

Основными особенностями задачи являются параметрическая неопределённость и сложный вид целевой функции. Любые математические модели, используемые для описания аварийных процессов, имеют большое количество параметров. Величины каждого из них зачастую неточны, т.е. обладают неопределённостью. При анализе задачи, в большинстве случаев, известны нижняя и верхняя границы изменения каждого параметра, т.е. все параметры представлены в интервальной форме, следовательно, естественно решать данную задачу с помощью интервальных методов. В то же время, использование простейших инструментов интервального анализа даёт грубую оценку целевой функции. Таким образом, необходимо решить задачу нахождения области её значений.

Задача нахождения области значений целевой функции $f: D \rightarrow \mathbb{R}$, $D \subset \mathbb{R}^n$ сводится к решению двух задач глобальной оптимизации:

$$\text{ran}(f, D) = \left[\min_{x \in D} f(x), \max_{x \in D} f(x) \right].$$

Для решения данной задачи были использованы интервальные методы глобальной оптимизации.

В ходе экспериментов было установлено, что простейший интервальный алгоритм глобальной оптимизации, псевдокод которого можно найти в [2], не справляется с данной практической задачей. Были реализованы различные его модификации. Ключевыми улучшениями алгоритма являются:

- использование автоматического дифференцирования для построения интервальных оценок первых и вторых частных производных;
- использование дифференциальной центрированной формы для оценки области значений целевой функции и её частных производных;
- использование информации о монотонности целевой функции;
- изменение правила выбора дробимой компоненты ведущего бруса в алгоритме глобальной оптимизации;
- сужение области определения при помощи оператора Кравчика, применённого к градиенту целевой функции.

Алгоритм, реализующий данные модификации, успешно справился с поставленной практической задачей. В ходе работы был реализован программный комплекс на языке Java, позволяющий находить оценку глобального минимума целевой функции. Для данного языка существует библиотека интервальных вычислений «JInterval» [3], которая была использована при решении задачи.

В целом можно сделать вывод, что методы интервального анализа, в частности, развитые в настоящей работе, могут быть успешно применены к решению практических задач оценки рисков, которые имеют параметрические неопределённости в интервальной форме.

Библиографический список

1. Колесников Е.Ю. Количественная оценка неопределённости пожарного риска. Сценарий аварии «Пожар пролива ЛВЖ» // Проблемы анализа риска. – 2014. – Т. 11, №4. – С. 52–66.
2. Шарый С. П. Конечномерный интервальный анализ. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sbras.ru/interval/Library/InteBooks/SharyBook.pdf>.
3. Nadezhin D.Yu., Zhilin S.I. JInterval Library: Principles, Development, and Perspectives // Reliable Computing. – 2014. – vol. 19, pp. 229–247.

УДК 51-74

Принятие управленческих решений врачом медицины катастроф при транспортировке новорожденных

Н.А. Банушкина, И.А. Гладченко
АлтГУ, г. Барнаул

По данным литературных источников примерно 5% (от 2%–7% по данным разных авторов) новорожденных нуждаются в высокотехнологичной, дорогостоящей помощи [1].

Все медицинские учреждения имеют утвержденный протокол консультирования и транспортировки новорожденных. На базе Алтайского центра медицины катастроф создан реанимационно-консультативный блок с выездной реанимационной бригадой. Работа бригады определена приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15 ноября 2012 г. N 921н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «неонатология».

Принятие решений основано на анализе информации большого объема: данных о течении беременности, родов и состоянии ребенка до начала транспортировки. В реанимобиле с аппаратуры снимаются показатели артериального давления и частоты сердечных сокращений, температура тела,

температуры обогревателя, вентиляции легких, проведения кислородно-воздушной терапии. Но этой информации не достаточно.

Бригаде необходимо оперативно использовать в работе приказы, методические рекомендации, схемы лечения, данные о лекарственных средствах [2]. Данный блок информации частично формализован, оперативный анализ данных затруднен.

В настоящее время, проблема эффективного обеспечения информацией врача медицины катастроф при транспортировке новорожденных не решена.

В Алтайском центре медицины катастроф проводятся исследования в этом направлении. На основе искусственных нейронных сетей создана система анализа данных и диагностики перинатального поражения центральной нервной системы. Зарегистрирована программа «Диагностика перинатального поражения центральной нервной системы (диагностика)» [3].

Проводится работа по интеллектуальному анализу данных полученных с аппаратуры. Используются следующие математические методы: искусственные нейронные сети, дискриминантный анализ, факторный анализ, кластерный анализ. Методы классической статистики: непараметрический метод χ^2 , однопараметрический метод Стьюдента, метод Манна-Уитни. Хранение и обработка информации реализуется с помощью облачных технологий. Разрабатываются технологии распределенной обработки данных и распределенных вычислений с использованием многопроцессорных вычислительных систем (многоядерных рабочих станций, персональных суперкомпьютеров и кластерных систем) [4].

Министерством здравоохранения утверждена концепция создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения [5].

Концепция определяет цель, принципы, общую архитектуру, основные этапы создания информационной системы, механизм управления и ресурсного обеспечения, сопровождение системы, а также ожидаемый социально-экономический эффект.

Основной целью создания системы является обеспечение эффективной информационной поддержки процесса управления системой медицинской помощи, а также процесса оказания медицинской помощи, информационной поддержки врача.

Основным элементом этой системы является «электронная медицинская карта», разделы которой содержат метрику и карту пациента, врачебные осмотры, наблюдение за новорожденным (подраздел), состояние пациента [5, 6].

Создание электронной медицинской карты, позволит сформировать полную историю болезни, сохраняя все данные в федеральную базу. Это позволяет получить доступ к карте любому медицинскому учреждению в любое время. Управление и интеграция электронной медицинской информации осуществляется с использованием стандарта обмена HealthLevelSeven.

Стандартизация и профилирование ускорят процесс обмена информацией между медицинскими учреждениями как одного, так и разных профилей направленности, а единая система позволит максимально эффективно использовать все доступные информационные ресурсы.

Создание информационно-аналитической системы поддержки принятия управленческих решений поможет врачу ЛПУ оперативно принять решение лечебного характера.

Использование в практической работе интеллектуальных информационных систем особенно важно в тех областях медицины, где жизнь и здоровье пациента зависит от того, насколько быстро и безошибочно принято врачом решение.

Основные принципы создания системы поддержки принятия решений, формирования базы знаний (БЗ) и алгоритмов анализа изложены в работах [7, 8].

Целью настоящей работы является создание методики принятия решения врачом при транспортировке новорожденных силами центра медицины катастроф.

Выделен класс задач, для которого применение данной методики эффективно. Определены условия и ограничения применения.

Для принятия решений необходим анализ информации большого объема, а, как сказано выше, блок данных (методические указания, схемы лечения, лекарственные средства) не достаточно формализован.

Поэтому, в первую очередь, необходимо разработать структуру базы данных (BD) и базы знаний (BZ), предназначенных для интеллектуального анализа и принятия решений.

Пусть X – множество параметров, характеризующих состояние новорожденного, и принимающих не благоприятные значения. Не благоприятными являются количественные показатели, значение которых отклоняется от нормы в нежелательную сторону, а также качественные признаки, характеризующиеся наличием/отсутствием, не соответствуют норме. Значения данных факторов и их соче-

тание определяют оперативное принятие решения. Под решением понимается необходимость совершения определенных действий, их последовательность, набор лекарственных препаратов, схема лечения.

Пусть Y – множество решений, $X, Y \in BZ$.

Задача решается в предположении, что существует набор параметров влияния $(x_{h1}, \dots, x_{hg}) \in X$, для которого однозначно поставлено в соответствие решение $y_j \in Y$, и это решение единственное.

j – порядковый номер решения в множестве $Y \in BZ$; $1 \leq h_i \leq g$, где h_i – порядковый номер «неблагоприятного» параметра в BD ; g – количество «неблагоприятных» параметров; $g \leq k$, k – общее количество параметров в BD .

Статистические данные, накопленные в центре медицины катастроф, опыт специалистов реанимационно-консультативной блока, схемы лечения, методические указания, приказы министерства здравоохранения являются основой для создания базы знаний требуемой структуры.

Важным условием предлагаемой методики является поддержка базы знаний в актуальном состоянии. С одной стороны, методический блок постоянно обновляется. С другой стороны, в BZ должна накапливаться информация об эффективных решениях, при которых достигнут положительный результат. Для этого в BZ формируется множество результатов – R , в состав которого входит информация о применении рекомендованного решения, результате, оценке эффективности принятых мер. Анализ множества R , может привести к уточнению набора рекомендаций, входящих в решение $y_j \in Y$, где $j = (1 \dots m)$, m – общее количество решений. То есть множество решений должно постоянно совершенствоваться, что приведет к повышению эффективности оказания медицинской помощи при транспортировке новорожденных.

Условия и ограничения определяются сутью задачи – реанимационная транспортировка новорожденных. Решение должно быть принято оперативно, максимально верно, время принятия решения минимально, интерфейс системы поддержки принятия решений максимально простой для понимания, ввода информации и получения результата.

Алгоритм принятия решений

Для каждого $x_i \in BD$, осуществляется сравнение с нормативами по данному показателю $n_i \in N$, $i = (1 \dots k)$, i – номер параметра в базе данных, k – количество параметров. База данных формируется на основании электронной медицинской карты, показателей, снятых в реанимобиле с аппаратуры, дополнительной информации о состоянии ребенка.

На основании анализа формируется подмножество параметров $(x_{h1}, \dots, x_{hg}) \in BD$, значение которых отклоняется от нормы в нежелательную сторону, а качественные признаки, характеризующиеся наличием/отсутствием, не соответствуют норме.

В результате формируется набор параметров влияния (x_{h1}, \dots, x_{hg}) , которому ищется соответствие в подмножестве $X \in BZ$. Соответствие должно быть однозначным. Если данное условие выполняется, то из множества решений $Y \in BZ$, выбирается рекомендованное решение $y_j \in Y$, где $j = (1 \dots m)$, m – общее количество решений.

Следует отметить, что все перечисленные выше действия, могут выполняться аналитической информационной системой без участия реанимационной бригады, которая получает рекомендации от системы в виде методических указаний, рекомендованной схемы лечения и лекарственных препаратов.

Система предполагает возможность ввода врачом дополнительных параметров о состоянии новорожденного. Эти параметры учитываются системой при анализе.

Так как в процессе реанимации и транспортировки новорожденных ситуация может многократно меняться, предусмотрены дополнительные рекомендации, изменение схемы лечения при изменении показателей датчиков аппаратуры или ввода врачом других значений параметров.

В системе предусмотрено ранжирование отклонений от нормативов. Поэтому фактически рекомендованное решение $y_j \in Y$ основывается не только на наборе параметров влияния (x_{h1}, \dots, x_{hg}) , но и на степени отклонения этих параметров от норматива. То есть подмножеству параметров $(x_{h1}, \dots, x_{hg}) \in BD$ ищется соответствие в подмножестве $X \in BZ$ с учетом величины отклонения. Одному и тому же набору параметров в базе знаний соответствует несколько решений, но для конкретной степени отклонения от нормы такое решение одно.

Если соответствие набору параметров влияния в базе знаний не найдено, то анализ проводится по другому алгоритму.

В связи с работой с персональными данными в системе должно быть обеспечение информационной безопасности и защиты персональных данных в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации.

Библиографический список

1. Пальчик А.Б., Шабалов Н.П., Шумилина А.П. Современные представления о перинатальной энцефалопатии // Рос. педиатр. журн. – 2001. – № 1. – С. 31–34.
2. Методические рекомендации по обеспечению функциональных возможностей медицинских информационных систем медицинских организаций [Электронный ресурс]. – URL: – 25.05.2016.
3. Шайдулов А.А., Пиянзин А.И., Шатохин А.С. и др. Диагностика перинатального поражения центральной нервной системы (диагностика). Рег. номер 2003610100 (04.01.2003) // Официальный бюллетень российского агентства по патентам и товарным знакам. – 2003. – №2(43). – С. 23.
4. Шайдулов А.А. Нейросетевая система анализа данных и диагностики перинатального поражения центральной нервной системы: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2005.
5. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2012 N 348 «Об утверждении концепции создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения». – Загл. с экрана. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129014/ – 27.05.2016.
6. Минздравом России утверждена структура электронной медицинской карты [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2013/11/20/1314-minzdravom-rossii-tverzhdena-struktura-elektronnoy-meditsinskoj-karty>. – 25.05.2016.
7. Банушкина Н.А. База знаний экспертной системы «Анализ эффективности управленческих решений» // Известия АГУ. – Барнаул, 2011. – №1.
8. Банушкина Н.А. Информационные системы принятия управленческих решений в классе формализованных задач // МАК–2015 : материалы XVIII региональной конференции по математике. – Барнаул, 2015. –С. 124–128.

УДК 330.131.7

Имитационное моделирование финансовых потоков фонда капитального ремонта МКД с использованием данных по Алтайскому краю на 2014–2043 гг. в среде AnyLogic

*Е.В. Богарова, С.П. Пронь
АлтГУ, г. Барнаул*

Капитальный ремонт (КР) многоквартирного дома (МКД) – это проведение работ по устранению неисправностей изношенных конструктивных элементов общего имущества (ОИ) собственников помещений в многоквартирном доме, в том числе по их восстановлению или замене, в целях улучшения эксплуатационных характеристик общего имущества в многоквартирном доме и повышения безопасности проживания в нём [1]. В настоящее время проблема решения многих вопросов правового и организационного характера, связанных с КР ОИ МКД приобретает все большую остроту, т.к. финансирование КР перекладывается в основном на собственников, а степень износа жилого фонда растёт. При этом обязательства государства по КР на момент приватизации собственности не выполняются, что усложняет управление потоками средств, собираемых и направляемых на КР. Все это увеличивает риски по невыполнению необходимого объёма ремонтных работ в заданные сроки.

Представленная в [2–4] математическая модель «взаимного финансирования КР ОИ МКД», т.е. накопления средств на счете регионального оператора, позволяет провести имитационный эксперимент на примере данных красной программы «Капитальный ремонт общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Алтайского края» на 2014–2043 годы [1]. Такой длительный период определен программой в связи с учетом межремонтных сроков проведения работ по отдельным конструктивным элементам МКД и сроков, необходимых для накопления средств, достаточных для проведения работ по КР МКД.

В [2] предполагается, что источниками финансирования при недостаточности средств на счете регионального оператора могут быть средства федерального бюджета, средства бюджета субъекта РФ, местного бюджета, а также, при принятии общим собранием собственников соответствующего решения, кредитные средства или дополнительные взносы. При этом в случае отсутствия дополнительных источников для покрытия недостатка средств на запланированный капитальный ремонт общего имущества МКД такой ремонт производится, исходя из накопленных на счете средств фонда капитального ремонта, при достаточном их количестве или проводится меньшее количество выбо-