

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 614.2

С. Б. Пономарев, доктор медицинских наук, профессор;
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

В. Е. Одинцов, главный фтизиатр
Управление организации медико-санитарного обеспечения
Федеральной службы исполнения наказаний России

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНОЙ ПОМОЩИ В УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ РОССИИ

Разработка математической модели, позволяющей проводить мониторинг оценки противотуберкулезной помощи, оказываемой медицинской службой уголовно-исполнительной системы России.

Ключевые слова: медико-санитарное обеспечение, противотуберкулезная помощь, экспертная оценка, математическое моделирование, уголовно-исполнительная система

Формирование интегральной оценки эффективности проводимых противотуберкулезных мероприятий – важная составляющая управленческой деятельности, помогающая выделить регионы для проведения централизованного контроля и директивных управленческих мероприятий.

Известно, что существует множество статистических показателей, отражающих различные стороны организации деятельности фтизиатрической службы. Все основные применяемые в настоящее время показатели, касающиеся фтизиатрической службы, сведены в стандартные отчеты, которые предоставляются территориальными органами Федеральной службы исполнения наказаний (ФСИН России) в Управление организации медико-санитарного обеспечения ФСИН России.

Существует необходимость разработки некоего универсального математического стандарта оценки качества фтизиатрической помощи. При создании математической модели, способной интегрально оценить качество работы фтизиатрической службы региона, нами был применен метод построения искусственной нейронной сети (ИНС).

ИНС применяются при анализе сложных систем, где традиционные методы математической статистики, как правило, оказываются неэффективными. ИНС – это самообучающиеся системы, имитирующие деятельность мозга, сигналы к искусственным нейронам которой поступают через виртуальные отростки, названные дендритами [3]. При превышении определенного порогового уровня нейроны возбуждаются и по неразветвленным отросткам – аксонам сигналы отправляются к другим нейронам.

На рис. 1 представлен искусственный нейрон, суммирующий входящие данные с весовыми коэффициентами w_j : $S = \sum_{j=1}^m w_j x_j$. На выходе нейрона

имеется активационная функция $f(S)$, которая преобразует взвешенную сумму входящего сигнала. Активационная функция может иметь разный вид в зависимости от решаемой задачи. Из простейших нейронов (персептрона) строятся сложные нейронные сети (рис. 2).

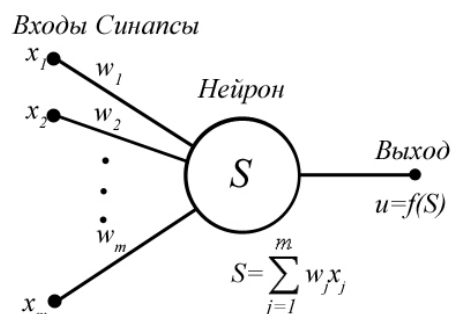


Рис. 1. Искусственный нейрон

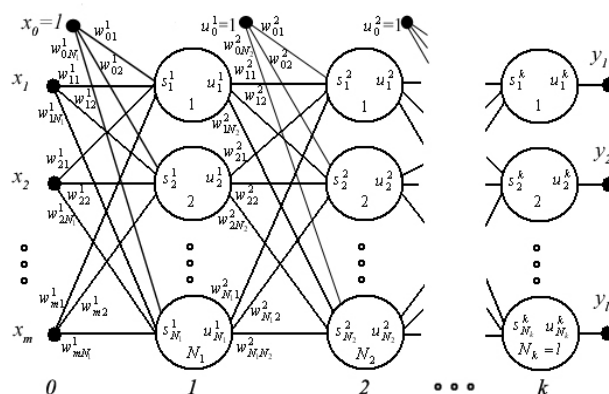


Рис. 2. Многослойная искусственная нейронная сеть

Целью обучения сети является нахождение такого состояния нейронной сети, в котором при подаче образа на вход сигнал на выходе соответствовал бы идеальному. То есть ошибка распознавания должна стремиться к нулю [1].

Всего было рассмотрено 40 показателей статистической отчетности, характеризующей фтизиатрические службы территориальных органов ФСИН. В качестве признака-результата (отклика) выступало мнение эксперта о состоянии противотуберкулезной службы территориального органа ФСИН. Экспертами были оценены 62 территориальных органа, каждому территориальному органу была выставлена оценка от 0 до 9, где оценка 0 соответствует наихудшей, а 9 – наилучшей деятельности противотуберкулезной службы.

После расчета парных коэффициентов корреляции Пирсона значимыми были признаны 12 признаков-факторов. Из них 4 были исключены, так как являются коллинеарными с каким-либо из оставшихся восьми признаков-факторов (табл. 1).

Таблица 1. Признаки-факторы, имеющие наибольшую корреляцию с оценками экспертов

Обозначение	Название признака-фактора
X_1	Численность больных с впервые выявленными активными формами туберкулеза
X_2	Численность больных с впервые выявленными деструктивными формами туберкулеза
X_3	Численность больных ВИЧ-инфицированных с активными формами туберкулеза, впервые взятых на учет в отчетном году
X_4	Численность больных, поступивших в СИЗО с активным туберкулезом (I, II ГДУ)
X_5	Численность больных туберкулезом, переведенных из III в I группу ГДУ в связи с активизацией процесса
X_6	Численность умерших от активных форм туберкулеза
X_7	Численность больных, у которых в отчетном году закрылась полость распада после антибактериальной терапии
X_8	Численность зарегистрированных больных активным туберкулезом (I, II ГДУ), освободившихся в отчетном году

Для решения поставленной задачи методом искусственной нейронной сети был использован статистический пакет SPSS Statistics 17 [2]. В группе «обучения» было 46 наблюдений, в группе контроля – 16. Разделение на группы «обучения» и «контроля» производилось случайным образом. В качестве аргументов (входных сигналов) была использована информация о 8 показателях статистической отчетности (табл. 1). Обучение проводилось на сети со структурой 8-10-1 нейронов в соответствующих слоях. Были рассмотрены два варианта построения ИНС.

Вариант 1. Построение аппроксимирующей нейронной сети

При построении нейронной сети, решающей задачу аппроксимации, моделируемая величина y рас-

сматривается как непрерывная переменная, определенная на множестве действительных чисел.

Из этого следует, что в результате прогнозирования будет получено нецелое число, несмотря на то, что изначально для экспертного оценивания использовалась порядковая шкала от 0 до 9. Для представления полученного результата в порядковой шкале может быть использовано округление до целого.

Для построения нейронной сети использован статистический пакет SPSS Statistics 17 [2]. Разделение на группы «обучения» и «контроля» производилось случайным образом в соотношении 75 % (46 территориальных органов) к 25 % (16 территориальных органов) соответственно. Обучение проведено на сети со следующей структурой: 8 нейронов на входе для каждого из отобранных признаков факторов, 10 нейронов на скрытом слое и 1 нейрон на выходе для непрерывной переменной y .

В результате обучения нейронной сети коэффициент корреляции Пирсона между реальными и моделируемыми значениями в группе «обучения» составил 0,83, а в группе «контроля» 0,75. Диаграмма предсказаний по наблюдаемым значениям представлена на рис. 3.

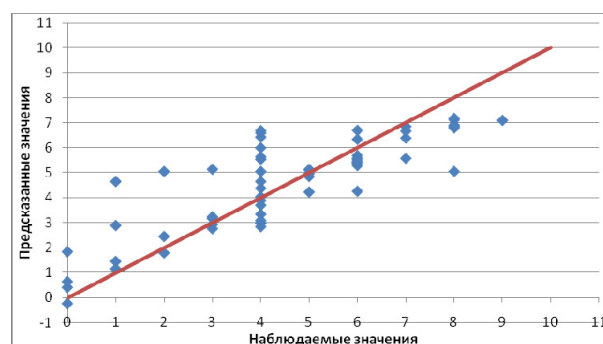


Рис. 3. Диаграмма предсказаний по наблюдаемым значениям

Вариант 2. Построение классифицирующей нейронной сети

При построении классифицирующей нейронной сети моделируемая величина y рассматривается как номинальная переменная, принимающая значения из некоторого ограниченного множества целых чисел.

Следует отметить, что на изначально примененном для экспертного оценивания территориальных органов диапазоне $y = [0; 1; \dots; 9]$, из 5 из 10 значений y представлены менее чем 5 строками исходных данных. Этого количества недостаточно для эффективного обучения классифицирующей нейронной сети. По этой причине исходный диапазон уменьшен следующим образом:

$$\tilde{y} = \begin{cases} 0, & \text{если } y \in [0; 1; 2; 3] \\ 1, & \text{если } y \in [4; 5; 6] \\ 2, & \text{если } y \in [7; 8; 9] \end{cases}$$

Данный диапазон позволяет условно разделить оцениваемые территориальные органы на 3 группы:

0–3 – удовлетворительное состояние противотуберкулезной службы;

4–6 – хорошее состояние противотуберкулезной службы;

7–9 – отличное состояние противотуберкулезной службы.

Для построения нейронной сети использован статистический пакет SPSS Statistics 17 [2]. Разделение на группы «обучения» и «контроля» производилось случайным образом в соотношении 75 % (46 территориальных органов) к 25 % (16 территориальных органов) соответственно. Обучение проведено на сети со следующей структурой: 8 нейронов на входе для каждого из отобранных признаков факторов, 5 нейронов на скрытом слое и 3 нейрона на выходе для каждого из значений $\tilde{y}$ на уменьшенном диапазоне.

В результате обучения нейронной сети было получено 87 % корректных классификаций на обучающей выборке и 94 % на контрольной. Относительные показатели классификации на «обучающей» и «контрольной» группе представлены в табл. 2.

Как видно из представленных данных, примененная технология ИНС продемонстрировала приемлемые результаты при анализе состояния фтизиатрических служб регионов России.

Таблица 2. Относительные показатели классификации

$\tilde{y}$	Группа	Чувствительность, %	Специфичность, %	Общая точность, %
0	«обучающая»	92	100	98
	«контрольная»	75	100	94
1	«обучающая»	81	95	87
	«контрольная»	100	88	94
2	«обучающая»	100	87	89
	«контрольная»	100	100	100

Таким образом, в ходе исследований была разработана методика интегральной оценки качества фтизиатрической помощи в территориальных органах ФСИН. В результате ее внедрения стала возможной стратификация исправительных учреждений по качеству фтизиатрической помощи, что, в конечном счете, позволило не только более обоснованно проводить сравнительный анализ по «напряженности» ситуации, но и адекватно реагировать на изменение таковой.

Библиографические ссылки

1. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г. А. Вороновский, К. В. Махотило, С. Н. Петрашов и др. – Харьков : Основа, 1997. – 112 с. – URL: <http://mahotilo.narod.ru/articles/virtual.pdf> (дата обращения: 14.05.13).

2. Наследов А. SPSS 19. Профессиональный статистический анализ данных. – СПб. : Питер, 2011. – 400 с.

3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика / пер. с англ. Ю. А. Зуева, В. А. Точенова ; под ред. А. И. Галушкина. – М. : Мир, 1992. – 236 с.

S. B. Ponomarev, Doctor of Medicine, Professor, Kalashnikov Izhevsk State technical University

V. E. Odyntsov, Chief phthisiatrician, Administration of health-care provision of Russian Federal Service for Punishment Execution

Cumulative assessment of the quality of TB care in the penal system of Russia

The article is devoted to developing a mathematical model to monitor the evaluation of TB care of the medical service of the penal system in Russia.

Keywords: health-care provision, TB care, expert evaluation, mathematical modeling, penal system

Получено: 07.05.13

УДК 004.732

А. В. Щенятский, доктор технических наук, профессор;

Е. С. Чухланцев, аспирант;

И. М. Щекотуров, студент

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Проведена классификация локальных сетей, рассмотрены преимущества и недостатки различных способов локальных сетей, определены способы математического моделирования локально-вычислительных сетей. Определены задачи для разработки автоматизированной системы проектирования локально-вычислительных сетей.

Ключевые слова: локальные сети, топология сетей, теория графов, виды сетей

В наше время любой бизнес, будь то малый, средний или крупный, использует локально-вычислительные сети (ЛВС). ЛВС используются на всех

предприятиях, в том числе и в государственных учреждениях [2].