

УДК 001.5 + 005

В. О. Агеев, Т. Л. Качанова, Б. Ф. Фомин  
 Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

К. А. Туральчук  
 Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

## Естественная классификация острых отравлений фосфорорганическими веществами

*Сложность классификации острых отравлений фосфорорганическими веществами обусловлена вариабельностью клинической картины, сходством симптомов поражений и механизмов развития. Естественная классификация основана на объективной онтологии острых отравлений. Задача построения научно достоверной классификации решена на основе методов, разработанных в рамках физики открытых систем.*

### Онтологическое знание, физика открытых систем, естественная классификация, интенционал, экстенционал, острые отравления, фосфорорганические отравляющие вещества

Естественные классификации рассматриваются как сущностные, объяснительные, когнитивно-содержательные, основанные на комплексах признаков, полно и достаточно детально отражающих взаимоотношения между признаками. Они отвечают требованиям объективности при передаче смыслового содержания классов, обеспечивают качество общих утверждений о каждом классе, наделены способностью предсказывать свойства объектов из конкретного класса. Построение естественных классификаций связано с разработкой их онтологических предпосылок [1], [2].

Методологические основания построения системной онтологии классов разработаны в рамках физики открытых систем [3]–[6]. На этой основе создан научный метод, нацеленный на решение задач естественной классификации [7]. Метод базируется на трех принципах: естественности;

системности; двойственности классификации. Согласно принципу естественности классы объединяют объекты, сходные по своей природе. Принцип системности утверждает, что классификационное поле (КП), охватывающее рассматриваемые классы, обладает единством целого, имеющего общее онтологическое основание. Принцип двойственности классификации полагает двухкомпонентную структуру КП – интенциональную и экстенциональную. Ключевые положения и основные этапы метода решения задач естественной классификации иллюстрирует рис. 1.

Задачи естественной классификации решаются поэтапно. На первом этапе производится системное знание, относительно которого утверждается, что знание об онтологии КП содержится в онтологическом знании о системе. На втором этапе системное знание эксплицируется в знание



Рис. 1

о классах и КП. Знания о системе и о КП развертываются на двух уровнях – смысловом (интенционал) и объектно-эмпирическом (экстенционал).

Контекст определяется как проблема классификации полиморфных гетерогенных многообразных объектов в сложных предметных областях. Контекст задает условия и ограничения на выбор объектов классификации и получение их эмпирических описаний. Отобранные объекты образуют КП в референтах. Представление КП в референтах классов имеет вид таблицы «Объект – свойство», где каждый объект является референтом какого-то класса, а свойства объекта характеризует набор признаков, одинаковый для всех объектов.

КП в референтах рассматривается в качестве исходной объективной информации для решения задачи классификации. Из этого представления создается исходное эмпирическое описание системы, которое включает описания всех объектов классификации, но не содержит признаков принадлежности объектов к классам. Такое описание выступает носителем сущностных свойств системы, детерминирующих сходство и различие классов, проявляющихся в изменчивости показателей. Представление КП как системы получается в результате применения научного метода ФОС, обеспечивающего производство научно достоверного знания об онтологии системы. В онтологическом знании о системе имплицитно представлено знание о структуре КП. Справедливость этого утверждения обеспечивают базовые положения ФОС, на основе которых последовательно строятся формы представления системы как единого целого. Система в отношениях проявляет полиморфизм, гетерогенность и многообразие объектов классификации посредством атрибутированной структуры статистически значимых парных связей между показателями, объективно отражающих весь спектр внутрисистемных корреляций. Система в качествах раскрывает внутреннюю гетерогенность через семейство уникальных качественных определенностей в опоре на принцип симметризации-диссимметризации структур отношений и принцип системного сходства и различия. Система в эталонах определяет полное множество инвариантов качеств (системных гомологов), каждый из которых выражает характерное системное свойство. Система в формах воплощения эталонов выявляет группы объектов – носителей характерных свойств. Система в состояниях пред-

ставляет каждый объект уникальным согласованным набором системных гомологов. Система в таком представлении объясняет полиморфизм классифицируемых объектов, устанавливает сходство и различие их системных свойств.

На этапе экспликации интенционал КП раскрывается в опоре на имплицитную связь онтологии системы и онтологии КП, выраженную в положениях о гомологичности, доминантности, совместимости, частотности и референтной соотношенности, а экстенционал КП строится на идеях прототипичности и сходности.

Гомологичность распространяет смысл системных гомологов на инвариантную часть форм воплощения эталонов (ядерность). Доминантность проявляет способность системных гомологов различить классы. Совместимость гарантирует проявление системных гомологов в чистом виде на группах референтов класса. Частотность задает меру характерности системных гомологов для класса. Референтная соотношенность определяет номинативную функцию системных свойств каждого конкретного класса.

Прототипичность устанавливает для каждого класса идеальный объект, обладающий характерными свойствами данного класса. Сходность вводит гомоморфизм между прототипом и объектами класса.

Представление КП как онтологии классов содержит семантический (архетипы) и денотативный (таксоны) компоненты онтологического знания о КП. Семантический компонент отражает все смысловые моменты классов и характерные структуры их отношений. Каждый смысловой момент класса передается через понятие «партон», представляющее собой в методе системной классификации какую-то одну уникальную конъюнкцию ядерностей. Семантический компонент является иерархической структурой партонов, в которой реализованы отношения включения, тождества, подобия, антиномии. Денотативный компонент определяет морфологическое устройство классов. Прототипическими чертами денотата обладает идеальный объект, сконструированный на основе семантического компонента. Он передает не только существенное содержание класса, но и определяет объем класса через отношение, задающее таксономическую близость.

Основным результатом метода ФОС и метода системной классификации являются онтологические знания о системе и о КП. Оценки значимости,

полноты, завершенности, правильности полученного знания об онтологии системы образуют аксиологическое знание. Оценки объема, глубины и качества построенной онтологии классов входят в оценочный компонент КП.

Идеи, принципы, положения, подходы, понятия научных методов ФОС и системной классификации реализованы в полном объеме в формальных объектах и атрибутах объектов компьютерной технологии ФОС.

**Онтология классов фосфорорганических отравляющих веществ.** Компьютерная технология ФОС применена для исследования онтологии классов фосфорорганических отравляющих веществ и фосфорорганических соединений.

Фосфорорганические вещества, обладающие инсектицидным эффектом, нашли широкое применение в сельском хозяйстве и в быту. При этом, обладая достаточно высокой токсичностью, они представляют большую опасность для населения. Фосфорорганические вещества являются одной из наиболее частых причин острых отравлений. Особое значение проблема воздействия фосфорорганических веществ на человека приобретает при уничтожении химического оружия нервно-паралитического действия.

Механизм действия бытовых и боевых фосфорорганических веществ в основном одинаков, поэтому клинические проявления отравления ими имеют очень большое сходство. Применяемые методы химического анализа также в основном ориентированы на установление принадлежности вещества, вызвавшего отравление, к фосфорорганическим соединениям, т. е. не являются достаточно специфичными. Нарушения, возникающие в организме человека при отравлении фосфорорганическими веществами, чрезвычайно сложны и недостаточно изучены. Сложность развития этих нарушений проявляется через мультифакториальный генез заболевания, полиморфизм клинической симптоматики и причин синдрома.

Контекст задачи исследования онтологии классов фосфорорганических веществ построен на базе Project ISTC#2345 «Developing a computer software program: Differential Diagnosing of Acute Poisoning Cases with Organic Phosphate Substances»\*, выполненного в 2002–2004 гг. [8]. Научно-исследо-

вательский институт гигиены, токсикологии и профпатологии и Южный центр медико-санитарной помощи при химических авариях создали в рамках проекта базу данных по клиническим симптомам и признакам острых отравлений фосфорорганическими веществами и инсектицидами. Эта база была использована авторами данной статьи для получения представления КП в референтах.

В решаемой задаче КП включает 3 класса веществ:

- 1) фосфорорганические вещества, содержащие атомы хлора (класс 1);
- 2) фосфорорганические вещества, содержащие атомы серы (класс 2);
- 3) фосфорорганические боевые отравляющие вещества (класс 3).

Эффекты воздействия фосфорорганических веществ на организм человека обнаруживаются через изменчивость показателей его состояния. Исходно КП представлено результатами наблюдений за состоянием 400 человек (референтов классов). Класс 1 включает 200 референтов, класс 2 – 118, класс 3 – 82 референта. Каждый референт описан набором значений 123 показателей, характеризующих различные органы и системы человеческого организма: систему органов кровообращения; систему крови; органы чувств; органы пищеварения; органы дыхания; психическую сферу; кожные покровы; нервную систему; мочеполовую систему; основной обмен.

Результаты применения компьютерной технологии ФОС приведены в оценках полученного аксиологического знания и атрибутах построенного оценочного компонента КП.

В данной задаче КП рассматривается как система «Воздействие – ответ» (СВО), отображающая реакции человеческого организма на химическое воздействие. Каждый референт в КП выступает носителем состояния этой системы. Несмотря на различие видов воздействия и типов реакций на воздействия, система служит тем единым целым, которое детерминирует все общие и частные моменты сходства и различия носителей состояний системы.

Технология ФОС создает и исследует разные формы представления СВО: в данных, в отношениях, в качествах, в эталонах, в формах воплощения эталонов, в состояниях. Краткое описание этих форм представления приведено в табл. 1.

\* Работа выполнена при финансовой поддержке США, предоставленной в рамках контракта с Международным научно-техническим центром (Москва).

Таблица 1

Форма представления системы в ФОС	Характеристика	Значение
Система в данных – исходное эмпирическое описание системы (таблица наблюдений)	Полнота и представительность	Шкалы измерений 123 показателей: количественные – 13 порядковые – 14 номинальные – 96 Пропуски данных – 5017 (10.2 %)
Система в отношениях – исходное абстрактное представление системы (знаковый граф связей)	Объем корреляций	Число парных связей – 2594 Плотность графа связей – 0.346
	Противоречия структур отношений (несбалансированность знаковой разметки)	Количество противоречий в графе связей – 5029
Система в качествах – представление системы в ее уникальных качественных определенностях	Познанная сложность	Доля разрешенных противоречий – 0.78
	Многокачественность	Системные модели – 89 Модели взаимодействия: модели сходства – 931 модели различия – 3301
Система в эталонах и формах воплощения эталонов – представление системы в инвариантах и вариантах качеств	Системная гомологичность	Модели эталонных состояний – 356 Качество эталонов – 0.32 Модели форм прямого воплощения эталонов – 278
Система в состояниях – представление системы в моделях актуальных состояний	Полиморфизм состояний	Минимальное, максимальное, среднее количество воплощенных эталонов на одно состояние системы – 11, 54, 28 Количество воплощенных эталонов на множестве состояний – 11023
	Качество реконструкций состояний	Доля реконструированных состояний – 1.0 Доля объясненных показателей – 0.90 Доля объясненных показателей с уровнем значения – 0.9995

Систему в данных характеризуют преобладание качественных показателей и наличие пропусков данных, каждый объект задан уникальным набором значений показателей. Система в отношениях проявляет внутрисистемные корреляции в недостаточном объеме, выражает внутреннюю неоднородность СВО через существенное количество противоречивых структур. Система в качествах раскрывает внутреннюю сложность СВО через разрешение противоречий в графе связей в достаточно полной мере, выражает проявленную гетерогенную сущность СВО через значительное число системных моделей и через большое количество моделей взаимодействия, детерминирующих исследуемую систему как единое многокачественное целое. Система в эталонах и формах воплощения эталонов разрешает проблему смыслового сходства и различия носителей состояния СВО во всем их разнообразии и многоаспектности. Система в состояниях дает рациональное объяснение выраженному полиморфизму состояний СВО и раскрывает через системные механизмы изменчивость подавляющего большинства показателей. Гетерогенная сущность системы

раскрыта в достаточно полной мере и выражена в онтологическом знании.

В опоре на это знание для каждого класса веществ определены уникальные наборы доминантных показателей и доминантных ядерностей (системных гомологов) (табл. 2).

Таблица 2

Количество	Класс вещества		
	1-й	2-й	3-й
Доминантных показателей	83	81	80
Из них сильно выраженных	68	59	71
Доминантных ядерностей	56	53	52
Из них сильно выраженных	43	44	37

Онтологическое знание об СВО эксплицировано на классы примерно в одинаковом объеме. Значительное количество сильно выраженных доминантных показателей и ядерностей подтверждает факт имплицитности онтологии классов в онтологии системы.

Семантический компонент КП раскрыт через множество формальных объектов (формализованных дескрипторов), отвечающих понятию «партон» (табл. 3).

Таблица 3

Свойство формализованных дескрипторов	Элемент оценочного компонента КП	Класс вещества			Всего
		1-й	2-й	3-й	
Состав	Несовместимые ядерности	1745	200	555	2500
	Без доминирующей ядерности	323	56	49	428
	С доминирующей ядерностью	3120	745	450	4315
	С сильно выраженной доминантой	1163	433	205	1801
	С высокой характерностью	3063	527	229	3819
	Без учета отношения тождества	1680	501	308	2489
Тип	1-го ранга	0	0	6	6
	2-го ранга	200	89	159	448
	3-го ранга	2918	649	285	3852
	4-го ранга	2	7	0	9
Ядерности	Количество	152	106	93	–
	С доминантой	56	51	51	–
	С высокой характерностью	83	27	29	–
	С высокой валентностью	94	33	7	–
Вид связи ядерностей	Соединение активное	457	119	38	614
	Соединение пассивное	0	9	42	51
	Подчинение вида согласования	2391	264	13	2668
	Подчинение вида сильного управления	206	139	15	360
	Подчинение вида слабого управления	58	157	229	444
	Подчинение вида примыкания	8	57	107	172

Каждый формализованный дескриптор несет в себе знание об одном характерном классеобразующем свойстве, выделяет в классе группу референтов, имеющих это свойство как общее смысловое основание.

Существенная часть дескрипторов отвечает положениям частотности и референтной соотносительности и не отвечает положениям совместимости и доминантности. Их количество ( $2500 + 428 = 2928$ ) составляет около 40 % от всех возможных дескрипторов. Обращает на себя внимание третий класс, для которого характерно большое число отброшенных дескрипторов. Этот факт указывает на ограниченность набора существенных показателей, идентифицирующих данный класс.

Множество дескрипторов численностью 4315 определяет смыслы классов. Эти дескрипторы имеют, как правило, в своем составе сильные доминантные ядерности и характерные (сопряженные с конкретным классом) ядерности. Степень проявления отношения тождества свидетельствует о степени однородности класса. Без учета отношения тождества множество дескрипторов, применяемых при построении семантических компонентов классов, значительно, что указывает на гетерогенность и полиморфизм классов.

Дескрипторы различаются по типу (рангу), определяющему число ядерностей в составе дескриптора. На множестве дескрипторов проявлен закон гиперболического рангового распределения. Пик распределения приходится на 3-й ранг, что также подтверждает высокую неоднородность классов. Ранговый состав и число дескрипторов для третьего класса свидетельствуют о хорошем потенциале идентификации его референтов. Значительное преобладание дескрипторов 3-го ранга для первого класса указывает на его большую неоднородность, чем неоднородность других классов. Наименьшее число дескрипторов 2-го ранга и наибольшее число дескрипторов 4-го ранга для второго класса позволяют предположить, что в исходном описании КП не достает существенных показателей для идентификации этого класса.

Ядерности служат базой для построения формализованных дескрипторов. Каждая ядерность наделена атрибутами доминантности, характерности, валентности. Валентность отражает способность ядерности вступать в сочетания. Характеристики ядерностей указывают на более выраженную неоднородность первого класса.

Таблица 4

Тип	Предикатная форма	Расширенная предикатная форма	Класс вещества	Референтная поддержка
1-й ранг	Tachypn_3	Tachypn↓ & Lowhem↑ & HEMOGLOB↓ & Distvis↑ & G5↓	3-й	38
2-й ранг	Coma_3 & G8_2	Coma↓ & G17↓ & WAYS↑ & Distvis↑ & G8↑ & G20↓ & Motorexc↓ & Disspace↓ & Disorien↓ & Edema↓ & FS9↓ & Cramps↓ & Tachypn↓ & G22↓ & Breath↓ & FS5↓ & G26↓ & Light↓ & Motoract↓ & Cough↓	3-й	3
2-й ранг	G20_4 & INTOXRNG_1	G20↓ & Fear↓ & HEMOGLOB↑ & INTOXRNG↑ & G9↑ & FS4↑ & FS6↑ & Hypoten↓ & Erypenia↓	2-й	12
3-й ранг	Motoract_4 & Hyperhid_4 & Myofibri_4	Motoract↓ & Vomit↑ & G9↑ & FS4↑ & G5↑ & Nausea↑ & Hyperhid↓ & Salivat↓ & Tearful↓ & Myofibri↓ & Edema↓ & Dizzines↑	1-й	22
4-й ранг	Bradicar_3 & Vomit_4 & White_3 & Failresp_3	Bradicar↓ & FS1↑ & PULSE↑ & Vomit↓ & Myofibri↑ & FS7↑ & Cyanotic↑ & White↓ & SEX↓ & Pulrales↑ & Bronchor↑ & Failresp↓ & Abdompai↓ & Adynamia↓	1-й	4
4-й ранг	Bradicar_3 & Quieth_2 & Highgem_3 & Bradypn_3	Bradicar↓ & FS1↑ & PULSE↑ & Quieth↑ & Pupilab↓ & Cardiova↓ & Breath↓ & Chill↓ & Highgem↓ & SEX↑ & Vomit↓ & G4↓ & Abdompai↓ & HEMOGLOB↓ & Preserv↓ & Bradypn↓ & BREATHFR↑	2-й	3

Таблица 5

Свойство структурно-смысловых моделей	Элемент оценочного компонента КП	Класс вещества			Всего
		1-й	2-й	3-й	
Морфология	Общее число дескрипторов	3120	745	450	4315
	Число отношений включения	4838	342	833	6013
	Число дескрипторов в ядре	581	278	87	946
	Показатель компактности	0.71/0.61	0.60/0.47	0.77/0.74	–
	Число дескрипторов в центре	49	36	15	100
Объем	структурно-смысловой модели	197 (99 %)	113 (96 %)	82 (100 %)	392 (98 %)
	ядра	197 (99 %)	113 (96 %)	82 (100 %)	392 (98 %)
	центра	195 (98 %)	112 (95 %)	79 (96 %)	386 (97 %)

Каждый дескриптор класса 2-го ранга и выше представляется связью в виде соединения или подчинения двух или более ядерностей. Соединение представляет сборку равноправных участников, подчинение – неравноправных участников. Распределение числа видов связей ядерностей по классам проявляет высокую степень активности ядерностей для первого класса и низкую – для третьего класса. Этим фактом также подчеркивается большая неоднородность первого класса.

Примеры формализованных дескрипторов приведены в табл. 4.

Каждый дескриптор задан в двух формах: предикатной и расширенной предикатной. Элементами предикатных форм являются ядерности в их символических обозначениях. В расширенной предикатной форме каждая ядерность развернута до уровней значений показателей (↓ – низкий уровень значений, ↑ – высокий уровень значений).

Семантический компонент КП представлен структурно-смысловыми моделями классов, в которых формализованные дескрипторы связаны отношениями и образуют иерархическую структуру (табл. 5).

Иерархическую структуру модели определяют отношения включения по референтной соотнесенности. Дескрипторы высшего уровня иерархии образуют ядро модели. Ядро ядра выделяет центр модели, задающий наиболее существенные классообразующие свойства. Показатель компактности характеризует ядро модели вместе с отношением толерантности. Этот показатель вводит две оценки с нормативным значением, равным 1: относительную долю дескрипторов, играющих роль «ядра в ядре»; относительную долю дескрипторов, не связанных толерантностью. Морфологические характеристики модели второго класса указывают на разрозненность (нецельность) этого класса.

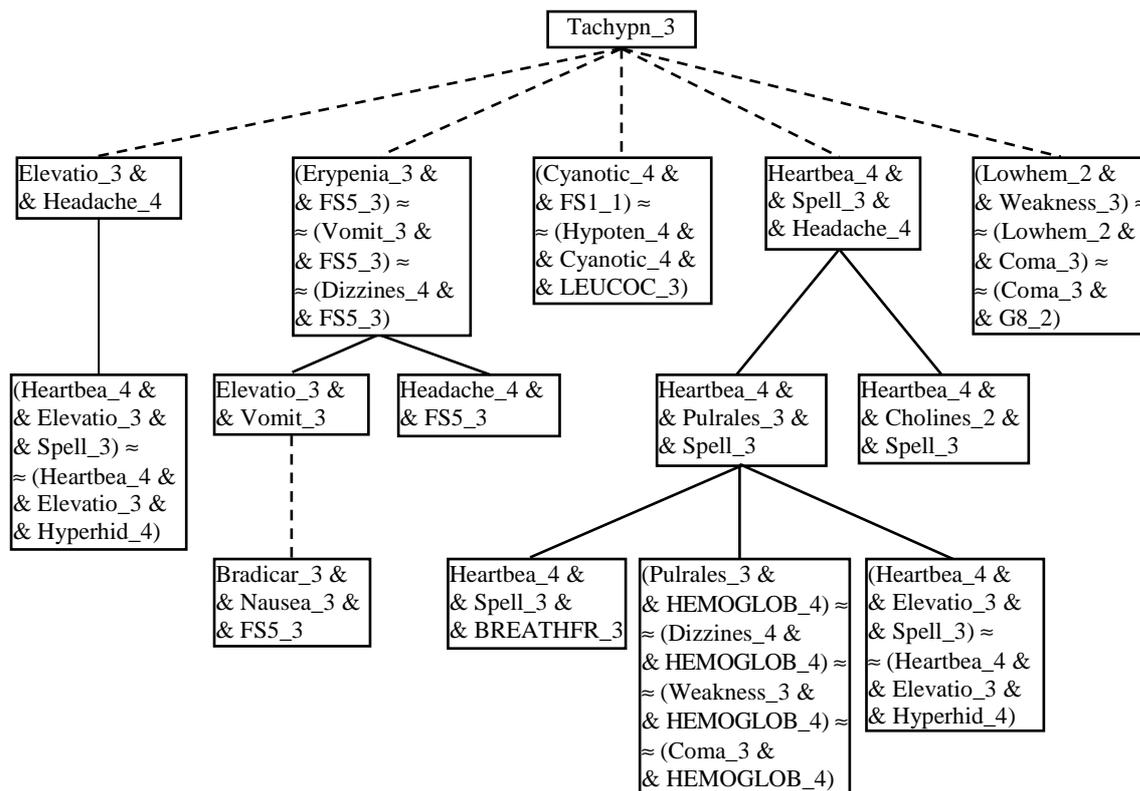


Рис. 2

Таблица 6

Свойство денотатов КП	Элемент оценочного компонента КП	Класс вещества		
		1-й	2-й	3-й
Состав репрезентанта	Общее число показателей	68	58	54
	Статутные показатели	28	22	37
	Периферические показатели	18	10	4
Морфология класса	Объем ядра	37	0	24
	Объем околядерной области	60	14	40
	Объем ближней периферии	26	34	10
	Объем дальней периферии	50	33	8
	Объем смежной области	27	37	0

Структурно-смысловые модели всеми своими смысловыми частями охватывают практически все референты каждого класса. На рис. 2 приведен фрагмент структурно-смысловой модели. Все элементы модели представлены формализованными дескрипторами в предикатной форме. Элемент высшего уровня иерархии (дескриптор Tachypn\_3) входит в ядро модели. Элементы структуры связаны отношениями включения двух видов: наследования (сплошные линии) и подобия (штриховые линии). Дескрипторы находятся в отношении наследования, если они имеют общие ядра на смежных уровнях иерархии. Дескрипторы находятся в отношении подобия, если на смежных уровнях иерархии их ядра

связаны моделями взаимодействия, выражающими системное сходство. Дескрипторы тождественны (символ ≈), если их идентифицирующие референции эквивалентны.

Денотативный компонент КП предьявляет референтную структуру классов через идеальные объекты (репрезентанты классов) и морфологию классов (табл. 6).

Репрезентанты, полученные для каждого класса, представлены уникальными наборами уровней значений характерных показателей. Для построения репрезентанта использованы формализованные дескрипторы центра структурно-смысловой модели в их расширенной предикатной форме. В состав репрезентанта включены

Таблица 7

Показатель	Репрезентант 1-го класса		Репрезентант 2-го класса		Репрезентант 3-го класса	
	Уровень значения	Ранг	Уровень значения	Ранг	Уровень значения	Ранг
Distvis	низкий	1	низкий	1	высокий	1
Abdompai	высокий	2	высокий	2	низкий	1
Tachypn	низкий	1	высокий	1	низкий	1
Motorexc	низкий	1	низкий	1	высокий	2
Pupilab	низкий	1	низкий	1	высокий	1
G11	высокий	2	высокий	1	низкий	1
G15	низкий	1	низкий	1	высокий	1
G19	низкий	1	высокий	1	низкий	1
G23	низкий	1	высокий	1	высокий	1
HEMOGLOB	высокий	1	высокий	1	низкий	1
INTOXRNG	низкий	1	высокий	1	низкий	1
Tearful	высокий	2	–	–	низкий	1
G8	–	–	низкий	1	высокий	1
Pupill	низкий	1	высокий	1	–	–

доминантные показатели с уровнями их значений. В каждом репрезентанте выделены статутные показатели (наиболее существенные для референтов класса) и периферические показатели (отличительные, характерные для отдельных малых групп референтов класса).

Репрезентант как идеальный представитель класса наиболее выразителен у третьего класса. Характеристики репрезентантов двух других классов указывают на наличие в них варьирующего контекста.

В табл. 7 приведены фрагменты репрезентантов для всех классов КП. Каждый показатель в таблице представлен символическим обозначением, характерным уровнем значений (низким или высоким, измеренным на единой для всех показателей шкале) и рангом (1 – статусный показатель, 2 – периферический показатель). Показатель может входить во все репрезентанты, но хотя бы для одного класса его уровень значений отличен от других. Показатель для репрезентантов отдельных классов может быть не характерен. Показатель с его уровнем значений является признаком класса. Репрезентант каждого класса включает необходимый и достаточный набор признаков, отличающий референты этого класса от референтов всех других классов.

Для каждого класса определена морфология, в соответствии с которой его референты распределены по областям. Границы областей задают меру таксономической близости объектов к конкретному классу. В структуре каждого класса выделяются: центр; ядро и околядерная область; ближняя и дальняя периферии; смежная область. Центром является репрезентант класса. Ядерную (Я) и околядерную (О) области образуют объекты, имеющие наибольшее число общих прототипических характеристик. Такие объекты, несо-

мненно, принадлежат своему классу. Объекты из ближней периферии (Б) характеризуются большим разнообразием признаков, однако все эти объекты подчиняются системным закономерностям, свойственным соответствующему классу. Изменчивость объектов дальней периферии (Д) объясняется не только их принадлежностью к конкретному классу, но также их тяготением к другим классам. Смежная область (С) содержит объекты, принадлежность которых к данному классу сомнительна. Смежная область формируется для КП в целом. В ней для объектов каждого класса допустимы 3 подобласти. Первая смежная подобласть включает референты, меры сходства которых с репрезентантами классов не определяют их принадлежность к какому-либо определенному классу. Вторая смежная подобласть охватывает референты, для которых меры сходства подтверждают их принадлежность к своему классу, а также устанавливают их близость к одному или большему числу других классов. Третья смежная подобласть содержит референты, для которых меры сходства не подтверждают собственный класс референтов, но выявляют их близость к одному или большему числу других классов.

В табл. 8 приведен фрагмент устройства денотативного компонента каждого класса, в котором представлено по одному референту из каждой области соответствующего таксона.

Для каждого референта из любого класса определены значения двух мер сходства с репрезентантами каждого класса. Первая мера – мера Юла (интервал значений  $[-1; 1]$ ), вторая мера – мера простого согласования (интервал значений  $[0; 1]$ ). На базе шести значений мер сходства установлена область денотата, к которой принадлежит конкретный референт класса. Например, для первого класса: референт 29 принадлежит

Таблица 8

Класс вещества	Код референта	Класс 1		Класс 2		Класс 3	
		Меры сходства	Область денотата	Меры сходства	Область денотата	Меры сходства	Область денотата
1	29	1.00/0.93	Я	0.40/0.51	–	0.34/0.72	–
	36	0.97/0.89	О	0.14/0.44	–	0.40/0.73	–
	23	0.79/0.78	Б	0.46/0.49	–	–0.07/0.65	–
	58	0.65/0.74	Д	0.35/0.51	–	0.06/0.62	–
	49	–0.10/0.56	С	0.65/0.59	–	–0.01/0.58	–
	59	0.58/0.66	С (1-2)	0.95/0.82	О	–0.81/0.36	–
	394	0.43/0.70	С (1-3)	–0.43/0.32	–	0.88/0.87	О
	67	–0.49/0.44	С (2)	0.89/0.71	Б	–0.34/0.51	–
	396	–1.00/0.62	С (3)	–0.19/0.38	–	0.91/0.87	О
2	118	0.03/0.52	–	0.94/0.81	О	–0.46/0.48	–
	14	–0.56/0.39	–	1.00/0.7	Б	–0.27/0.57	–
	10	–0.30/0.48	–	0.60/0.65	Д	–0.41/0.50	–
	137	–0.05/0.59	–	0.06/0.44	С	0.55/0.73	–
	12	0.93/0.83	О	0.97/0.86	С (2-1)	–0.74/0.46	–
3	324	–0.33/0.61	–	–0.62/0.30	–	1.00/0.94	Я
	316	–0.18/0.54	–	–0.23/0.39	–	0.88/0.85	О
	334	0.04/0.57	–	–0.19/0.43	–	0.86/0.79	Б
	321	0.21/0.59	–	0.10/0.50	–	0.49/0.69	Д

ядерной области денотата своего класса; для референта 49 не установлена его принадлежность к какому-либо классу; референт 59 отнесен к смежной подобласти, характерной для пересечения первого и второго классов; референт 396 явно близок к репрезентанту другого (третьего) класса.

В рассматриваемой задаче количественные оценки распределения референтов классов по областям денотативных компонентов КП демонстрируют устройство классов (см. табл. 6). Неоднородность денотата менее выражена у первого класса и более выражена у второго класса. Однородность денотата более характерна для третьего класса. Объяснение этому факту дают характерные виды отношений между формализованными дескрипторами центра семантического компонента этого класса (рис. 3).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15										
1	A												≠												
2																									≠
3																									
4																					≠		≠	≠	≠
5																					⊥	≠			≠
6																						≠			
7																							≠		
8																					≠	≠	≠	≠	⊥
9																							≠	≠	
10																									≠
11				≠	⊥			≠			B		≠		≠										
12				≠	≠		≠						≠		≠										
13	≠			≠			≠	≠	≠		≠	≠	C		≠	≠									
14				≠				≠	≠					≠		D									
15		≠	≠	≠			⊥		≠	≠	≠	≠	≠												

Рис. 3

Матрица бинарных отношений между дескрипторами имеет порядок  $15 \times 15$ , где строка/столбец задает конкретный дескриптор центра семантического компонента третьего класса. В ячейке матрицы указан определенный вид отношения. Виды отношений устанавливаются в зависимости от содержания и объема сравниваемых дескрипторов. Дескрипторы могут быть совместимыми и несовместимыми. Свойством совместимости наделены такие дескрипторы, в отношении которых онтология системы СВО допускает непустое пересечение их объемов. Для совместимых дескрипторов введено отношение пересечения (пустая ячейка). Свойством несовместимости обладают дескрипторы, для которых онтология системы СВО запрещает пересечение объемов. Несовместимые дескрипторы вступают в отношение противоречия ( $\perp$ ), проявляющееся через антонимию эталонов, и в отношении противоположности ( $\neq$ ), обусловленное несогласованностью уровней значений показателей.

Блоки матрицы отношений А, В, С, D выделяют в семантическом компоненте третьего класса совместимые внутри каждого блока дескрипторы. Каждый блок описывает характерное видовое разнообразие референтов класса как рода. Отношения между дескрипторами из разных блоков несовместимы. Блоки дескрипторов реализуют партитивное отношение: третий класс как целое состоит из четырех смысловых частей. Каждая часть наследует родовые свойства класса, но

имеет собственные характерные системные свойства. Блок А наиболее существен в передаче смыслового содержания класса. Доля отношения пересечения между дескрипторами разных блоков значительна. Все блоки явно выражают родовые свойства класса.

Полученные результаты раскрывают интенциональный и экстенциональный аспекты классов

фосфорорганических веществ, эффекты воздействия которых характеризуются мультифакторным генезом и полиморфизмом клинической симптоматики. Эти результаты создают научную базу для решения сложных проблем дифференциальной диагностики острых отравлений фосфорорганическими веществами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розова С. С. Классификационная проблема в современной науке. М.: Наука, 1986.
2. Новые идеи в научной классификации: сб. науч. тр. Вып. 5. Екатеринбург: УрО РАН, 2008.
3. Fomin B. F., Kachanova T. L. Physics of Systems is a postcybernetic paradigm of systemology // Intern. Sympos. Science 2.0 and Expansion of Science: "S2ES" in the context of The 14th World-Multi-Conf. "WMSCI 2010", Orlando, Florida, USA, June 29th–July 2nd, 2010.
4. Fomin B. F., Kachanova T. L. Physics of Open Systems: Generation of System Knowledge // J. of Systemics, Cybernetics and Informatics. 2013. Vol. 11, № 2. P. 73–82.
5. Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Методы и технологии генерации системного знания. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012.
6. Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Квалитология системного знания. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014.
7. Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Системная онтология классов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2015. № 7. С. 25–36.
8. URL: [http://www.istc.ru/istc%5Carchive%5Cdocs%2.nsf/ludi/w9994567/\\$FILE/w9994567.pdf](http://www.istc.ru/istc%5Carchive%5Cdocs%2.nsf/ludi/w9994567/$FILE/w9994567.pdf).

V. O. Ageev, T. L. Kachanova, B. F. Fomin  
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

K. A. Turalchuk  
Saint Petersburg State Polytechnical University

## NATURAL CLASSIFICATION OF ACUTE POISONING WITH ORGANOPHOSPHORUS SUBSTANCES

*The complexity of the classification of acute poisonings with organophosphorus substances is caused by the variability of clinical picture, similarity of the lesion symptoms and propagation mechanisms. Natural classification is based on the objective ontology of acute poisonings. The problem of constructing the scientifically proven classification is solved on the basis of the methods developed within the bounds of the Physics of Open Systems.*

**Ontological knowledge, physics of open systems, natural classification, intension, extension, acute poisonings, organophosphorus substances**