в физическом его понимании, т.е. дозовая зависимость параметров лучевой катаракты может быть описана точным математическим соотношением. Вообще говоря, деление на детерминированные и недетерминированные процессы достаточно условно даже в физике, а тем более в радиобиологии, т.к. физическая сторона процессов обычно изучена недостаточно и постановка точных опытов с целью исследования воспроизводимости результатов мало возможна. Просто принимается, что если существует дозовый порог и тяжесть поражения зависит от дозы, то эффект детерминированный (детерминистский). Возможно поэтому, в настоящее время этот термин все чаще заменяется термином «тканевые реакции» («tissue reactions») [9].

Методы VI дают возможность анализировать сразу весь массив данных, независимо от его размера и находить скрытые закономерности, которые могут быть пропущены при традиционном статистическом анализе. В таблицах 1 и 2 сведены результаты подсчетов частот возникновения

лучевых катаракт внутри равномерных дозовых интервалов с помощью OLAP за все время наблюдения. Максимальный латентный период в выборке – 72 мес.

Дерево принятия решений, показанное на рисунке 6, предназначено для решения аналогичной задачи (здесь и далее – гамма-бета излучение). Длина розовой полосы пропорциональна вероятности возникновения катаракты. Кроме подсчета вероятностей, дерево решений выявило значительные колебания значений вероятности на участке 2,408-4,806 Гр, скорее всего связанные с качеством входных данных, которые было бы трудно выявить при равномерном разбиении.

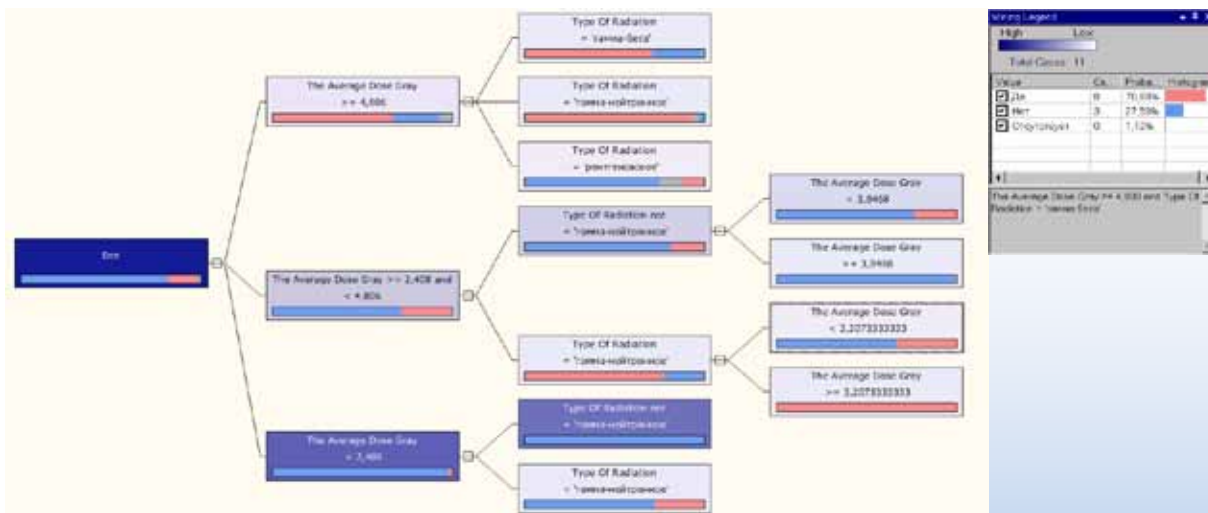
Иными словами, для выборки существует функция вероятности возникновения катаракты, зависящая от дозы –  $P(D)$ , которую можно объяснить, например, существованием индивидуальной радиочувствительности. Тогда латентный период правильнее вычислять по следующему алгоритму:  $L=L(D)$  с вероятностью  $P(D)$  и  $L=\infty$  с вероятностью  $1-P(D)$ .

**Таблица 1** – Частота выхода катаракт при остром  $\gamma$ - $\beta$  излучении

Дозовый интервал, Гр	Катаракта			Частота катаракт
	Да	Нет	Всего	
0,02-1,69	0	61	61	0
1,7-3,36	5	35	40	0,13
3,37-5,03	3	13	16	0,19
5,04-6,7	4	1	5	0,8
6,71-8,37	4	0	4	1
Итого	16	110	126	0,13

**Таблица 2** – Частота выхода катаракт при остром  $\gamma$ -нейтронном излучении

Дозовый интервал, Гр	Катаракта			Частота катаракт
	Да	Нет	Всего	
0,44-1,51	1	6	7	0,14
1,52-2,58	3	2	5	0,6
2,59-3,65	2	2	4	0,5
3,66-4,72	4	0	4	1
4,73-5,79	4	0	4	1
Больше 5,79	1	0	1	1
Итого	15	10	25	0,6

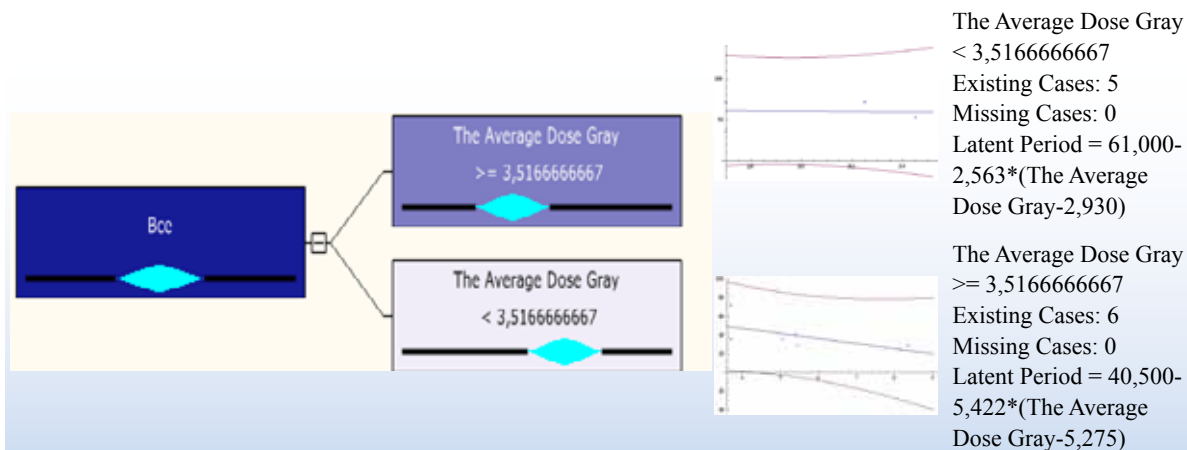


**Рисунок 6** – Дерево принятия решений для определения вероятности возникновения катаракты

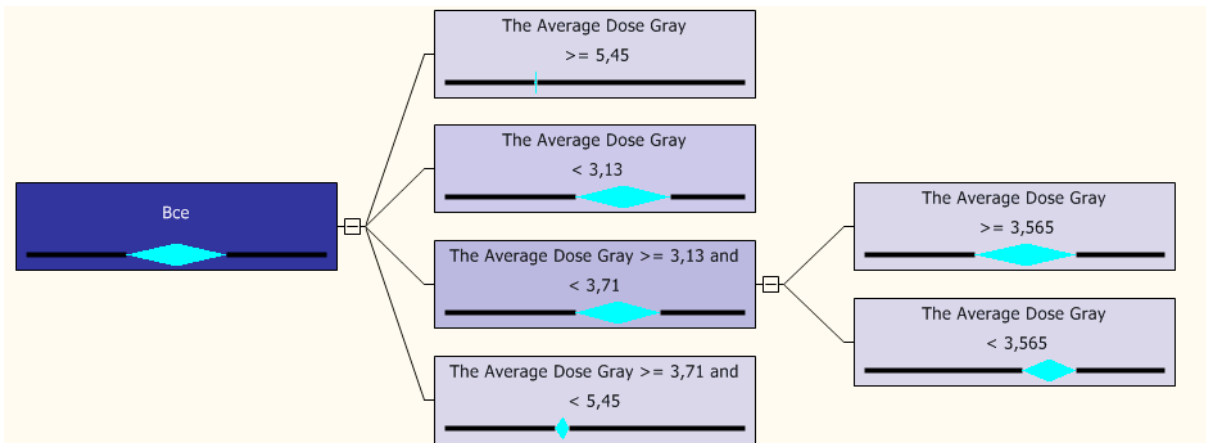
Определим регрессионную зависимость латентного периода от дозы с помощью алгоритма дерева принятия решений. На рисунке 7 приведены параметры кусочно-линейной аппроксимации регрессии и показаны границы 95% ДИ. В качестве входного атрибута рассматривалась только доза. Использовались параметры алгоритма, подавляющие рост дерева решений. Рисунок 8 отображает дерево решений с другими параметрами алгоритма. Ширина «ромба» на рисунке пропорциональна стандартному отклонению, а смещение «ромба» относительно центра показывает отклонение от общего среднего значения предсказываемого параметра среднего значения в «узле». Так, на рисунке 8 видно, что при дозе  $\geq 5,45$  Гр. точность ап-

проксимации максимальна, и средний латентный период при этом дозовом диапазоне меньше общего среднего. Кроме того видно, что латентный период увеличивается с уменьшением дозы.

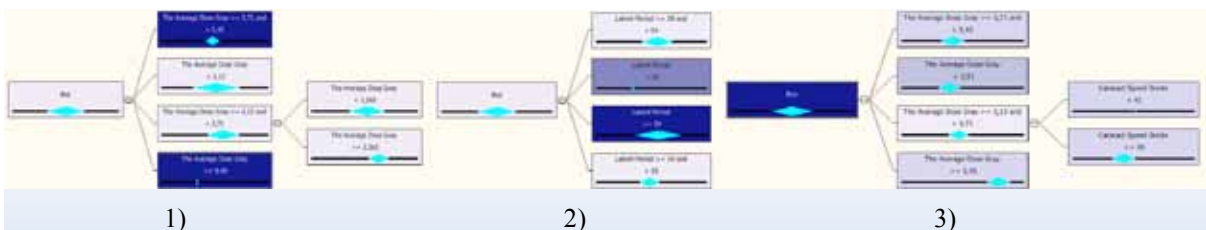
Кроме поиска дозовой зависимости для латентного периода решались также задачи поиска дозовой зависимости для максимальной стадии катаракты (стадии стабилизации) и времени развития катаракты от начальной стадии до стадии стабилизации (рисунок 9). Интересно отметить, что дерево принятия решений (рисунок 9.2) для определения времени развития катаракты, если назначить в качестве дополнительного входного атрибута латентный период, будет разбиваться по латентному периоду, а не по дозе, т.е. если зафиксирована катаракта I



**Рисунок 7** – Дерево принятия решений для определения латентного периода (рост дерева подавлен)



**Рисунок 8** – Дерево принятия решений для определения латентного периода



**Рисунок 9** – Деревья принятия решений для определения времени развития катаракты от начальной стадии до стадии стабилизации (1 и 2 (с учётом латентного периода)) и собственно стадии стабилизации (3)

стадии, то прогноз динамики катаракты будет более точен, если используется величина латентного периода. Для прогноза стадии стабилизации это правило не действует.

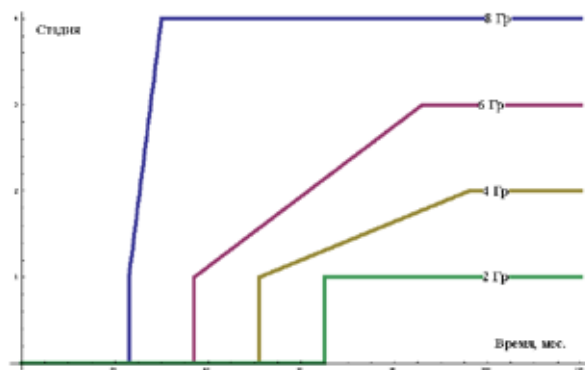
Рисунок 10 иллюстрирует основные количественные закономерности, полученные методами ВІ. Решив уравнение  $1,909 + 0,405 \times (D - 4,209) = 1$ , где в левой части дозовая зависимость стадии стабилизации катаракты, получаем порог  $D = 1,96$  Гр. Эта оценка нужна только для построения графика (в исследованной выборке при дозах ниже 2 Гр зависимости не существует).

При интерпретации этих графиков следует иметь в виду, что при 8 Гр и более – вероятность существования зависимости близка к 1, а при 2 Гр и менее – близка к 0. Кроме того, следует учитывать значительную ширину доверительных интервалов (рисунок 7).

Таким образом, использование технологических платформ с активными элементами систем бизнес-аналитики для решения задач обработки радиационно-эпидемиологических данных дает ряд преимуществ относительно все еще применя-

емых «лоскутных» решений и собственных «кустарных» разработок.

Радиационная эпидемиология малых доз предлагает исследователю целый ряд неотложных задач высокой степени сложности, постановка которых требует радиобиологического образования, оценка последствий – специального клинического опыта, а для объективности этой оценки необходимы познания в области теории вероятности. Чтобы стать специалистом такого плана, нужно не только получить образова-



**Рисунок 10** – Динамика развития катаракты

ние по весьма специфичной программе обучения, но и иметь возможность достаточной практики в области реальной радиационной медицины, в условиях сложившейся научной и клинической школы с многолетним успешным опытом и международным авторитетом. Это возможно только в исключительных случаях, а необходимость подобных исследований в наше время может стать перед специалистами целого ряда лечебно-профилактических учреждений областного и даже районного уровня. Поэтому, на практике возникает необходимость в создании и применении систем искусственного интеллекта, бизнес-интеллектуальных технологий, различного рода интеллектуальных систем поддержки принятия решений, способных не просто дать необходимую справочную информацию, а использовать новейшие креативные технологии для обработки неформализованной и слабо структурированной информации в ситуации, когда естественный интеллект не может найти объективного решения.

Полученные нами результаты позволяют надеяться, что радиационно-эпидемиологические оценки, необходимые в сложнейших ситуациях и требующие зачастую крайне важных в жизни общества решений, в ближайшее время станут доступными для практического здравоохранения благодаря достижениям теории и практики интеллектуального управления, основанным на исследованиях в области математического моделирования и обработки данных.

### **Библиографический список**

1. Рыженко, Р. Личный опыт: история одного знакомства с OLAP [Электронный

ресурс] / Р. Рыженко // CNews URL. – Режим доступа: <http://corp.cnews.ru/text.shtml>.

2. Алексеева, Т.В. Информационные аналитические системы / Т.В. Алексеева, Ю.В. Амириди, В.В. Дик. – М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2013 – 384 с.

3. Туманов, В.Е. Проектирование реляционных хранилищ данных / В.Е. Туманов, С.В. Маклаков – М.: Диалог-МИФИ, 2007 – 333 с.

4. Нильсен, П. Microsoft SQL Server 2005. Библия пользователя / П. Нильсен. Пер. с англ. – М.: Диалектика, 2008. – 1232 с.

5. Хаританх, С. Microsoft SQL Server 2005 Analysis Services и MDX для профессионалов / С. Хаританх, С. Куин. Пер. с англ. – М.: Диалектика, 2008. – 834 с.

6. Технический справочник по алгоритму дерева принятия решений (Майкрософт) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/cc645868.aspx>.

7. Meek, C. Structure and parameter learning for causal independence and causal interaction models / C. Meek, D. Heckerman // Proceedings of the Thirteenth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence. – 1997. – P. 366-375.

8. Каширина, О.Г. Диагностика лучевой катаракты при воздействии различных видов ионизирующего излучения (данные ретроспективных и проспективных исследований): автореф. дис. ... канд. мед. наук / О.Г. Каширина, – М., 2004.

9. Галстян, И.А. Состояние здоровья пострадавших в отдаленные сроки после перенесенной острой лучевой болезни: автореф. дис. ... докт. мед. наук / И.А. Галстян, – М., 2011.

**A.P. Biryukov, E.V. Vasil'ev, S.M. Dumansky,  
I.A. Galstjan, N.M. Nadezhina**

**APPLICATION BUSINESS INTELLIGENT TECHNOLOGIES  
OLAP AND DATA MINING FOR OPERATIONAL ANALYSIS  
RADIATION-EPIDEMIOLOGICAL DATA**

Application of Business Intelligence Technologies: OLAP and Data Mining for operational data analysis of morbidity and mortality, pathology prognosis processing of radiation persons exposed. Project is deployed on United register Data Base of Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA.

**Key words:** *OLAP, Data Mining, Business Intelligence, Analysis Services, Data warehouse, Integration Services, Reporting Services, radiation-epidemiological studies.*

*Поступила 27.02.2014*