

– его среднее квадратичное отклонение. При отклонении любого из показателей на величину, превышающую установленную границу, реакция к стимулу считалась положительной, а диагноз гиперреактивности дыхательных путей установленным. Дополнительно для повышения точности выявленных нарушений была разработана шкала степенной оценки измененной реактивности дыхательных путей, в основу которой положена величина среднего квадратичного отклонения: распределение в интервале  $(1,65 - 3)\sigma$ , от среднего значения относилось к умеренной степени гиперреактивности дыхательных путей,  $(3 - 5)\sigma$  – к значительной, свыше  $5\sigma$  – к резкой степени выявленных нарушений.

Следует отметить, что разработанные диагностические критерии позволяют помочь клиницистам не только улучшить качество проводимой диагностики, но и оценить тяжесть выявленных нарушений. Однако наряду со своевременным выявлением измененной реактивности дыхательных путей, важной проблемой современной пульмонологии является проведение ранней нозологической диагностики хронических обструктивных заболеваний легких. Изучение реакции дыхательных путей к холодному воздуху показало, что при бронхиальной астме и хронической обструктивной болезни легких механизмы формирования бронхоспастической реакции абсолютно разные. Эти различия имеют некоторое математическое выражение в виде построенных нами дискриминантных уравнений и программы на основе использования адаптивных нейро-нечетких сетей ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System), обучаемых и способных принимать решение, основываясь на выявлении скрытых закономерностей в многомерных данных. Предложенные нами математические модели представляют по сути систему поддержки принятия решения и являются одними из доступных способов улучшения качества дифференциальной диагностики хронических обструктивных болезней легких.

## **ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ**

**Л.В. Веремчук, Т.В. Горборукова, П.Ф. Кикю**

(НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения –  
Владивостокский филиал Дальневосточного научного центра  
физиологии и патологии дыхания СО РАМН)

Развитие новых направлений в профилактической медицине требует создания новых теоретических основ профилактической деятельности на базе медико-экологических воззрений, обеспечивающих объяснение причинно-следственных связей механизмов жизнеобеспечения и формирования здоровья человека в зависимости от среды обитания. Конкретный ана-

лиз причинно-следственных связей позволяет оценить специфику региональной обстановки, определить условия возникновения наиболее распространенных заболеваний, провести ранжирование наиболее важных для здоровья факторов среды, а также разработать соответствующие оздоровительные программы. Проблема оценки взаимодействия окружающей среды и человека очень сложна, так как здесь мы имеем дело с тремя множествами: множество факторов воздействия, множество объектов для оценки воздействия и множество ответных реакций объекта на воздействие. Одним из путей решения подобного рода задач является информационно-аналитическое моделирование, что позволяет провести комплексную оценку популяционных процессов в экосистеме.

В рамках программы «Среда – человек – здоровье» был выполнен ряд тем медико-экологического плана. В результате исследований по теме НИР «Установить основные закономерности формирования здоровья населения в антропоэкологической системе» создана «Модель комплексной медико-экологической оценки системы «окружающая среда – здоровье человека», отражающая взаимодействие природно-экологических факторов с показателями здоровья населения.

При составлении модели был решен ряд задач:

разработана 5-балльная оценочная шкала, позволяющая представить разнородную информацию в одной системе исчисления;

разработана номограмма коэффициентов воздействия факторов среды на условия обитания человека. С помощью номограммы коэффициентов путем определения характера воздействия каждого фактора среды оценивается прочность системы «человек-среда» (устойчивый, неустойчивый). Связи действуют на человека в совокупности, усиливая или ослабляя воздействие отдельных факторов среды. Поэтому связи были объединены в отдельный общий показатель воздействия «К», отражающий основные тенденции влияния параметров среды обитания на человека. Метод позволяет расширить возможности оценки среды обитания человека при комплексном взаимодействии климатических, природных, санитарно-гигиенических, социальных факторов;

выведена формула комплексной оценки воздействия факторов внешней среды на человека. В основе формулы взят принцип расчета градиента между восприятием фактического качества параметра среды и «идеального», предложенный В.А. Матюхиным, и дополненный специальным коэффициентом «К». Формула позволяет провести интегральную оценку влияния отдельных факторов и определить их приоритетность в формировании среды обитания человека:

$$K(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \left[ \exp\left(-\frac{(x_i - x_{0i})^2}{2nL_i^2}\right) \right]^{5 \cdot K_i}$$

где:  $K(x_1, \dots, x_n)$  – «функция отклика» на воздействие внешней среды;  $x_i$  – качественное фактическое состояние фактора среды;  $x_{0i}$  – качественное состояние фактора среды в пределах нормы;  $L_i$  – масштабный множитель фактора среды;  $K_i$  – коэффициент значимости фактора среды, рассчитанный на основе номограммы [4];

адаптирована формула В.Л. Каганского для типизации воздействующих на человека факторов среды внутри экосистемы, которая позволила с помощью таксономических расстояний выявить дифференцирующие «синдром-признаки» [4]. Предложенный метод отличается от обычной формулы подсчета таксономических расстояний определением дифференцирующей силы каждого признака в отдельности с определением его специфичности. В результате «признак-синдром» указывает на наличие факта и меры (величины) приоритетности показателя, характеризующего конкретную совокупность. Данный метод является новым подходом при проведении типизации территории, выделении приоритетных средоформирующих факторов ландшафтных комплексов:

$$T_i^k = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_i^k - x_j^k)} \cdot N,$$

где:  $T_i^k$  – таксонометрическое расстояние признака  $i$  в комплексе  $k$ ;  $X_i^k$  – значение  $i$  в комплексе  $k$ ;  $X_j^k$  – значение последующих признаков в комплексе  $k$ ;  $N$  – количество признаков;

разработан алгоритм оценки системы «человек-среда», в основу которого легли математические методы обработки информации: кластерный, факторный, регрессионный анализы. Кластерным анализом, используя принцип «подобия формализации признаков», выделены однотипные по степени экологического напряжения 5 территориальных зон, где экологическая обстановка характеризуется как критическая, сильно напряженная, напряженная, относительно удовлетворительная и удовлетворительная. Факторный анализ по методу «главных компонент» позволяет далее определить ведущие факторы окружающей среды, формирующие класс экосистемы. Выделение факторов, оказывающих наибольшее влияние на состояние здоровья населения, осуществлялось в последующем с помощью уравнения множественной регрессии. Алгоритм позволяет формализовать количественные и качественные признаки в системе «человек-среда», доказать зависимость состояния здоровья населения от экологической ситуации и отдельных факторов окружающей среды, выявить наиболее значимые факторы среды обитания, влияющие на здоровье популяции, дать интегральную оценку экосистемы. При использовании факторного и регрессионного анализов впервые были выделены ведущие факторы среды обитания, оказывающие влияние как на формирование самой экосистемы в различных зонах экологического напряжения, так и на распространение заболеваний среди населения края.

Созданная модель функционирования экосистемы, включающая адаптированную формулу расчета таксономических расстояний признаков ландшафтных комплексов, формулу ответа экосистемы на воздействия факторов окружающей среды, алгоритм оценки системы «человек-среда», отражает взаимодействие природно-экологических факторов с показателями здоровья населения. В свою очередь это позволило классифицировать территорию региона по степени экологического напряжения, рассчитать «экологический ограничитель», выделить факторы окружающей среды, определяющие класс экосистемы, составить прогноз поведения и состояния системы. Разработанная модель, отражающая задачи оптимизации, адаптации структуры популяции к среде обитания, относится к поколению моделей, учитывающих стратегию и тактику поведения экосистемы при изменении параметров внешней среды.

## **ФОРМИРОВАНИЕ УМЕНИЙ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА У СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ЭПИДЕМИОЛОГИИ**

**Е.А. Вильмс, В.В. Далматов, В.Л. Стасенко, Д.В. Турчанинов**  
(Омская государственная медицинская академия)

В середине прошлого века в процессе становления и развития кибернетики сформировалась новая перспективная междисциплинарная область знаний – учение о системах. С позиций этого учения все окружающие нас явления, предметы, процессы, понятия рассматриваются как системы: галактика, солнечная система, государство, семья, организм человека, животного, автомобиль, наука, отрасли науки и практической деятельности, в том числе и здравоохранение. При том имеется в виду, что все перечисленные объекты могут стать и становятся предметом изучения различных наук.

Под системой понимают упорядоченную совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов (подсистем), функционирующих с определенной целью. По своему характеру, происхождению и содержанию системы гетерогенны: биологические физические, политические, абстрактные, реальные, управленческие, простые, сложные и др.

Здравоохранение относится к управленческим системам. Эта система включает совокупность значимых элементов (подсистем) и функционирует с известной целью – управление здоровьем населения для его сохранения и улучшения. Это учение свидетельствует, что каждый элемент системы (подсистема) может рассматриваться как самостоятельная система, включать в себя элементы подсистемы более низкого уровня и т.д. Такой подход к изучению различных явлений позволяет в процессе познания «разложить» их на естественные составляющие части (анализ), установить их