

УДК 65.01 + 519.6

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ПЕРСОНАЛА ОПАСНОГО ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.О. Агеев

Институт стратегических разработок

Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, Главное здание, офис 238
E-mail: agvo@nm.ru

А.В. Арасланов

Институт стратегических разработок

Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, Главное здание, офис 238
E-mail: sbor_aav@mail.ru

Т.Л. Качанова

Институт стратегических разработок

Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, Главное здание, офис 238
E-mail: fomin@acea.neva.ru

В.О. Самойлов

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, Главное здание, офис 238
E-mail: cell@infarm.ru

К.А. Туральчук

Институт стратегических разработок

Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, Главное здание, офис 238
E-mail: desafinade@gmail.com

Б.Н. Филатов

Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии и профпатологии

Россия, 400048, Волгоград, Землячки ул., 12
E-mail: filatov@rihtop.ru

Б.Ф. Фомин

Институт стратегических разработок

Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, Главное здание, офис 238
E-mail: fomin@acea.neva.ru

О.Б. Фомин

Институт стратегических разработок

Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, Главное здание, офис 238
E-mail: fomin@acea.neva.ru

Chao W. Chen

US Environmental Protection Agency

USA, 20460, Washington, Pennsylvania Ave, 1200
E-mail: chen.chao@epa.gov

С.А. Ширшов

Институт стратегических разработок

Ключевые слова: системный анализ, системная биология, физика систем, информационные технологии, научное системное знание, системная экспертиза, реконструкции состояний систем, системные биологические эффекты
system analysis, system biology, physics of systems, information technologies, system scientific knowledge, system expertise, system reconstruction of states, system biological effects

Дано решение задачи полномасштабного исследования биосистем методами физики систем. Решение развернуто в основных этапах и ключевых результатах. Созданы интеллектуальные ресурсы моделирования, научного понимания и рационального объяснения механизмов системного ответа биологической популяции на химическое воздействие.

System analysis of working conditions' influence onto personnel health status of hazardous chemical production / V.O. Ageev (Institute of Strategic Research, off. 238, Main building, 29, Polytechnicheskaya str., Saint-Petersburg, 195251, Russian Federation, agvo@nm.ru), A.V. Araslanov (Institute of Strategic Research, off. 238, Main building, 29, Polytechnicheskaya str., Saint-Petersburg, 195251, Russian Federation, sbor_aav@mail.ru), T.L. Kachanova (Institute of Strategic Research, off. 238, Main building, 29, Polytechnicheskaya str., Saint-Petersburg, 195251, Russian Federation, fomin@acea.neva.ru), V.O. Samoilov (Saint-Petersburg State Polytechnical University, The Faculty of Medical Physics and Bio-engineering, Saint-Petersburg, 195251, Russian Federation, cell@infarm.ru), K.A. Turalchuk (Institute of Strategic Research, off. 238, Main building, 29, Polytechnicheskaya str., Saint-Petersburg, 195251, Russian Federation, desafinade@gmail.com), B.N. Filatov (Research Institute of Hygiene, Toxicology and Occupational Pathology, 12, Zemlyachky str., Volgograd, 4000048, Russian Federation, filatov@rihtop.ru), B.F. Fomin (Institute of Strategic Research, off. 238, Main building, 29, Polytechnicheskaya str., Saint-Petersburg, 195251, Russian Federation, fomin@acea.neva.ru), O.B. Fomin (Institute of Strategic Research, off. 238, Main building, 29, Polytechnicheskaya str., Saint-Petersburg, 195251, Russian Federation, fomin@acea.neva.ru), Chao W. Chen (US Environmental Protection Agency, 1200, Pennsylvania Ave, Washington, 20460, USA, chen.chao@epa.gov), S.A. Shirshov (Institute of Strategic Research, off. 238, Main building, 29, Polytechnicheskaya str., Saint-Petersburg, 195251, Russian Federation, s_stepan@mail.ru).

Task solution of biosystem' full-scale investigation by methods of Physics of Systems is given. The solution is represented by main stages and key results. Intellectual resources for modelling, scientific understanding and rational explanation of system response mechanisms of biological population onto chemicals impact are created.

1. Введение

Биологические процессы, возникающие в организме от экспозиции химического фактора до проявлений токсических эффектов в виде отдельных симптомов и признаков или общего системного ответа обладают большой структурной гетерогенностью. Взаимозависимость гетерогенных компонентов - главная проблема научного понимания и объяснения поведения, состояний и свойств биосистем. Желание получить достоверное научное знание о таких системах на базе математического моделирования и компьютерных вычислений вплотную подводит к осознанию сложности открытых природных систем.

Перспективы создания методов моделирования биосистем на континууме от воздействия токсиканта до проявления заболевания, расширяющих возможности поиска закономерности в условиях наблюдаемой изменчивости, неоднородности и неопределенности поведения, связывают с развитием системной биологии. В этом плане заслуживает внимания подход к преодолению сложности биосистем, начало которому положила физика систем.

Своим появлением физика систем обязана решению общей задачи реконструктивного анализа сложных систем по эмпирическим описаниям. Благодаря этому решению возникло фундаментальное научное знание о внутреннем мире открытых систем. Аналитический аппарат физики систем сформировался в результате создания языка открытых систем и квалиметрии системного знания. Стало реальностью научное понимание и рациональное объяснение сложности открытых систем на основе теории. Становление физики систем завершилось после решения проблемы синтеза состояний. Это решение связало системное знание с феноменами состояний, эволюции и жизнедеятельности открытых систем.

2. Эмпирический контекст системы

Технологии физики систем используют только эмпирические данные о наблюдаемых состояниях биосистем в неоднородной среде. Системы и проблемы отображаются в эмпирических описаниях в естественных масштабах и реальной сложности. Физика систем стремится работать с полным, представительным, завершенным эмпирическим контекстом. Никакие ограничения не налагаются, упрощения не вводятся. Количество показателей в эмпирических описаниях может равняться десяткам, сотням, тысячам; количество наблюдаемых состояний – сотням и тысячам. Дефекты контекста возникают из-за отсутствия доступных для наблюдения мер, исчерпывающих сложность системы. При автоматической генерации научного знания дефекты контекста приводят к неполному знанию.

2.1. Исходный эмпирический контекст

В статье представлены результаты применения технологий физики систем к популяции 136 профессионалов, в течение многих лет работавших в условиях возможного контакта с высокотоксичным химическим веществом. Каждый индивидум популяции неоднократно (от 6 до 33 раз) проходил медицинские обследования. В ходе каждого обследования определялись значения фиксированного набора показателей, характеризующих текущее состояние индивидуума и среду, таблица 1.

Таблица 1. Популяция в мерах

Образующие	Сегменты	Количество мер
Состояние	Медицинская карта	28
	Хронические заболевания	24
	Функциональные показатели	13
	Психический статус	19
	Профзаболевания	5
	Итого	89
Среда	Общие сведения	10

	Химия	6
	События типа 1 и 2	6
	Работа в химическом производстве	4
	Условия труда	3
	Итого	29
	Всего показателей	118
	Интервальная шкала	79
	Порядковая шкала	8
	Номинальная шкала	31

За период наблюдений у каждого индивидуума хотя бы один раз регистрировали новообразование (193 факта).

Исходным эмпирическим описанием популяции служит сегментированная таблица наблюдений (2715 строк, 118 столбцов). Каждая строка таблицы описывает одно обследование одного индивидуума, каждый столбец характеризует наблюдаемую изменчивость одного показателя состояния или среды.

Система явным образом выражает свою сложность на уровне факта через выборочные распределения и структуры бинарных отношений показателей, таблица 2.

Таблица 2. Структуры бинарных отношений

Структуры	Атрибуты	Количество структур
Парные связи	Положительные	2244
	Отрицательные	1346
	Неопределенные	12
	Сильные	149
	Монотонные	731
	Сложные немонотонные	423
Двухслойные графы	Число треугольников	От 67 до 46490
	Число треугольников противоречий	От 14 до 16968
	Вхождение вершин в треугольники противоречий	От 4 до 1087
Граф связей	Количество вершин	118
	Количество ребер	3602
	Плотность	0,522
	Степени вершин	От 11 до 99
	Компоненты связности	1

2.2. Целевая задача

В эмпирическом контексте представлены 118 показателей, распределенных по пяти сегментам состояния и пяти сегментам окружающей среды. Постановка целевых задач означает выбор в контексте системы целевых подмножеств показателей. Если решаются несколько задач, то каждая из этих задач имеет свое особое целевое подмножество. О каждом показателе такого подмножества должно быть получено объективное знание, достаточное для научного объяснения закономерностей его изменчивости. Статья иллюстрирует решение задачи системного анализа канцерогенного эффекта в постановке, приведенной в таблице 3.

Таблица 3. Показатели целевой задачи

Сегмент	Имя	Содержание	Назначение
---------	-----	------------	------------

	показателя		в задаче
Медицинская карта	CANC	Новообразования (число обращений за наблюдаемый период)	Целевой показатель
	CANC_DAY	Новообразования (количество дней нетрудоспособности)	
Работа в химическом производстве	X_BEG	Количество лет, прошедших после начала работ в химическом производстве	Фактор прямого воздействия на целевой показатель
	X_END	Количество лет, прошедших после завершения работ в химическом производстве	
Химия	X_ALL	Расчетная доза возможного поступления химического вещества в организм за наблюдаемый период работы в химическом производстве	
	X_EMERG	Расчетная доза возможного поступления химического вещества в организм за время участия в ликвидации аварийных ситуаций	
События типа 1 и 2	CR_YEAR1	Количество лет, прошедших после аварии 1 (если участвовал)	
	CR_YEAR2	Количество лет, прошедших после аварии 2 (если участвовал)	

Подготовка решения задачи связана с:

- построением моделей всех состояний популяции с высокими уровнями значений целевых показателей;
- определением популяционных групп с характерными моделями проявления канцерогенного эффекта;
- научным подтверждением (отклонением) гипотезы о достоверной связи высоких уровней значений целевых показателей с факторами, характеризующими воздействие условий труда на организм в результате профессиональной деятельности работников;
- рациональным объяснением системных механизмов, определяющих состояния на момент регистрации новообразования.

Наряду с показателями из таблицы 3 в решении участвуют вовлеченные показатели. Их множество определяется выражением $\Gamma(\text{CANC}) \cup \Gamma(\text{CANC_DAY})$, элементы которого суть подмножества показателей, связанных с целевым показателем значимой парной связью.

2.3. Качество эмпирического контекста

Качество эмпирического контекста характеризуют системные свойства показателей состояния и окружения, раскрывающие сложность биосистемы через данные наблюдений, таблица 4.

Таблица 4. Системные свойства показателей эмпирического контекста

Тема	Рубрика / срез	Свойство	Комментарий
Качество решения	Полнота проявления	Представительность	Способность показателя проявлять через изменчивость своих значений разнообразие и многообразие состояний популяции, равномерность распространения разнообразия и изменчивости на все частные сферы ее жизнедеятельности.
		Коррелятивность	Способность показателя раскрывать внутрисистемные механизмы популяции через парные связи.

		Осуществленность	Способность показателя характеризовать доступность канала наблюдения и выявлять различия состояний популяции.
	Раскрываемость смыслов	Системная обусловленность	Способность показателя выражать присущую ему смысловую определенность, смысловую активность, многофакторную активность.
Объем решения	Акцентуационный срез	Представительность типичного и особенного	Способность показателя передавать свойственную ему подвижность через форму распределения, особенности распределения, рассеяние значений.
		Выражение внутрисистемных корреляций	Способность показателя передавать через внешние гармонизированные формы сложность множественных внутрисистемных взаимодействий.
	Квалификационный срез	Акцентирование существенного	Способность показателя раскрывать роль системы в проявлении целевой задачи на уровне эмпирического факта, отображать системные смыслы через структуры отношений во внешнем представлении целевой задачи.

На основе количественных оценок системных свойств определяются наилучшие показатели контекста и главное подмножество вовлеченных показателей.

Количественные оценки представительности, коррелятивности, осуществленности характеризуют эмпирическую весомость показателя. На основе эмпирической весомости вычисляется первый информационный ранг, являющийся интегральной мерой полноты проявления системы на уровне показателя. Все показатели эмпирического контекста и соответственно показатели каждого сегмента контекста упорядочиваются по первому информационному рангу, рис. 1.

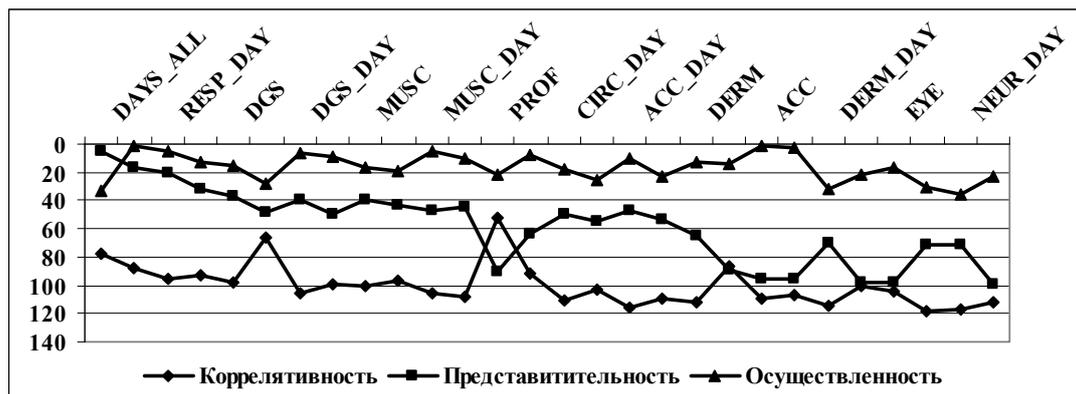


Рис. 1. Эмпирическая весомость показателей сегмента «Медицинская карта», упорядоченных по первому информационному рангу.

Показатели сегментов состояния образуют сильные (С) и слабые группы. В сильных группах показатели имеют высокий потенциал раскрытия системных смыслов. У показателей слабых групп такая способность выражена хуже. Показатели сегментов среды разделяются на группы давления (Д) и безразличия. В

группу давления входят значимые показатели внешних факторов влияния, в группу безразличия попадают незначимые показатели.

Потенциал адекватности отображения эмпирической весомости показателя в его системных свойствах раскрывается на основе оценки системной обусловленности. Позитивность (П) потенциала указывает на неполное выражение системной функции показателя. Нейтральность (НТ) потенциала означает полное осмысление системной функции показателя. Негативность потенциала выявляет неучтенную показателем сложность системы. Две группы показателей в П-классе (высокий (В) и средний (СР) уровни значений первого информационного ранга) и одна группа показателей в НТ-классе (В-уровень первого информационного ранга) образуют подмножество лучших показателей эмпирического контекста.

Эмпирический факт прямо передает свойства системы, если исходные данные о ее наблюдаемых состояниях статистически однородны. В качестве мер однородности выступают системные свойства представительности типичного и особенного и выражения внутрисистемных корреляций. Взятые вместе, эти свойства задают второй информационный ранг показателя и выявляют, подобно случаю с первым информационным рангом, перспективные С- и Д-группы показателей.

Смысловые моменты целевой задачи, проявленные в количественных формах и отношениях признакового пространства системы, раскрываются через системное свойство акцентирования существенного. Количественная оценка этого свойства применяется для разбиения множества вовлеченных показателей на классы с позитивной (П), нейтральной (НТ) и негативной тенденциями изменения второго информационного ранга. Две группы П-класса (высокий (В) и средний (СР) уровни значений второго информационного ранга) и одна группа НТ-класса (В-уровень второго информационного ранга) образуют главное подмножество вовлеченных показателей, таблица 5.

Таблица 5. Структурированное множество показателей эмпирического контекста системы.

Сегменты	Размеры групп показателей									
	Первый информационный ранг		Перспективный класс			Второй информационный ранг		Перспективный целевой класс		
	С	Д	П/В	П/СР	НТ/В	С	Д	П/В	П/СР	НТ/В
Медицинская карта	14 (6)	-	1 (0)	10(1)	18 (9)	28 (9)	-	2 (2)	0 (0)	5 (5)
Хронические заболевания	15 (3)	-				23 (2)	-			
Функциональные показатели	12 (2)	-				8 (1)	-			
Психический статус	10 (5)	-				4 (4)	-			
Профзаболевания	3 (0)	-				2 (0)	-			
Общие сведения	-	4 (0)				-	2 (0)			
Химия	-	5 (2)				-	3 (2)			
События типа 1 и 2	-	4 (1)				-	3 (1)			
Работа в химическом производстве	-	3 (1)				-	3 (1)			
Условия труда	-	2 (0)				-	0 (0)			

В ячейке таблицы 5: число без скобок задает объем выборки из множества всех показателей, число в скобках – объем выборки из главного подмножества вовлеченных показателей.

Главное подмножество показателей, вовлеченных в целевую задачу, получается в результате объединения подмножеств показателей перспективных классов, таблица 6.

Таблица 6. Главное подмножество вовлеченных показателей

Образующие	Сегменты	Показатели
Состояние	Медицинская карта	<i>Целевые показатели</i> CANC CANC_DAY <i>Число обращений за наблюдаемый период:</i> AFF_ALL - суммарное число заболеваний CIRC - болезни системы кровообращения URI - болезни мочеполовой системы EYE - болезни глаза, уха DGS - органы пищеварения <i>Количество дней нетрудоспособности за наблюдаемый период:</i> DAYS_ALL - суммарное число дней нетрудоспособности CIRC_DAY - болезни системы кровообращения
	Психический статус	<i>Субъективные расстройства:</i> SUBJ4 - внимания SUBJ5 - эмоций <i>Объективные расстройства</i> OBJ4 – внимания OBJ5 – эмоций
	Хронические заболевания	CANC_YR - количество лет, прошедших после установления хронического заболевания (новообразования).
Среда	Работа в химическом производстве	X_BEG - количество лет, прошедших после начала работ в химическом производстве.

3. Системное научное знание о популяции

3.1. Элементы системного знания

Системное знание автоматически извлекается из исходного эмпирического контекста. Генерацию знания осуществляет технология системных реконструкций. База знания содержит полные описания всех видов нормативных элементов знания, определенных в физике систем, таблица 7.

Таблица 7. Главные элементы системного знания о популяции

Элементы знания	Характеристики элементов	Оценки
Треугольники противоречий	Количество	18902
	Число неразрешенных треугольники	16620
	Вхождение мер в неразрешенные треугольники	От 0 до 1002
Показатели	Количество	118
	Число особых вершин	78
	Число вершин баз	33

	Число дополнительных вершин	7
	Число неопределенных вершин	0
	Вхождение в ядра	От 0 до 14
	Вхождение в окружения ядер	От 0 до 46
Системные модели	Количество	546
	Число объединяющих структур	78
	Число эталонных моделей	156
	Число эталонных моделей состояния	312
Локальности	Количество	78
	Число вершин в ядре	От 3 до 25
	Число вершин в факторе	От 2 до 40
	Число баз в ядрах	От 1 до 26
	Число локальностей без противоречий в ядре	67
Моменты сходства и различия	Количество	196
	Число дублетов подобия	92
	Число дублетов переключения	65
	Число дублетов поглощения	30
	Число триплетов взаимного влияния	9
	Число триплетов присоединения	0
Кластеры данных	Количество	312
	Представительность	От 0 до 2374
	Число нулевых выборок	191
	Число выборок ≥ 30	532

Треугольники противоречий фиксируют наличие неоднородностей в первичном абстрактном представлении системы (графе связей). Совокупность треугольников противоречий проявляет присущую системе сложность, выраженную в эмпирическом факте. Разрешенные треугольники противоречий характеризуют сложность, раскрытую в системных моделях. Наличие неразрешенных треугольников свидетельствует о частичном преодолении сложности системы на базе имеющегося эмпирического контекста.

Каждый показатель обладает ролевым зарядом, характеризующим его вклад в механизм системной модели. Подавляющее число показателей исследуемой популяции имеет высший ролевой заряд (особые вершины, вершины баз). Особые вершины являются центрами порядков системных моделей, началами локальностей (качественных определенностей) системы. Вершины баз входят в ядра системных моделей и выступают носителями системообразующих механизмов. Показатели системных моделей наделены смысловой активностью, отражающей способность показателя входить в ядра разных системных моделей с определенным ролевым зарядом и участвовать во многих системных механизмах.

Объединяющая структура задает уникальную однокачественную сущность системы с характерным однотипным поведением. Через объединяющие структуры раскрывается смысловая организация системы. Эталонная модель служит внешним образом двойственного стереотипа поведения системы. В ней воплощается одна из двух возможных идеализаций (*Right, Left*) объединяющей структуры с гармонизированными внутрисистемными отношениями. Эталонная модель состояния является внешним образом идеализации состояния системы. Внутрисистемные отношения в эталонной модели состояния гармонизированы по уровням значений (*High, Low*) всех ее показателей.

Локальность является внешним структурно-морфологическим оформлением идеи однокачественной сущности системы, раскрывающим качественно-

смысловую конструкцию устройства ее системного организма. Особая вершина выявляет главную осевую симметрию локальности, входит в ядро локальности, разделяет вершины баз ядра по их принадлежности к разным факторам. Ядро локальности представляет инвариант двойственного стереотипа поведения системы. Благодаря ядру разрешается характерная неоднородность системы. Факторы локальности выражают идею внутреннего системного механизма через внешние образы структурных инвариантов. Первоосновой такого механизма выступает двухфакторное взаимодействие, формирующее единую доминанту поведения системы в локальности. Факторы наделены свойствами единства и целостности.

Моменты сходства и различия передают разнообразие и дифференциальность внешних форм поведения и состояний системы. Эти моменты раскрываются в моделях базовых внутрисистемных взаимодействий (дублетов подобия, дублетов переключения, дублетов поглощения, триплетов взаимного влияния, триплетов присоединения). Симметрии дублетов и триплетов наделяют систему в локальностях потенциалом изменчивости. Он проявляется через неоднородность факторов, многофакторные взаимодействия, искажения эталонных форм поведения и состояния, возникновение в смысловом пространстве системы притягательных множеств, областей перестроек и непрявления.

Кластеры данных служат эмпирической основой сложной смысловой картины системы, представляют собой выборки объектов (актуальных состояний системы) из таблицы наблюдений, верифицирующие эталонные модели состояний, таблица 8.

Таблица 8. Оценка в целом главных нормативных элементов системного знания о популяции

Элементы знания	Характеристики элементов	Общая оценка
Треугольники противоречий	Доля неразрешенных треугольников противоречий	Преобладающая
	Вхождение большинства показателей в неразрешенные треугольники	Значительное
Показатели	Системная роль большинства показателей	Высшая
	Смысловая активность показателей	Средняя
	Многовидность изменчивости большинства показателей	Значительная
Системные модели	Количество системных моделей	Существенное
	Реальная сложность системы	Высокая
Локальности	Доля локальностей с завершенной формой	Большая
	Внутренняя сложность локальностей	Невелика
	Число локальностей с развитым ядром	Небольшое
	Системные смыслы	Раскрыты частично
	Скрытая неоднородность локальности	Несущественна
	Связь неразрешенных противоречий с ведущими механизмами локальности	Незначима
Моменты сходства и различия	Подобие системных механизмов	Незначительное
	Доля локальностей с моментами сходства и различия	Небольшая
Кластеры данных	Представительность большинства кластеров данных	Хорошая
	Число нулевых кластеров данных	Большое

Системные модели и кластеры данных как главные элементы системного знания проходят экспертизу на качество и достаточность. Экспертиза выполняется автоматически на базе технологии системной экспертизы.

3.2. Качество системных моделей

Научное знание о состояниях популяции несут в себе ее системные модели (объединяющие структуры), обладающие характерным набором системных свойств, таблица 9.

Таблица 9. Свойства системных моделей (тема «Качество решения»)

Рубрика	Свойство	Комментарий
Раскрываемость смыслов	Выраженность смысла	Способность ядра системной модели, характеризующая его как центр концентрации уникального качества системы, как качественную определенность, как целое в условиях части, взятое в соприкосновении со всеми другими частями единого системного организма.
	Координированная раздельность	Способность каждой качественной определенности системы быть уникальной, идентифицируемой, обусловленной действием характерного набора системообразующих механизмов, формирующих индивидуальность определенного типа состояний.
Завершенность выражения	Завершенность устройства	Способность каждой качественной определенности системы раскрывать полноту, четкость, адекватность выражения сущности всей системы, оценивать значение ее нераскрытой сложности, не вместившейся в понятый смысл конкретной качественной определенности.
	Опознание состояния	Способность каждой модели эталонного состояния системы быть инструментом понимания устройства признакового пространства системы с позиций смыслового носительства ее наблюдаемых состояний.

Модели ранжируются по выраженности смысла и завершенности устройства. На этой основе выявляются группы значимости моделей: «сильная» (С), «слабая», «давление» (Д), «безразличие». Модели С- и Д-групп имеют наиболее законченное системное устройство.

Количественные оценки выраженности смысла и завершенности устройства характеризуют потенциал выхода системных смыслов вовне. Установленные на их основе модели П/В-, П/СР-, НТ/В-классов обладают высоким (В) или средним (СР) уровнем выраженности смыслов при позитивном (П) или нейтральном (НТ) потенциале его изменения.

На базе оценок свойств выраженности смысла, завершенности устройства и системной обусловленности (центров порядка локальностей) выводится общий групповой ранг системной модели.

Устройство смыслового пространства отражают свойства координированной раздельности и опознания состояния. По этим свойствам ранжируются все системные модели и выявляются перспективные С- и Д-группы моделей. Количественные оценки координированной раздельности и опознания состояний выявляют перспективные классы моделей. Модели П/В-, П/СР-классов обладают соответственно высоким и средним уровнями координированной раздельности и имеют позитивный потенциал переноса системных смыслов на эмпирический

факт. Для моделей НТ/В-класса характерен высокий уровень координированной раздельности при средней направленности воплощения смыслов в реальных носителях.

Чистая идея качественной определенности и ее системная модель представляют собой сущности разного порядка. Степень их близости выявляется через свойство опознания состояния. Количественная мера данного свойства оценивает сложность перехода от чистого смысла через системную модель к носителю смысла в эмпирическом факте.

Качественные определенности исследуемой биосистемы выражены в системных моделях во всех смысловых аспектах. Каждому аспекту отвечает характерный набор объектов реальности. Объединение наборов служит отображением главного смысла и всех его дифференциаций на эмпирический факт. Возникающий спектр фактов указывает на возможность кластеризации исходного эмпирического описания системы в соответствии с устройством ее смыслового пространства.

3.3. Качество целевых моделей

В каждой целевой модели участвует хотя бы один целевой показатель. Множество целевых моделей полагает в смысловом пространстве системы область, в пределах которой системные смыслы ориентированы на целевую задачу и детерминированы в отношении существенного и несущественного в этой задаче. Качество, применимость и достаточность целевых моделей раскрываются через системные свойства контрастности выражения, обособления существенного, фокусов существенного, таблица 10.

Таблица 10. Свойства целевых системных моделей (тема «Объем решения»)

Срез	Свойство	Комментарий
Акцентуационный	Контрастность выражения	Способность каждой системной модели оценивать возможность представления системы в виде простой, однородной, симметризованной, внутренне согласованной, самодостаточной сущности (этало-на).
Квалификативный	Обособление существенного	Способность каждой целевой системной модели выявлять целевую область в смысловом пространстве системы, подводить к пониманию системных ролей целевых показателей и их вклада в устройство смысловых частей локальностей.
	Фокусы существенного	Способность каждой целевой системной модели давать представление о ведущих, существенных и частных системных механизмах, вовлеченных в целевую задачу, отражать главные, существенные и дополнительные смысловые моменты целевой задачи.

Интегральной оценкой этих специфических свойств служит целевой групповой ранг. Каждая целевая модель оценивается по совокупности общих и специфических свойств (итоговый ранг). Наибольший вклад в решение задачи вносят модели первого, второго и третьего уровней итогового ранга, таблица 11.

Таблица 11. Качество целевых системных моделей

Свойства модели	Целевая системная модель
-----------------	--------------------------

		<i>canc</i>	<i>canc_day</i>	<i>canc_yr</i>	<i>canc_chr</i>	<i>height</i>	<i>x_all</i>	<i>x_beg</i>
Общие	Системная обусловленность	3	3	1	3	3	4	1
	Выраженность смыслов	2	4	1	3	1	5	5
	Завершенность устройства	2	1	4	4	5	1	1
	Общий групповой ранг	1	3	2	3	2	3	3
Специфические	Обособление существенного	1	1	3	3	5	3	3
	Фокусы существенного	1	1	2	3	5	4	5
	Контрастность выражения	3	1	5	3	3	4	4
	Целевой групповой ранг	1	1	2	2	3	3	3
Итоговый ранг модели		1	2	3	3	4	5	5

В таблице 11 и далее модели названы именами особых вершин. Чтобы отличить модель от соответствующего показателя, имя модели набрано курсивом строчными буквами.

Системная экспертиза завершается генерацией портретов, раскрывающих детальное научное знание о завершенности, состоятельности, качестве и применимости каждой целевой модели, таблица 12.

Таблица 12. Портрет целевой модели

Группы свойств	Свойства модели	Группы оценок	Оценки
Устройство локальности	Образ	Оформленность	Табличное представление. Состав
	Ядро		Связность
	Различимость показателей		Ролевые заряды, ранги сегментов
	Квалиметрия устройства		11 оценок завершенности. Качество
Однородность локальности	Состав	Однородность	Представительность ядра. Дефекты
	Неразличимость вершин		Смысловое подобие, подчиненность
	Однородность		Вклады частей
	Однородность ядра		Единство системного механизма
	Однородность факторов		Консолидация и образование целого
	Различимость показателей		Ранги показателей. Вес сегмента
	Квалиметрия однородности		16 оценок однородности. Качество
Неоднородность локальности	Качественные формы неоднородностей	Раскрытая сложность	Многозначность ролевых зарядов Расслоение факторов
	Количественные формы неоднородностей		Вклады показателей
	Смысловая нагрузка по-		Ранги неоднородности

	казателей		
	Смысловая значимость показателей		Классификация
Механизмы поведения и состояния	Двухфакторное взаимодействие	Эталонные модели	Выраженность стереотипов
	Стереотипы		Описания эталонных моделей
	Состояния		Описания эталонных состояний
Верификация эталонных состояний	Варианты приведенного треугольника	Спектры фактов	Альтернативы баз
	Кластеры данных		Области изменчивости
	Свойства показателей		Существенность, надежность, пригодность
	Эталонные и притягательные множества		Предикатные формулы эталонов Однородность

Технологии физики систем используют при генерации решения все целевые модели, таблица 13.

Таблица 13. Свойства системных целевых моделей

Свойства		Системные целевые модели						
		<i>canc_chr</i>	<i>x_all</i>	<i>x_beg</i>	<i>canc_yr</i>	<i>canc_day</i>	<i>canc</i>	<i>height</i>
Итоговый ранг		3	5	5	3	2	1	4
Близость к эталону	Оформленность	0.60/CP	0.86/B	0.86/B	0.51/CP	0.92/B	0.67/CP	0.59/CP
	Однородность	0.77/CP	0.81/B	0.81/B	0.77/CP	0.93/B	0.81/B	0.71/CP
Число целевых показателей	Особая вершина	-	-	-	-	1	1	-
	Вершина базы	1	1	1	1	-	-	-
	Дополнительная	1	-	-	1	1	1	
Число вовлеченных показателей в ядре		2	1	2	3	6	6	2
Покрытие ядра, (%)		34	34	67	43	75	67	34
Перспективная группа	Выраженность смысла, завершенность устройства	C	-	-	C	C	C	C
	Координированная раздельность, опознание состояний	C	D	-	C	C	C	C
Перспективный класс	Выраженность смысла	-	-	-	-	П/CP	НТ/CP	-
	Координированная раздельность	НТ/B	-	-	НТ/B	П/B	П/B	-

В таблице 13 цифра означает оценку качества модели; буква – оценку уровня близости (B – высокий, CP – средний, НЗ – низкий).

Семь целевых моделей отображаются в 28 моделей эталонных состояний. В каждом эталонном состоянии показатели имеют зафиксированный уровень значений. В целевых моделях эталонных состояний известны все несущественные, невыраженные, малонадежные и несоответственные (исключенные из анализа) показатели, таблица 14.

Таблица 14. Показатели целевых моделей

Показатели	Системные целевые модели						
	<i>canc_chr</i>	<i>x_all</i>	<i>x_beg</i>	<i>canc_yr</i>	<i>canc_day</i>	<i>canc</i>	<i>height</i>
Ядра модели	(3,2)	(1,1)	(1,1)	(4,2)	(5,2)	(5,3)	(2,3)
Факторов модели	(6,9)	(4,5)	(4,5)	(28,11)	(7,5)	(9,8)	(22,23)
Несущественные (НС)	0-0-0-0	0-0-0-0	0-0-0-0	0-0-5-5	0-0-0-0	0-0-0-0	4-6-4-0
Невыраженные (НВ)	0-1-1-1	0-0-0-0	0-0-0-1	0-0-0-6	1-0-0-0	0-1-0-0	2-5-5-2
Исключенные (И)	0-1-1-0	0-0-0-0	0-0-0-0	0-0-0-0	0-0-0-0	0-0-0-0	2-0-0-2
Мало надежные (М)	1-1-7-1	5-2-1-4	5-2-1-4	0-0-14-4	1-2-1-3	1-4-2-4	12-18-17-7

В таблице 14 два числа в скобках означают количество показателей в 1 и 2 факторах модели соответственно. Четыре числа означают: первое число – количество показателей в модели Н/Р (High/Right), второе число – количество показателей в модели Н/Л (High/Left); третье число – количество показателей в модели Л/Р (Low/Right); четвертое число – количество показателей в модели Л/Л (Low/Left).

Каждое эталонное состояние имеет конкретную область определения в признаковом пространстве, пределы которой ограничены предикатной формулой эталона. Объекты эмпирического контекста системы, удовлетворяющие этой формуле, являются прямыми носителями смысла эталонного состояния. Все состояния, смысл которых близок к эталону, образуют в признаковом пространстве системы область притягательного множества. Выявление в эмпирическом контексте объектов-представителей притягательного множества осуществляется согласно предикатной формуле притягательного множества, включающей элементы ядра модели соответствующего эталона, таблица 15.

Таблица 15. Эталонные состояния целевых моделей

Целевая системная модель	Показатель	Эталонные состояния				
		Н/Р	Н/Л	Л/Р	Л/Л	
<i>x_all</i>	X_ALL	Особая	Н	Н	Л	Л
	DRINKP	Главная	Н	Л	Л	Н
	CANC_DAY	Главная	Л	Н	Н	Л
	X_BEG	Дополнительная	-	Н	Н	-
	CANC_YR	Дополнительная	Л	-	Н	Л
	CANC_CHR	Дополнительная	Л	-	Н	Л
	Верификация		343	1	3	752
<i>height</i>	HEIGHT	Особая	Н	Н	Л	Л
	DAYS_ALL	Главная	Л	Н	Н	Л
	AFF_ALL	Главная	Л	Н	Н	Л
	MUSC_DAY	Главная	Л	Н	-	Л
	CANC	Дополнительная	Л	-	-	Л
	CRPLACE1	Дополнительная	-	Л	-	-
	X_END	Дополнительная	-	Л	Л	-
	CANC_YR	Дополнительная	-	Л	Л	-
	CANC_CHR	Дополнительная	-	Л	Л	-
	CRPLACE2	Дополнительная	Л	-	-	-
	AVG_DENS	Дополнительная	-	Н	-	Л
	MAX_DENS	Дополнительная	-	Л	Л	Н
	Верификация		253	18	12	243
<i>canc</i>	CANC	Особая	Н	Н	Л	Л

	ALCOL	Главная	L	H	H	L
	SUBJ4	Главная	H	L	L	H
	SUBJ5	Главная	H	L	L	H
	OBJ4	Главная	H	L	L	H
	OBJ5	Главная	H	L	L	H
	MENT2	Главная	-	L	L	H
	CR_YEAR2	Главная	H	-	L	-
	DAYS_ALL	Главная	H	-	L	-
	CANC_DAY	Дополнительная	L	-	-	L
	CANC_YR	Дополнительная	H	L	L	-
	CANC_CHR	Дополнительная	-	-	-	-
	X_ALL	Дополнительная	H	L	L	-
	X_EMERG	Дополнительная	H	L	L	H
	Верификация		1	18	611	20
<i>canc_chr</i>	CANC_CHR	Особая	H	H	L	L
	CANC	Главная	L	H	H	L
	AFF_ALL	Главная	L	H	H	L
	NEUR	Главная	L	H	H	L
	NEUR_YR	Главная	L	H	-	L
	NEUR_CHR	Главная	L	H	-	L
	CANC_YR	Дополнительная	L	H	-	L
	CANC_DAY	Дополнительная	L	H	-	L
	Верификация		228	3	1	648
<i>x_beg</i>	X_BEG	Особая	H	H	L	L
	DRINKP	Главная	H	L	L	H
	CANC_DAY	Главная	L	H	H	L
	X_ALL	Дополнительная	-	H	-	L
	CANC_YR	Дополнительная	L	-	H	L
	CANC_CHR	Дополнительная	L	-	H	L
	Верификация		334	1	3	752
<i>canc_yr</i>	CANC_YR	Особая	-	-	L	L
	CR_YEAR1	Главная	-	-	H	L
	CR_YEAR2	Главная	-	-	H	L
	CANC	Главная	-	-	H	L
	AFF_ALL	Главная	-	-	H	-
	RESP_YR	Главная	-	-	-	L
	DIASTOL	Главная	-	-	H	L
	CANC_DAY	Дополнительная	-	-	H	L
	CANC_CHR	Дополнительная	-	-	-	L
	X_ALL	Дополнительная	-	-	-	L
	X_BEG	Дополнительная	-	-	H	L
	X_END	Дополнительная	-	-	H	L
	Верификация		0	0	1	36
<i>canc_day</i>	CANC_DAY	Особая	H	H	L	L
	ALCOL	Главная	L	H	H	L
	OBJ4	Главная	H	L	L	H
	SUBJ4	Главная	H	L	L	H
	SUBJ5	Главная	H	L	L	H
	OBJ5	Главная	H	L	L	H
	CHR_ALL	Главная	H	L	L	H
	X_BEG	Главная	H	L	L	H
	CANC	Дополнительная	-	H	-	L

	CANC CHR	Дополнительная	Н	-	L	-
	CANC YR	Дополнительная	Н	L	L	-
	X ALL	Дополнительная	-	L	L	Н
	Верификация		2	3	528	101

В таблице 15 в моделях учтены все вершины ядер (главные) и дополнительные вершины с именами целевых показателей и показателей трудовой деятельности. Верификация указывает на число объектов, для которых модель эталонного состояния получила надежное подтверждение. Цветом выделены имена и уровни значений целевых показателей и показателей трудовой деятельности; результаты верификации моделей с высоким уровнем значений целевых показателей.

4. База решения

4.1. Глобальные системные реконструкции состояний и эволюции состояний

Каждому состоянию эмпирического описания (2715 состояний) отвечает глобальная реконструкция - полная системная модель наблюдаемого в действительности состояния индивидуума. Глобальные реконструкции состояний, упорядоченные по моментам обследований отдельно взятого индивидуума, задают эволюцию состояний этого индивидуума за период наблюдений, таблица 16.

Таблица 16. Глобальная системная реконструкция эволюции состояний индивидуума №1096

Системная модель	Эталонное состояние							Активность модели	Комментарий
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989		
<i>derm_day</i>	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	Высокая	Отсутствуют модели эталонных состояний с высокими уровнями значений целевых показателей
<i>dgs_chr</i>	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L		
<i>dgs_yr</i>	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L		
<i>exp_aft</i>	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R		
<i>eye_yr</i>	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R		
<i>ment2</i>	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R		
<i>musc_chr</i>	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R		
<i>musc_yr</i>	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L		
<i>neur_day</i>	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L		
<i>neuro3</i>	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L		
<i>oth</i>	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L	L/L		
<i>subj3</i>	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R		
<i>worker</i>	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R	L/R		
<i>canc_day</i>	L/R	H/L	L/R	L/R		L/R	L/R		
<i>musc</i>	L/R		L/R	L/R	L/R	L/R	L/R		
<i>musc_day</i>	L/L		L/L	L/L	L/L	L/L	L/L		
<i>resp_day</i>	L/R		L/R	L/R	L/R	L/R	L/R		
<i>smoke</i>	H/L		H/L	H/L	H/L	H/L	H/L		
<i>aff_all</i>	L/R	H/L	L/R	L/R		L/R			
<i>canc</i>	L/R		L/R	L/R		L/R	H/L		
<i>edu</i>	L/R		L/R	L/R		L/R	L/R		
<i>resp</i>	L/L		L/L		L/L	L/L	L/L		
<i>canc_chr</i>	L/L		H/R	H/R		H/R		Низкая	

<i>crash1</i>	L/R		L/R	L/R		L/R			
<i>days_all</i>	L/L		L/L			L/L	L/L		
<i>drinkp</i>	L/R		L/R	L/R		L/R			
<i>derm</i>	L/L					L/L			
<i>x_all</i>		L/R							
<i>x_beg</i>		L/R							

Реконструкция любого отдельно взятого состояния описывает совместное действие всех моделей эталонных состояний, вклад которых в формирование этого состояния получил надежное научное подтверждение. Базу решения целевой задачи образуют глобальные реконструкции всех состояний, в которых имел место факт регистрации новообразования. В рассматриваемой задаче такими моделями являются: *x_all(H/L)*, *x_all(L/R)*, *x_beg(H/L)*, *x_beg(L/R)*, *canc_yr(L/R)*, *canc(H/R)*, *canc(H/L)*, *canc_day(H/R)*, *canc_day(H/L)*, *canc_chr(H/L)*, *canc_chr(L/R)*, таблица 16.

Системные реконструкции целевых состояний популяции разбиваются на классы. Реконструкции одного и того же класса целевых состояний идентичны. Реконструкции разных классов различны. Каждый класс представляет популяционную группу, таблица 17.

Таблица 17. Реконструкции состояний популяционных групп

Реконструкция популяционной группы	Состояния группы	Численность группы
<i>canc(H/L)</i>	146-2000/2002, 517-1976, 640-2004, 766-1995, 771-1999/2002, 773-1989, 858-1982, 877-1999, 945-1978, 966-1994, 1004-1992, 1007-2002, 1009-1973, 1037-1992, 1089-1982, 1096-1989.	16
<i>canc(H/R)</i> <i>canc_day(H/R)</i> <i>canc_yr(L/R)</i>	887-2002.	1
<i>canc_day(H/R)</i>	910-1982.	1
<i>canc_day(H/L)</i> <i>x_beg(L/R)</i> <i>x_all(L/R)</i>	71-1981, 598-1987, 1096-1984.	3
<i>canc_chr(H/L)</i>	401-1988, 722-1990, 982-1983.	3
<i>x_beg(H/L)</i> <i>x_all(H/L)</i>	308-2000.	1
<i>canc_chr(L/R)</i>	456-1984.	1

В таблице 17 индивидуум №1096 входит в первую и четвертую популяционные группы (состояния 1096-1984 и 1096-1989).

4.2. Пример реконструкции состояния популяционной группы

Группа 1 (см. таблицу 17) образована по признаку полной идентичности реконструкций целевых состояний 16 индивидуумов. Реконструкцией целевого состояния группы является модель *canc(H/L)*, таблица 18.

Таблица 18. Реконструкция целевого состояния популяционной группы 1

Элементы	Дефекты	Формальное описание
Особая вершина	-	CANC(H)
Синглет	-	{CANC(H), SUBJ4(L), ALCOL(H)}
Фактор 1	-	OBJ4(L)~OBJ5(L)>SUBJ4(L)~SUBJ5(L)>MENT2(L)>

		CANC DAY(H)~X ALL(L)>DGS(H)>X EMERG(L)
Фактор 2	-	ALCOL(H)>CR_YEAR2(L)>DAYS_ALL(L)~CHR_ALL(L) >CANC CHR(L)~CANC_YR(L)>HEIGHT(H)>HEMOGL(H)
Притягательное множество	-	CANC>=1&SUBJ4=1&ALCOL=2&SUBJ5=1&OBJ4=1 &OBJ5=1&MENT2=1&DAYS_ALL<=0&CR_YEAR2
Показатели	M	DAYS_ALL(L);CANC_CHR(L); DGS(H); CANC_DAY(H)
	HB	CR_YEAR2(L)

Полужирным шрифтом выделены вершины ядра модели *canc(H/L)*. Знаки в отношениях предпочтительности $A>B$, $A\sim B$ означают соответственно «А лучше В», «А эквивалент В».

Научно доказанными определяющими признаками популяционной группы являются:

- отсутствие у всех ее членов субъективных и объективных симптомов расстройств внимания – SUBJ4(L), OBJ4(L), эмоций – SUBJ5(L), OBJ5(L) и эмоционально-лабильных расстройств – MENT2(H);
- высокий уровень потребления алкоголя каждым членом группы – ALCOL(H). К числу научно обоснованных дополнительных признаков группы относятся:
- низкие значения показателей общего числа хронических заболеваний за наблюдаемый период - CHR_ALL(L);
- низкие уровни значений показателей CANC_CHR(L) и CANC_YR(L);
- высокий рост - HEIGHT(H);
- высокий уровень гемоглобина - HEMOGL(H).

Для первой популяционной группы не подтверждается гипотеза о достоверной связи высоких уровней значений целевых показателей с факторами, характеризующими воздействие условий труда на организм в результате профессиональной деятельности: X_EMERG(L), X_ALL(L).

Объективное знание о механизмах, ответственных за формирование такого состояния, автоматически извлекается из системной модели *canc(H/L)* с учетом всех моделей в составах глобальных реконструкций актуальных состояний индивидуумов группы. Результаты этой работы, обеспечивающей научное понимание и рациональное объяснение системных механизмов, определяющих целевое состояние группы, в статье не приводятся.

4.3. Пример реконструкции состояния одного индивидуума

Реконструкцию целевого состояния индивидуума 887-2002 образуют три системные модели *canc(H/R)*, *canc_day(H/R)*, *canc_yr(L/R)*, таблица 19.

Таблица 19. Реконструкция целевого состояния 887-2002

Элементы	Формальное описание		
	<i>canc(H/R)</i>	<i>canc_day(H/R)</i>	<i>canc_yr(L/R)</i>
Особая вершина	CANC(H)	CANC_DAY(H)	CANC_YR(L)
Синглет	{CANC(H), SUBJ4(H), ALCOL(L)}	{CANC_DAY, OBJ4, ALCOL}	{CANC_YR=0 & CR_YEAR1>=20 & CR_YEAR2>=17}
Фактор 1	SUBJ4(H) ~ SUBJ5(H) >OBJ4(H) ~ OBJ5(H) >MENT2(H)>DGS(L) >X_ALL(H)>	X_BEG(H)>SUBJ4(H)~ SUBJ5(H)>OBJ4(H)~ OBJ5(H)>X_ALL(H)> CANC(L)	CR_YEAR1(H)>DIASTOL(H)> RESP_YR(H)>CANC(H)> ECG_AGE(H)>ACC_DAY(L)> ACC(L)>OTH(L)>X_BEG(H)>

	X_EMERG(H)> CANC_DAY(L)		X_ALL(H)>OBJ6(H)> EXP_BEF(H)>OBJ5(H)~ OBJ4(H)>SUBJ4(H)> MUSC_YR(H)>SYSTOL(H)> SUBJ5(H)>MUSC_CHR(H)> RESP_CHR(H)>X_END(H)> CI_AGE(H)>ECG_YEAR(H)> WEIGHT(H)>CHR_ALL(H)> EXP_AFT(H)>CANC_DAY(H)> CANC_CHR(H)
Фактор 2	CR_YEAR2(H)> ALCOL(L)> DAYS_ALL(H)> HEMOGL(L)~ CANC_YR(H) > CANC_CHR(H)> HEIGHT(L)> CHR_ALL(H)	CHR_ALL(H)~ ALCOL(L) >CANC_CHR(H)~ CANC_YR(H) > DAYS_ALL(H)	AFF_ALL(H)~CR_YEAR2(H)> ECG_X(L)>CI_CR(L)> HEIGHT(H)>PROF(L)> PROF_DAY(L)>CI_X(L)> OBJ3(L)~ DAYS_ALL(L) >DGS(L)
Притягательное множество	CANC>=2 & SUBJ4=2 & AL- COL=1 & CR_YEAR2>=25 & DAYS_ALL>=74 & SUBJ5=2 & OBJ4=2 & OBJ5=2 & MENT2=2	CANC_DAY>=57 & OBJ4=2 & ALCOL=1 & CHR_ALL>=1 & X_BEG>=11 & SUBJ4=2 & SUBJ5=2 & OBJ5=2	CANC_YR<=0 & CR_YEAR1>=29 & CR_YEAR2>=25 & AFF_ALL>=3 & CANC>=2 & RESP_YR>=16 & DIASTOL
М	MENT2(H)	CANC(L)	RESP_YR(H), CANC(H), HEIGHT(H), DGS(L), PROF(L), PROF_DAY(L), EXP_BEF(H), EXP_AFT(H), OBJ6(H), CANC_DAY(H), CANC_CHR(H), RESP_CHR(H), MUSC_CHR(H), MUSC_YR(H)
НВ	Нет	X_ALL(H)	Нет
НС	Нет	Нет	OBJ3(L), SUBJ4(H), SUBJ5(H), OBJ4(H), OBJ5(H)

В таблице 19 полужирным шрифтом выделены вершины ядра, двойным зачеркиванием отмечены противоречия, получившие рациональное объяснение.

Научно доказанными определяющими признаками целевого состояния индивидуума являются:

- CANC(H) и CANC_DAY(H);
- X_BEG(H) и CR_YEAR2(H);
- показатели из главной подгруппы вовлеченных величин AFF_ALL(H), DAYS_ALL(H), SUBJ4(L), OBJ4(L), SUBJ5(L), OBJ5(L);
- показатели числа хронических заболеваний CHR_ALL(H) и диастолического артериального давления DIASTOL(H); показатель потребления алкоголя ALCOL(L).

Научно обоснованными дополнительными характеристиками целевого состояния индивидуума выступают:

- X_BEG(H) и X_ALL(H), X_ALL(H) и X_EMERG(H);
- возраст работника на момент установления хронической интоксикации CI_AGE(H) и на момент установления изменений на ЭКГ ECG_AGE(H);
- количество лет с момента установления изменений на ЭКГ ECG_YEAR(H);
- уровень гемоглобина HEMOGL(L);
- систолическое давление - SYSTOL(H);

- рост HEIGHT(L) и вес WEIGHT(H);
- общее число обращений за наблюдаемый период - ACC(L) и число обращений по поводу органов пищеварения DGS(L);
- количество дней нетрудоспособности из-за травм, несчастных случаев, отравлений и прочих болезней - ACC_DAY(L) и число общее обращений за период наблюдений - OTH(L).

Гипотеза о связи высоких уровней значений целевых показателей с факторами, характеризующими воздействие условий труда в химическом производстве на организм работника в результате его профессиональной деятельности, подтверждается с высокой степенью научной достоверности: X_ALL(H) и X_EMERG(H), X_BEG(H), X_ALL(H), CR_YEAR2(H).

Объективное знание о механизмах, ответственных за формирование состояния 887-2002, автоматически извлекается из совокупности системных моделей *canc(H/R)*, *canc_day(H/R)*, *canc_yr(L/R)* с учетом всех других моделей в полученной глобальной реконструкции целевого состояния. Результаты этой работы, обеспечивающей научное понимание и рациональное объяснение системных механизмов, определяющих целевое состояние индивидуума №887, в статье не приводятся.

5. Заключение

Статья открывает публикацию научных итогов проекта «Унифицированный метод моделирования пространства состояний биосистем» (ISTC №3476), выполняемого по партнерскому договору с US Environmental Protection Agency. В статье представлены результаты применения физики систем для генерации научных реконструкций состояний людей, профессиональная деятельность которых связана с опасностью канцерогенного эффекта химического воздействия.

Центральным вопросом статьи является демонстрация возможностей нового метода подготовки решений по эмпирическим данным медицинских мониторингов состояний биосистем. Метод разработан на основе физики открытых систем, рассчитан на применение в системной биологии, в полном объеме реализован в информационных технологиях аналитического ядра физики систем, применяется в автоматическом режиме.

Основные этапы универсального сценария подготовки решений на базе технологий физики систем представлены в статье в контексте конкретной задачи о эффекте воздействия условий труда на работающих в химическом производстве. Подготовка решения охватывает пять этапов:

- анализ качества эмпирического описания состояний популяции как открытой биологической системы, создание информационного ресурса решения целевой задачи;
- генерация научного знания о популяции – интеллектуального ресурса понимания канцерогенного эффекта от воздействия условий труда, воплощенного в системных моделях эталонных состояний популяции;
- определение технологического потенциала успешного решения целевых задач в результате системной экспертизы интеллектуального потенциала на адекватность, достоверность, применимость, полноту, завершенность;
- создание инновационного потенциала решения целевых задач путем автоматической генерации глобальных системных реконструкций состояний

и эволюции состояний индивидуумов популяции и характерных популяционных групп;

- реализация инновационного потенциала в четырех перспективах подготовки решения: (1) построение и анализ качества системных реконструкций актуальных состояний популяции с высокими уровнями значений целевых показателей; (2) определение популяционных групп с характерными моделями проявления канцерогенного эффекта; (3) научное подтверждение (отклонение) гипотезы о достоверной связи высоких уровней значений целевых показателей с факторами, характеризующими воздействие условий труда на организм в результате профессиональной деятельности работников; (4) создание базы научного системного понимания и рационального объяснения системных механизмов, определяющих состояния индивидуумов и популяционных групп на момент регистрации новообразования.

Методы физики систем нацелены на генерацию объективного знания о механизмах канцерогенеза и рисках негативного ответа биосистем на воздействие химикатов. Их применение в системной биологии позволит использовать и осваивать в интересах науки огромный объем накопленной эмпирической информации о химическом канцерогенезе.

Литература

1. Качанова Т.Л., Фомин Б.Ф. Основания системологии феноменального. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1999. 180 с.
2. Качанова Т.Л., Фомин Б.Ф. Метатехнология системных реконструкций. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2002. 336 с.
3. Качанова Т.Л., Фомин Б.Ф. Технология системных реконструкций. СПб.: Политехника, 2003. - 146 с. (Проблемы инновационного развития. Вып. 2).
4. Качанова Т.Л., Фомин Б.Ф. Введение в язык систем. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2008. 344 с.
5. Unified Method of State Space Modeling of Biological Systems/ISTC Project 3476/Annual Project Technical Report on the work performed from July 1, 2006 to June 30, 2007. 337 p.