

эффектом. Большое внимание уделено качеству препаратов. Пациенты имеют возможность получать лечение как сидя в специально оборудованных креслах, так и свободно передвигаться (имеются специальные мобильные капельницы-дозаторы).

Оперблок состоит из 3-х SMART-операционных и одной гибридной SMART-операционной, оснащенных цифровым видео-оборудованием, которое позволяет проводить при необходимости в ходе оперативных вмешательств on-line консультации с привлечением специалистов из ведущих клиник мира.

В SMART-палатах для удобства и комфорта пациентов имеются WI-FI – Интернет с возможностью видеоконференций для общения с родственниками или продолжения активной работы во время лечения. Имеется доступ к электронной истории болезни, что дает возможность пациенту и/или его близким контролировать процесс лечения и его качество.

SMART-реанимация оснащена многофункциональными кроватями, отображающими показатели веса больного и жизнедеятельности его организма, камерами постоянного видеонаблюдения. Осуществляется мониторинг основных показателей жизнедеятельности организма: насыщение крови кислородом (рO<sub>2</sub>), ЦВД, ЧД, ЧСС, ЭКГ, ЭЭГ, прочие.

Врачи-реаниматологи, находясь в специально оборудованной ординаторской, имеют возможность в режиме реального времени проводить круглосуточный централизованный врачебный аппаратный мониторинг. Это также повышает качество и эффективность их работы.

Все это стало возможным благодаря внедрению разработанных и созданных сотрудниками информационно-аналитического отдела Клиники совместно с ведущими IT-компаниями, такими в частности, как Hewlett-Packard и i-Core информационных систем и центра обработки данных (ЦОД), при проектировании которых были учтены самые строгие требования по надежности, безопасности и отказоустойчивости.

Это первый в России подобный проект SMART-Клиники, аналогов которому пока нет.

Таким образом, Клиника ОАО «Медицина» выполняя свою основную миссию – оказание пациентам комплексной высокотехнологичной медицинской помощи, использует новейшую лечебно-диагностическую аппаратуру, внедряет современные IT-технологии.

Внедрение в российскую медицинскую практику лучших мировых методов и стандартов высокотехнологичных методов лечения и диагностики, наряду с применением современных систем контроля и фиксации получаемых результатов способствует продлению и улучшению качества жизни пациентов, в том числе с онкологическими заболеваниями.

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОЦЕНКУ РИСКА ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У БОЛЬНЫХ С ДОБРОКАЧЕСТВЕННОЙ ГИПЕРПЛАЗИЕЙ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

<sup>1</sup>Руцкой Р.В., <sup>2</sup>Руденко В.В., <sup>1</sup>Шаталова О.В.

<sup>1</sup>Юго-Западный государственный университет;

<sup>2</sup>Курская государственная сельскохозяйственная академия, Курск, e-mail: SFilist@gmail.com

Развитие послеоперационных осложнений является основной проблемой в лечении больных с доброкачественной гиперплазией предстательной железы (ДГПЖ).

Анализ существующих методик прогнозирования показывает, что для повышения эффективности работы прогнозирующей интеллектуальной системы необходимо объединение достоинств технологий нейронных сетей и систем нечеткого вывода. Для решения данной задачи разработана специализированная гибридная интеллектуальная система, которая использует обучаемые нейронные сети в системе нечеткого вывода на этапе дефuzziфикации.

В качестве основы для разработки гибридной системы выбрана распространенная модель нечеткого решающего модуля, состоящая из блоков фуззификатора, агрегатора и дефуззификатора. В отличие от известной структуры, в которой осуществляется анализ всех признаков исходного пространства, в рассматриваемой системе на этапе фуззификации выполняется разбиение признакового пространства на группы для последующего блочного анализа наборов сгруппированных признаков. Агрегирование выполняется в два последовательных шага.

На первом шаге агрегирования решающих правил выполняется построение структуры групповых агрегаторов, предназначенных для вычисления коэффициентов уверенности, определяющих принадлежности объектов к заданному классу на основании каждой группы признаков.

На втором шаге агрегации для рассчитанных групповых коэффициентов уверенности строятся агрегаторы, позволяющие определить окончательный (финальный) коэффициент уверенности в принадлежности объекта к определенному классу. В качестве дефуззификатора гибридной системы используется нейронная сеть, обучение которой производилось на основе исходных обучающих данных, полученных из анализа существующих результатов хирургического лечения ДГПЖ, содержащихся в историях болезни больницы скорой медицинской помощи г. Курска.

Алгоритм построения системы интеллектуальной поддержки для определения риска послеоперационных осложнений работает

следующим образом. В начале осуществляется обучение системы путем ввода числовых значений признаков объектов, сгруппированных в обучающие данные. На следующем этапе выполняется построение нечетких функций принадлежности и фуззификация признакового пространства. Затем выполняется кодирование списка нечетких операций, выбранных для построения агрегаторов, и рассчитываются длины битовых строк для генетических алгоритмов. После этого инициализируется цикл по всем группам признаков классов, в котором для каждой группы признаков строятся наборы агрегаторов по каждому классу. Затем выполняется построение агрегаторов (финальных агрегаторов) для объединения полученных значений частных коэффициентов уверенности. После завершения обучения выполняется прогнозирование результатов с использованием полученной гибридной системы и оценка качества работы системы. При неудовлетворительном качестве прогнозирования выполняется подстройка отдельных элементов гибридной системы в зависимости от вида ошибок прогнозирования. Если качество прогнозирования признано удовлетворительным, полученная модель структуры гибридной системы сохраняется в разработанном в среде Matlab 7.10 программном модуле.

Для нейросетевого прогнозирования использовались 29 информативных признаков.

Поставленная задача прогнозирования результатов послеоперационных осложнений при хирургическом лечении ДГПЖ характеризуется отсутствием практической возможности эмпирической экспертной оценки наиболее подходящего вида и порядка нечетких операций для каждого из агрегаторов. В связи с этим был разработан способ автоматизированного подбора наиболее эффективных комбинаций нечетких операций, основанный на использовании генетического алгоритма. Подбор осуществляется с использованием встроенного модуля *gatool* из пакета Genetic Algorithm системы Matlab 7.10, который выполняет минимизацию количества ошибок заданной целевой функции.

В качестве обучающей функции выбрана встроенная функция *trainlm*, которая модифицирует значения весов и смещений в соответствии с методом оптимизации Левенберга-Маркара.

Преимуществом данного способа является тот факт, что при наличии ситуаций, в которых действительным исходом хирургического лечения являлся класс не с максимальным коэффициентом уверенности – подобные ситуации будут запоминаться нейронной сетью в процессе обучения и эти сведения отразятся на принятии последующих решений на контрольных данных.

Экспериментальные исследования показывают, что для корректной работы сети в качестве дефузификатора при необходимости разделения данных на три класса достаточно наличие

двух внутренних слоев с четырьмя нейронами в каждом из них.

Таким образом, разработана структура гибридной решающей системы, позволяющая выполнять прогнозирование результатов осложнений при хирургическом лечении ДГПЖ, отличающаяся использованием этапа агрегирования, состоящего из двух последовательных шагов и включающего в себя групповые и три итоговых агрегатора, и применением нейронной сети в качестве дефузификатора системы нечеткого вывода. Предложен алгоритм последовательной настройки гибридной прогнозирующей системы, включающий в себя этапы выбора нечетких функций принадлежности, составление набора нечетких операций для агрегаторов, обучение нейронной сети, используемой в качестве дефузификатора, контроль качества прогнозирования, выполняемого полученной системой. Разработан способ дефузификации нечетких коэффициентов уверенности в модели нечеткого логического вывода с помощью обучаемой нейронной сети, что позволило улучшить качество работы системы за счет того, что в ходе обучения нейронной сети учитывается влияние всех рассчитанных коэффициентов уверенности на результат прогнозирования. Разработан алгоритм автоматизированного составления агрегаторов решающей системы, позволяющий выполнять автоматический подбор эффективного набора нечетких операций и порядка объединения функций принадлежности для расчета коэффициентов уверенности принадлежности объекта к каждому из классов. Подбор осуществляется с применением встроенного модуля генетических алгоритмов *gatool* системы Matlab 7.10, принимающего в качестве цели минимизации разработанную автором специализированную процедуру оценки ошибки прогнозирования.

#### ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПРОГНОЗИРОВАНИИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПЕРИНАТАЛЬНЫХ ИСХОДОВ

Сувернева А.А.

ГБОУ ВПО «Астраханская государственная  
медицинская академия» Минздрава России,  
Астрахань, e-mail: alya.suverneva@mail.ru

На XI Всемирном конгрессе по перинатальной медицине, состоявшемся в июне 2013 г., была подчеркнута особая важность оптимизации демографических процессов в нашей стране. Решение проблем репродуктивных потерь и развитие перинатальной медицины продолжат оставаться важным направлением отечественного здравоохранения и одним из приоритетов социальной политики государства. В последние годы в России отмечается тенденция к снижению перинатальной смертности (ПС) с 12,8‰