

Гарлов, Ю.К. Кузнецов, К.Е. Федоров. - СПб: издательство «Лань», 2014. - 260 с.

4. Тищков, С.В. Исследование влияния рыбохозяйственного кластера на экологическую безопасность региона / С.В. Тищков, А.П. Щербак, В.В. Каргинова // Эколого-экономические проблемы развития регионов и страны. Материалы 14-й Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики. - Петрозаводск: изд-во «Карельский

научный центр Российской академии наук», 2017. - С. 460-465

5. Брайнбалле, Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения / Я. Брайнбалле [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<http://aquacultura.org/upload/files/pdf/library-5.pdf>  
свободный. - Загл. с экрана. (дата обращения 16.08.2019)

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЗАДАЧАХ ДИАГНОСТИКИ ОСТРЫХ ОТРАВЛЕНИЙ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.1.66.300](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.1.66.300)

Абдуллаева<sup>1</sup> Г.Г., Мирзазаде<sup>2</sup> И.Г., Нагизаде Г.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт Систем Управления НАН

Азербайджана, г.Баку

<sup>2</sup>Институт математики и Механики НАН

Азербайджана, г.Баку

### АННОТАЦИЯ

Дифференциальная диагностика при острых отравлениях химическими веществами была и остается одной из актуальных задач токсикологии. В статье рассмотрены химические вещества, для которых доминирующим фактором является время, особенно в случаях оказания первой до госпитальной помощи. Выработка быстрых действий у медицинского персонала, доведенных до автоматизма, актуальна именно в этих случаях ургентной терапии. Отметим, что такие химические вещества, как угарный газ, цианид, транквилизаторы, антигистаминные вещества и салицилаты в до госпитальной практике проявляются идентичными симптомами. В статье предлагается интеллектуальная система диагностики и оказания первой помощи при отравлениях, первичные проявления которых очень близки по симптоматике.

### ABSTRACT

Differential diagnosis during acute poisonings with chemical substances was and remains one of topical problems of toxicology. This paper treats chemical substances for which time is the predominant factor of consequence prevention, especially in cases of rendering the first prehospital aid. The training of quick actions in medical personnel brought to automatism is topical just in these cases of urgent therapy. Let us note that such chemical substances as carbon monoxide, cyanide, tranquilizers, antihistaminic substances and salicylates manifest themselves through identical symptoms in prehospital practice. The paper proposes an intellectual system of diagnostics and first aid for poisoning, the primary manifestations of which are very similar in symptoms.

**Ключевые слова:** угарный газ, дифференциальная диагностика, нейронная сеть, антидотная терапия

**Keywords:** carbon monoxide, differential diagnosis, neuronal network, antidote therapy.

**Введение.** Проблемы диагностики в медицине можно соотнести к классу слабоструктурированных и плохо формализованных задач, то есть задач, решение которых лежит в плоскости теории искусственного интеллекта, где наряду с цифровыми и табличными данными активно используются знания. В данном аспекте требуется уточнить, что подразумевается под понятием «знание». В теории искусственного интеллекта знания – это, прежде всего, информация. Она описывает свойства, связи и отношения исследуемых процессов в субъективном (человек) и объективном (наука) выражениях. Фундаментом систем искусственного интеллекта являются знания, на основании которых через машину логического вывода обрабатываются данные и принимаются решения. Для представления знаний, прежде всего, необходима концепция внутренней интерпретации, определение внешней и внутренней структуры связей данных и т.д. Исходя из концепции, знания можно представить формально (на основе исчисления высказываний и исчисления предикатов), неформально (семантические,

реляционные), к которым относят продукционные модели, семантические сети, фреймы. Есть и третий вид представления, так называемый интегрированный, совмещающий в себе различные виды представления знаний. В случае детерминированных знаний высказанные модели вполне успешно применяются в задачах диагностики. Но часто, особенно в до госпитальной практике, мы сталкиваемся с недетерминированной информацией. Подобную ситуацию принято связывать с нечеткостью, неточностью, неопределенностью доступной информации, многозначностью интерпретаций явления, ненадежностью или неполнотой информации. Представление знаний может быть затруднено и в случае недетерминированности процедур вывода решений и т.д. [1]. В этих случаях применяют методы представления нечетких знаний.

**Постановка задачи.** Известно большое количество задач в медицине, где сегодня успешно применяются методы искусственного интеллекта. Большинство из них функционирует в интерактивном режиме (конечно, здесь мы исключаем тестовые программы), который имеет

свои неоспоримые преимущества. Мы же в работе затрагиваем ту область медицинской диагностики, в которой время  $t$  является доминирующим фактором. К таковым относятся и задачи токсикологии, особенно в части острых отравлений, например, отравление угарным газом, цианидами, этиловым спиртом и т.д. При наличии лабораторных анализов возможности медицинского вмешательства достаточно обширны, и следует отметить, что во многих случаях эти проблемы находят положительное решение. Задача усложняется в тех случаях, когда диагноз ставится по клиническим проявлениям на месте происшествия, особенно, если пострадавший

находится в коматозном состоянии. В статье рассматриваются случаи тех острых отравлений, клиника которых в до стационарных случаях проявляется достаточно схоже. Например, к таковым относятся отравления угарным газом, цианидом, транквилизаторами, антигистаминными веществами, салицилатами. Ставится задача разработки интеллектуальной системы диагностики и оказания экстренной помощи при отравлениях вышеперечисленными химическими веществами.

**Формирование данных.** Решение задачи проводится поэтапно, для чего необходимо решить подзадачи в следующей последовательности.

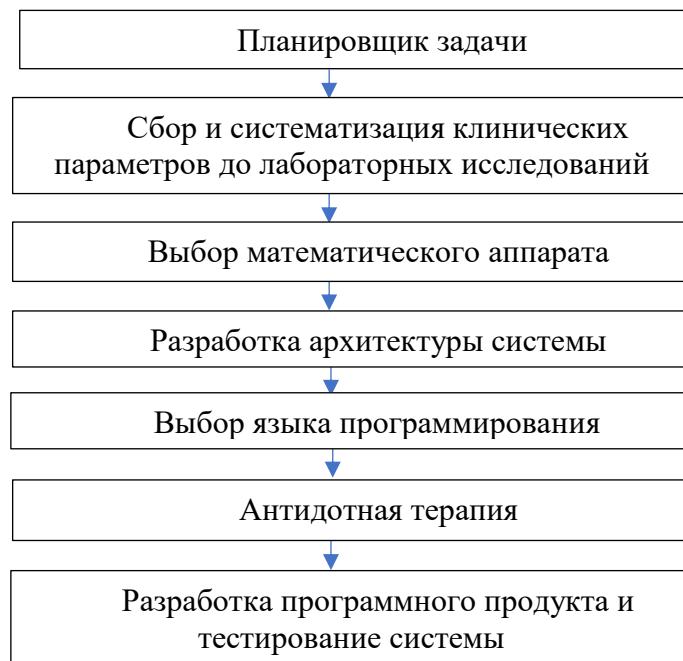


Рис. 1. Этапы разработки интеллектуальной системы

На первом этапе планировщик определяет уровень трудности задачи, ее разделение на зависимые и независимые блоки, выявление знаний и общение с экспертами (в нашем случае с врачами скорой и неотложной помощи), программистами и условиями тестирования системы.

Сбор и систематизация данных осуществляется на основе научной медицинской литературы, знаний специалистов и реальных медицинских карт больных. В процессе работы выявлены 19 первичных симптомов,

相伴隨的指明了在特定情况下出现的中毒症状，如在缺乏实验室检查和其他研究的情况下，基于什么信息建立的综合表格1，如图所示。在表格中采用了以下约定：+ - 必然存在该症状；± - 不确定存在该症状，与不重要性相关；- - 该症状不存在。在自己的次序中，症状强烈地依赖于个体（年龄，体重，伴随的疾病，中毒情况等）。

Таблица 1

## СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ПЕРВИЧНЫХ СИМПТОМОВ

№	СИМПТОМЫ	Химические вещества				
		Угарный газ	Цианид	Транквилизаторы	Антигистамины	Салицилаты
1	Миоз	±	+	±	±	±
2	Мидриаз	+	±	+	+	+
3	Игра зрачков	±	±	±	±	±
4	Миофибрил. синхронная	±	±	±	±	±
5	Миофибрил. асинхронная	±	±	±	±	±
6	Гиперкинезия хореоид. типа	±	±	+	+	±
7	Ригидн.мышц затылка	+	±	±	±	±
8	Асинхр.судороги	+	±	±	±	+
9	Эпилептиформный судорожный статус	±	±	±	±	±
10	Потливость кожи	±	±	±	±	±
11	Сухость кожи	±	+	±	+	±
12	Резкий цианоз кожи	±	±	±	±	±
13	Гиперемия кожи	±	±	±	±	+
14	Мраморность кожи	±	±	±	±	±
15	Брадикардия	±	±	±	±	±
16	Тахикардия	±	±	±	+	±
17	Паралич дыхания при сохранение рефлексов	+	±	±	±	±
18	Паралич дых. только на фоне арефлексии	±	+	±	±	±
19	Бронхорея	±	±	±	±	±

Как видно из таблицы 2, за исключением нескольких симптомов, их большей части характерна неопределенность. В отличие от [2], где авторы присутствие симптома и несущественное его проявление оценивали одинаковой величиной, мы предлагаем несколько иное отношение, основанное на опыте и интуиции специалистов-экспертов. Решение задачи в этих условиях видится в применении взвешенной принадлежности

признака (симптома), введенного Л.Заде [3]. При этом значение функции принадлежности показывает, с какой степенью точности признак соответствует факту. Учитывая вышесказанное, введем переменные  $\mu_{ij}$  в виде <название симптома/степень принадлежности>. Тогда каждый симптом  $s_i$  можно представить следующим выражением

$$s_i = \left\{ \begin{array}{l} \mu_{i1}/\text{симптом присутствует} \\ \mu_{i2}/\text{выражен сильно} \\ \mu_{i3}/\text{выражен средне} \\ \mu_{i4}/\text{выражен слабо} \\ \mu_{i5}/\text{не ощущается} \\ \mu_{i6}/\text{отсутствует} \end{array} \right\}$$

Например, для симптома “midriaz”  $\mu_{ij}$  задаются в виде таб.2, где  $i$  (1-6)- лингвистические переменные,  $j$  (1-5) - химические вещества.

Таблица 2

## ФРАГМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ ДЛЯ СИМПТОМА “MIDRIAZ”

№	Лингвистические переменные ( $i$ )	Химические вещества ( $j$ )				
		СО цианид транквилизаторы антигистамины салицилаты				
1	Присутствует	1,00	1,00	0,77	1,00	1,00
2	Выражен сильно	0,78	0,82	0,43	0,81	0,69
3	Выражен средне	0,54	0,47	0,30	0,57	0,48
4	Выражен слабо	0,22	0,25	0,21	0,33	0,20
5	Не ощущается	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01
6	Отсутствует	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Подобные таблицы разработаны для всех 19 симптомов. Благодаря введенным лингвистическим переменным появляется возможность проведения более точной дифференциальной диагностики.

**Решение задачи.** Логично, что в современных реалиях для решения задачи диагностики и оказания первичной помощи важнейшим

консультантом могут стать информационные технологии, основанные на знаниях. Привлечение методов искусственного интеллекта, мягких вычислений, создание баз данных могут оказать неоценимую помощь в решении данной задачи. Концептуально решение задачи можно представить, как на рис.2.

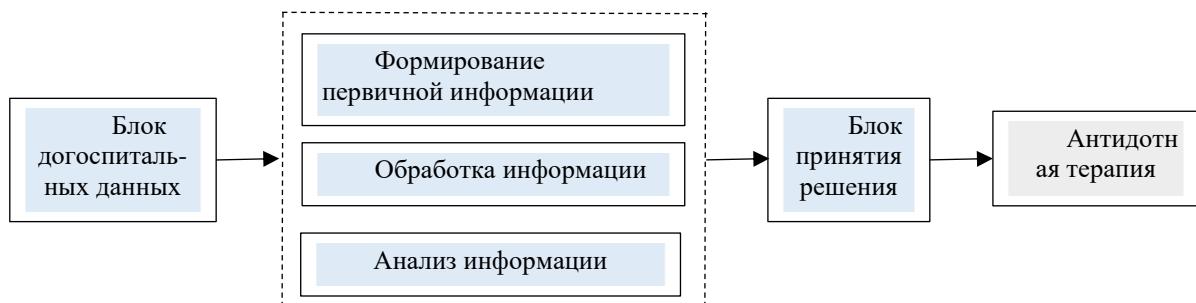


Рис.2. Концептуальная модель оказания первичной помощи

Для решения задачи предлагается построение нейронной сети с 114 входами и 5 выходами на втором слое (рис.3).

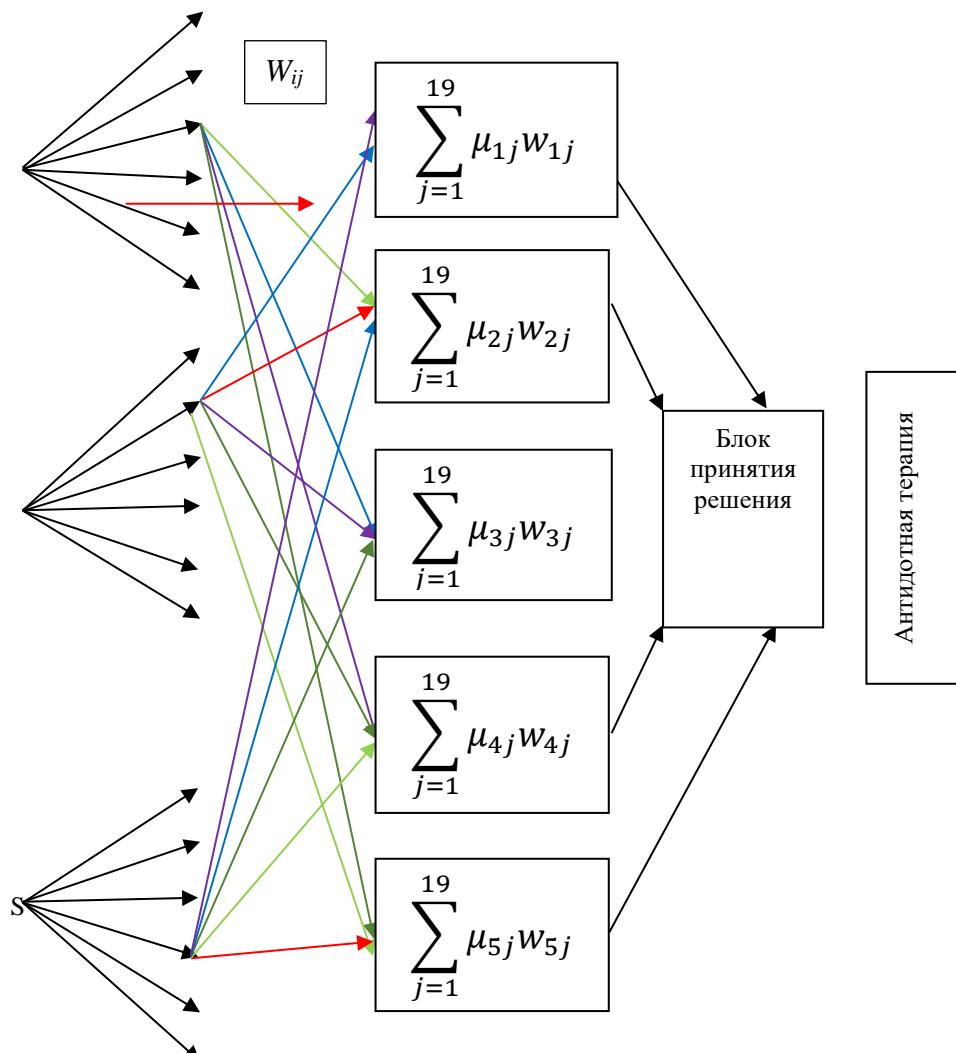


Рис.3. Структура нейронной сети

Обучение системы проводится по алгоритмам Левенберга-Марквардта [4].

114 входов обусловлены возможными проявлениями 19 симптомов (для каждого симптома определяются оценки, аналогично представлению симптома в таб.2). Второй слой дает численную оценку возможного отравления конкретным химическим веществом. Информация передается в блок принятия решения.

В блоке принятия решений возможны следующие случаи:

➤ Если  $D_i > D_j$  при  $i \neq j$  ( $i, j = 1, 2, 3, 4, 5$ ), тогда  $D_i$  принимается за решение;

➤ Если же  $D_i$  близки по значению с одним из  $D_j$ , тогда:

а) при наличии симптомов ригидности мышц затылка и паралича дыхания при сохранении рефлексов ответ -  $D_i$  = угарный газ;

б) при наличии симптомов миоза и параличе дыхания только на фоне арефлексии ответ  $D_i$  = цианиды;

в) при обязательном присутствии симптомов мидриаза и гиперкинезии хореоидного типа на фоне слабого присутствия сухости кожи и тахикардии ответ -  $D_i$  = транквилизаторы.

г) при наличии миоза, гиперкинезии хореоидного типа, сухости кожи и доминирующего симптома тахикардии ответ  $D_i$  = антигистамины;

д) при наличии мидриаза, асинхронных судорог и гиперемии кожи ответ  $D_i$  = салицилаты.

Блок принятия решения передает ответ в следующий блок – блок антидотной терапии. В таб.3 дан фрагмент первичной помощи.

Таблица 3

ПРИМЕР АНТИДОТНОЙ ТЕРАПИИ В УСЛОВИЯХ СКОРОЙ И НЕОТЛОЖНОЙ ПОМОЩИ		
№	Наименование вещества	Антидотная терапия
1	Угарный газ	Оксигенная ингаляция, гипербарическая ингаляция
2	Цианиды (кислота и др)	Нитрит натрия (1% раствор), тиосульфат натрия (1% раствор), метиленовый синий (1% раствор)
3	Транквилизаторы	Бемегрид(0,5% раствор)
4	Салицилаты	При метгемоглобинемии – метиленовый синий (1% раствор), аскорбиновая кислота (5% раствор)
5	Антигистамины	Пилокарпин (1% раствор), физостигмин (0,1% раствор)

**Заключение.** В статье рассмотрены химические вещества, для которых доминирующим фактором предотвращения последствий является время, особенно в случаях оказания первой до госпитальной помощи. Выделен класс токсических веществ со схожей симптоматикой в до госпитальный период, который привносит противоречие в диагностике отравления. Предложена разработка нейронной сети и ее обучение по алгоритмам Левенберга-Марквардта. Дан анализ возможных ответов работы сети. Выход системы – это рекомендация антидотной терапии в условиях скорой и неотложной помощи. Тестирование системы проводилось по историям болезни реальных пациентов, совпадение с диагнозом после лабораторных исследований в среднем составило 94%. Достоверность диагноза по сравнению с результатами, полученными в [5], увеличилась на 3-5%.

#### Список литературы:

[1]- В.Н.Ручкин, В.А.Фулин. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы. Санкт-Петербург-«БХВ-Петербург. 2009, 238с.

[2]- G.Abdullayeva, N. Gurbanova, I.Mirzazadeh. Information Technologies in Toxicology. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014, Germany. 118p.

[3]- L.A.Zadeh Fuzzy algorithms. – Information and Control, vol.12, 1968, pp.94-102

[4]- С.Осовский. Нейронные сети для обработки информации. Москва.: «Финансы и Статистика», 2002. 344с.

[5]- Jason J. Rose, Ling Wang, Qinzi Xu , Charles F. McTiernan , Sruti Shiva, Jesus Tejero, and Mark T. Gladwin. Carbon Monoxide Poisoning: Pathogenesis, Management, and Future Directions of Therapy// American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. Volume 195. Number 5// March 1. 2017