

УДК 004.9:519.676:619

doi: 10.32620/reks.2018.3.05

Е. В. ВЫСОЦКАЯ¹, М. А. ГЕОРГИЯНЦ², А. И. ПЕЧЕРСКАЯ¹,
А. П. ПОРВАН¹, Н. Н. БОГУСЛАВСКАЯ²

¹ Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

² Харьковская медицинская академия последипломного образования, Украина

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫБОРА КОРРЕКТИРУЮЩИХ СРЕДСТВ ПРИ СТРЕССОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА БИООБЪЕКТ

Глобальные климатические изменения и усиление воздействия человечества на природу оказывают стрессовое воздействие на биологические объекты. В сложившейся обстановке необходимо разрабатывать технологии защиты биологических объектов и коррекции их состояния. При наличии нескольких альтернативных корректирующих средств возникает задача разработки информационной технологии выбора оптимального из них для данного биологического объекта в конкретной ситуации. В работе предложено математическое и методическое обеспечение такой технологии. Сформулированы логические правила для каждого из возможных корректирующих средств. Для синтеза логических правил предложено использовать метод формирования вероятностного заключения. Построены контекстная диаграмма и диаграмма декомпозиции первого уровня информационной технологии выбора корректирующих средств при стрессовом воздействии на биообъект, которая описывает вход, выход, управляющие воздействия, функциональные информационные процессы, накопители данных, внешние сущности и движение потоков данных между ними. В основу работы предлагаемой информационной технологии положены восемь взаимосвязанных подпроцессов. Построена информационно-логическая модель данных, отражающая все объекты и события, информацию о которых необходимо хранить, и связи между ними. На основе разработанной информационной технологии предложена структура информационной системы, которая позволит автоматизировать процедуру выбора корректирующих средств. Структура системы представляет собой пять взаимосвязанных модулей, выполняющих функции системы. Определены сильные и слабые стороны разработки. Проанализированы перспективы развития и возможные трудности, которые могут возникнуть при ее внедрении. Применение разработанной информационной технологии на примере выбора анестезиологического обеспечения травматологической операции позволит автоматизировать процесс выбора анестезиологического обеспечения травматологической операции, облегчит работу врача и повысит качество оказания медицинской помощи пациентам.

Ключевые слова: база данных, обеспечение анестезиологическое, модель регрессионная, период периперационный, технология информационная.

Введение

Изменения экологической обстановки, усиление воздействия стрессоров техногенного характера на биологические объекты требует разработки новых технологий выбора средств, корректирующих состояние биологических объектов, в том числе людей, при стрессовом воздействии.

Одним из наиболее ярких примеров стрессового воздействия на организм человека является травматологическая операция. В настоящее время хирургическая ортопедия и травматология располагает широким спектром корригирующих и восстановительных операций, в том числе с использованием современных высокотехнологичных материалов и конструкций. Арсенал хирургических вмешательств на опорно-двигательном аппарате только в клинике

военной травматологии и ортопедии включает более 1500 наименований. Большинство этих операций характеризуется высокой сложностью, длительностью, многоэтапностью, значительной травматичностью и кровопотерей.

Разносторонний контингент больных, большинство из которых отягощены множеством сопутствующих заболеваний, требует индивидуального подхода к выбору анестезии и объему лечебных мероприятий. Особенности ответной реакции организма при травмах, операциях на опорно-двигательном аппарате обязывают при внедрении новых методик анестезии учитывать как длительность и агрессивность оперативных вмешательств, так и морфофункциональные нарушения, связанные с наличием сопутствующей патологии, возрастными изменениями органов и систем больного.

Боль, страх, психоэмоциональное напряжение являются обязательными спутниками травм. Поэтому, наряду с хирургической помощью, обезболивание при травмах следует рассматривать как важнейший элемент патогенетического лечения тяжелых повреждений [1].

Необходимость выбора наиболее безопасных и «щадящих» методов анестезии при травматологических операциях сопровождается необходимостью обработки и анализа большого количества динамической информации о состоянии пациента в периоперационном периоде и, как следствие, требует внедрения информационных и компьютерных технологий в работу анестезиологов.

1. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В анестезиологии проблема непрерывного контроля диагностических параметров имеет важное значение, так как в данной сфере медицинской деятельности мониторинг состояния больного обеспечивает его безопасность. Врач-анестезиолог, планируя проведение анестезиологического пособия, должен отдать предпочтение тому методу обезболивания, который будет иметь максимальный эффект, минимизирует риск для жизни больного, обеспечит антистрессорную защиту и будет обладать наименьшим психоповреждающим действием. При травматологических операциях необходимо учитывать локализацию и характер повреждения, возраст, сопутствующую патологию, индивидуальные особенности пациента, а также предполагаемую длительность и травматичность самого оперативного вмешательства. Именно рациональный выбор метода анестезии способствует более благоприятному течению всего периоперационного периода, а, значит, способствует более ранней выписке больного.

Воздействие любого оперативного вмешательства на организм пациента является серьезным стрессом для него. И, если антистрессовая защита неэффективна, то полифункциональные изменения, которые развиваются в ответ, приводят к опасным для пациента синдромам, нарушающим регуляторные механизмы.

Одними из критериев адекватности антиноцицептивной защиты во время операции являются стабильные показатели гемодинамики [2]. Это свидетельствует о необходимости рассмотрения показателей гемодинамики и маркеров стресса для объективизации адекватности анестезиологического обеспечения и обоснования выбора метода анестезии при травматологических операциях.

Как конкурирующие варианты рассматриваются методики общей и регионарной анестезии [3].

Появление в клинической практике современной медицинской аппаратуры, включая наркозно-дыхательную, аппараты и системы замещения утраченных функций организма человека, привело к созданию эффективных методов управления состоянием организма при проведении хирургических операций. В этих условиях непрерывное мониторирование физиологических показателей, позволяет определять реакцию организма на развитие операционного стресса, действие наркоза, изменение факторов внешней среды.

Кроме указанного метода непрерывного мониторирования, который используется непосредственно во время проведения оперативного вмешательства, на сегодняшний день широкое распространение получили методы, основанные на ретроспективном анализе клинических данных, эффективность которых подтверждается эмпирически.

Так, известен метод выбора анестезиологического обеспечения при оперативных вмешательствах, основанный на определении перекисной резистентности эритроцитов (ПРЭ) и выявлении гемолиза. При достижении показателя ПРЭ 12% и выше в качестве анестезии выбирают нейролептаналгезию, иначе – проводят перидуральную анестезию [4].

Также существует метод определения анестезиологического обеспечения операций при тяжелой черепно-мозговой травме путем премедикации внутривенным введением атропина и димедрола [5]. Недостатком метода являются существенная нестабильность гемодинамики, обуславливающая высокую степень операционно-анестезиологического риска, и необходимость применения значительных доз анестетиков.

Кроме того, при определении типа анестезии в периоперационном периоде авторами используются методы математической статистики, нейронных сетей и теории нечетких множеств. Эти методы хорошо зарекомендовали себя при решении различных задач прогнозирования [6 - 8].

Известен метод выбора рационального анестезиологического обеспечения и оценки эффективности терапии на основе аппарата нечеткого принятия решений Такаги-Сугено-Канга, позволяющий решать задачи определения типа анестезии в условиях нечеткого представления данных в виде лингвистических термов [9]. Однако, его недостатком является низкая селективность при работе с числовыми значениями и ориентация на непрерывно поступающие сведения мониторингования состояния человека.

Другим примером может служить метод выбора анестезиологического обеспечения при холецистэктомии [10], основанный на расчёте геометрических характеристик показателей variability сердечного ритма человека с последующим приме-

нением кластерного анализа и определением принадлежности объекта к одной из трех прогнозируемых групп (трех видов анестетиков) с использованием метода K-mean. Хотя использованием метода K-mean и предполагает некоторую устойчивость по отношению к выбросам, однако вынуждает строго фиксировать центры исследуемых групп, что снижает общую эффективность разбиения на группы и уменьшает общую точность прогноза.

В анестезиологии и медицине критических ситуаций активно используются информационные технологии и системы. Информационная система GE Centricity Critical Care [11] обеспечивает: сбор и обработку данных о динамике важнейших показателей состояния пациента, накопление и хранение их в памяти компьютера; отображение динамики показателей состояния больного графическими трендами и на цифровом табло; формирование заключения в виде амбулаторной карты. Однако данное АРМ не позволяет поддерживать решение анестезиолога при выборе способа анестезии и прогнозировать состояние пациента после операции.

Для математического моделирования физиологии боли в [12] предлагают использовать математическую модель, основными компонентами которой являются такие качественные характеристики как вид повреждающего фактора, характер боли, характеристики работы нервных волокон и нейронов нервных отделов ЦНС. Однако данная модель описывает лишь общую физиологию боли и не позволяет прогнозировать возникновение болевых ощущений в послеоперационном периоде в зависимости от состояния пациента перед операцией.

Также разработана медицинская информационная система Reflex intelligent agent. Эта система объединяет разрозненные источники данных, доступные в операционной. Технология поддержки принятия анестезиологических решений основывается на матрице решений, содержащей установленную детерминированную физиологическую базу правил.

Эта система позволяет создавать и вести компьютерные анестезиологические карты, чтобы обеспечивать регистрацию динамики физиологических параметров пациента и действий анестезиолога. Однако, используемая технология не позволяет оценивать, какое анестезиологическое обеспечение является оптимальным на том или ином этапе периоперационного периода [13].

Клиническая значимость аварийных сигналов от мониторов пациентов [14] очевидна. Поэтому программа "Электронная история болезни" предназначена для ведения документации и статистики в хирургическом, терапевтическом и урологическом

отделении стационара, а также центре амбулаторной хирургии поликлиники, поликлиническом консультативном приеме, оснащенная функцией сигнализирования при выявлении критического состояния пациента, не только существенно ускоряет и упрощает заполнение историй болезни не в ущерб качеству информации, которая вносится в историю, но и помогает медперсоналу своевременно оказать требуемую больному помощь. Однако эта программа предназначена лишь для автоматизации документооборота, и не осуществлять поддержку решений анестезиолога.

Система автоматизированного контроля и управления [15] физиологическими параметрами пациента во время хирургического вмешательства включает анализ текущей физиологической информации. Оценка результата может быть получена на основании аппаратной регистрации, мониторинга наблюдения и анализа совокупности признаков, определяющих искомый уровень анестезии и параметры гемодинамики.

Однако данная система не позволяет прогнозировать уровень боли в послеоперационном периоде.

Таким образом, разработка информационной технологии и системы выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде, которая позволит сократить время и повысить качество обработки и анализа клинической информации, а также обеспечит поддержку принятия решений анестезиолога, является актуальной задачей.

2. Цель и задачи исследования.

Целью настоящей работы является разработка информационной технологии выбора корректирующих средств при стрессовом воздействии на биообъект на примере выбора анестезиологического обеспечения травматологической операции. Это позволит автоматизировать обработку, анализ, хранение медико-диагностической информации о пациенте, необходимой для выбора анестезиологического обеспечения в ходе травматологической операции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать метод выбора анестезиологического обеспечения травматологической операции;
- провести функциональное моделирование бизнес-процессов информационной технологии выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде;
- провести SWOT-анализ разработанной технологии.

3. Разработка информационной технологии выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде

Одним из ключевых вопросов синтеза информационной технологии выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде является разработка ее математического и методического обеспечения.

Концепция метода выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде подразумевает реализацию следующих шагов.

Первым шагом метода является формирование генеральной совокупности пациентов, данные которых послужат для обучения и валидации математических моделей. Генеральную совокупность составили данные 102 пациентов, со средним возрастом $33,5 \pm 0,7$ года, оперированные в плановом порядке по поводу травм конечностей. В зависимости от вида анестезии больные были разделены на 3 группы: I – пациенты, прооперированные в условиях проводниковой анестезии, II – проводниковой анестезии с седацией, III – внутривенной анестезии.

После подачи больного в операционную, где проводили катетеризацию периферической вены, измеряли артериальное давление (АД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС), подключали монитор с постоянным электрокардиографическими (ЭКГ) контролем, автоматическим измерением АД и SpO₂ (насыщение гемоглобина кислородом), на операционном столе внутривенно применяли атропин – $0,006 \pm 0,001$ мг/кг, дифенгидрамин – $0,13 \pm 0,004$ мг/кг, диазепам – $0,13 \pm 0,002$ мг/кг, омнопон – $0,3 \pm 0,005$ мг/кг.

Пациентам I и II групп проводили блокады нервов 1% раствором лидокаина, в средней дозе $9,1 \pm 0,2$ мг/кг, с добавлением бупренорфина в качестве адьюванта, в средней дозе $1,0 \pm 0,02$ мкг/кг, и эпинефрина (1: 400000), поддерживая тесный контакт с пациентом для постоянного контроля уровня его сознания. Для идентификации нервных стволов использовали электростимулятор «Stimuplex HNS 12» («B. Braun Melsungen AG», Germany), отрицательный полюс которого подсоединяли к одноразовой электроизолированной игле «Stimuplex A» 21 G («B. Braun Melsungen AG», Germany), а положительный – фиксировали на теле больного. По мере приближения иглы к нервному стволу, неоднократно совершая аспирационную пробу, получали сокращение соответствующей группы мышц в ответ на раздражение электрическим импульсом. После негативной аспирационной пробы и введения тест-дозы (2 мл) местного анестетика осуществляли ин-

фузию расчетной дозы 1% раствора лидокаина в сочетании с бупренорфином. В течение следующих 20-30 минут пациенты находились под наблюдением с оценкой развития эффектов периферического блока (симпатолитического, сенсорного, моторного).

Во II группе проводили седацию путем постоянной инфузии 1% раствора пропофола, в средней дозе $2,0 \pm 0,2$ мг / кг / ч, шприцевым насосом «Asena GH» («Alaris», United Kingdom). На протяжении всего оперативного вмешательства больным давали кислород через маску, FiO₂ – 0,5.

Пациентам III группы выполняли внутривенную анестезию с искусственной вентиляцией легких (ИВЛ), индукцию проводили тиопенталом натрия, в средней дозе $9,1 \pm 0,6$ мг/кг, поддержку анестезии осуществляли с помощью постоянной инфузии шприцевым насосом «Asena GH» («Alaris», United Kingdom) 1% раствора пропофола, в средней дозе $4,6 \pm 0,4$ мг/кг/ч, анальгезию обеспечивали фентанилом, в средней дозе $6,2 \pm 0,4$ мкг/кг/ч, миоплегию во время оротрахеальной интубации трахеи осуществляли сукцинилхолином, в средней дозе $2,6 \pm 0,1$ мг/кг, во время операции – поддерживали пипекурония бромидом, в средней дозе $0,04 \pm 0,004$ мг/кг. Интраоперационную ИВЛ проводили респиратором «Бриз» (Украина) в режиме CMV (Controlled Mechanical Ventilation, режим контролируемой обязательной вентиляции) – со следующими параметрами: дыхательный объем – 6-8 мл/кг, частота дыхательных движений – 15-16 мин.⁻¹, FiO₂ – 0,5.

Средняя продолжительность оперативного вмешательства составила $90,8 \pm 3,6$ мин. в I группе пациентов, где проводили проводниковую анестезию, $94,9 \pm 5,1$ мин. – во II группе пациентов, где выполняли проводниковую анестезию с седацией и $102,5 \pm 4,9$ мин. – в III группе пациентов, которые были прооперированы в условиях внутривенной анестезии.

Уровень среднего артериального давления (САД) на этапах периоперационного периода был стабильным у пациентов всех групп. Отмечалось повышение ЧСС у пациентов I и II групп на травматическом этапе до $87,4 \pm 1,6$ и $88,4 \pm 1,5$ мин.⁻¹, соответственно, при сопоставлении с уровнем до операции ($p=0,001$), что объясняется действием эпинефрина, который добавлялся к местному анестетику, и «присутствием» больного на операционном столе у пациентов, которым проводили проводниковую анестезию, но повышение ЧСС было клинически несущественным. У пациентов III группы ЧСС повысилась впервые послеоперационные сутки до $87,5 \pm 1,5$ мин.⁻¹ по сравнению с исходным значением и этапами операции ($p=0,001$) и была достоверно выше по сравнению с пациентами I и II групп

($p=0,007$ и $p=0,001$, соответственно), что, по всей видимости, связано с болевым синдромом. Уровни маркеров стресса (глюкозы, кортизола и инсулина) перед операцией были сопоставимы у пациентов всех групп, а на этапах операции – в пределах референтных значений. Кортизол-инсулиновое соотношение (К/І) на этапах операции повышалось у пациентов, прооперированных в условиях проводниковой анестезии, в 2,2 и 1,8 раза, соответственно ($p=0,001$), что можно объяснить «присутствием» больного на операционном столе. В первые послеоперационные сутки у больных I группы отмечались гипергликемия, $6,5 \pm 0,3$ ммоль/л ($p=0,001$), и повышение индекса НОМА (The Homeostatic Model Assessment) до $3,2 \pm 0,4$ ($p=0,001$), а у пациентов, которым применяли внутривенную анестезию, – тенденция к гиперкортизолемии, $574,4 \pm 49,7$ нмоль/л ($p=0,001$), и повышение К/І в 2,3 раза ($p=0,003$), что может быть объяснено развитием стресс-реакции в периоперационном периоде у пациентов данных групп.

Развитие ПОКД не наблюдалось у исследуемых пациентов. Снижение когнитивных показателей происходило у $12,5 \pm 6,0\%$ пациентов I группы, у $13,6 \pm 5,0\%$ – II группы, и у $26,9 \pm 9,0\%$ – III группы. Достоверного отличия частоты снижения когнитивных функций в группах не выявлено. Уровень снижения когнитивных функций был самым большим у больных, которые были прооперированы в условиях внутривенной анестезии, но он не достигал $10,0\%$ для диагностирования ПОКД.

Периоперационный мониторинг включал контроль систолического (АДс), диастолического (АДд) и САД неинвазивным методом, ЧСС, электрокардиографию и пульсоксиметрию с помощью монитора G3L («Heaco», United Kingdom). В протокол исследования были включены показатели АДс, АДд, САТ, ЧСС и SpO₂.

Индекс НОМА и кортизол-инсулиновое соотношение (К/І) вычисляли по формулам:

$$\text{НОМА} = \frac{\text{Глюкоза(ммоль / л)} * \text{Инсулин(мкМЕ / мл)}}{22,5},$$

$$\text{К / І} = \text{Кортизол(нмоль / л)} * \text{Инсулин(мкМЕ / мл)}.$$

Тестирование когнитивных функций у пациентов проводили с помощью Монреальской шкалы когнитивной оценки (Montreal Cognitive Assessment, МОСА), методики «кратковременная память» (КП) и «числовой квадрат» (ЧК) в первой половине дня перед операцией и впервые сутки после операции.

Вторым шагом метода выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде

является выявление предикторов развития боли после операции и моделирование зависимости вероятности развития сильной боли (более 3 баллов по шкале ВАШ) в послеоперационном периоде от выявленных предикторов. Для этого использовали математический аппарат бинарной логистической регрессии с расчетом отношения шансов (ОШ). Для исследования качества синтезированной математической модели проводился ROC-анализ [11]. В результате была получена математическая модель определения вероятности сильной боли:

$$\hat{P} = \left[1 + e^{-(-0,006 \cdot x_1 + 0,172 \cdot x_2 + 1,250 \cdot x_3 - 28,716)} \right]^{-1},$$

где \hat{P} – вероятность развития сильной послеоперационной боли, x_1 – САД до операции, x_2 – ВАШ до операции, x_3 – МОСА до операции.

На третьем шаге предлагаемого метода происходит выбор тактики обезболивания в периоперационном периоде. Это многофакторная задача, требующая формализации экспертных знаний. Для этого наиболее целесообразным является формулирование и анализ логических правил для каждой из возможных тактик обезболивания. Для синтеза логических правил выбора тактики обезболивания был использован метод формирования вероятностного заключения. Характерные значения показателей для каждой из возможных тактик анальгезии указаны в табл. 1.

После того, как были обнаружены скрытые закономерности в клинических и анамнестических данных у пациентов с травмами конечностей и возможными вариантами анестезиологического обеспечения, была создана база знаний на основе выявленных закономерностей. В базе знаний содержатся факты, на основе которых производится выработка решения. Фрагмент факторов для выработки решения представлен на рис. 1.

Далее, осуществляется выбор тактики обезболивания на основе метода формирования вероятностного заключения и байесовского решателя. Фрагмент набора правил решателя представлен на рис. 2.

В начале описания правила вывода задается результат, вероятность которого изменяется в соответствии с этим правилом. Процесс соображений реализуется на основе базы знаний и рабочей памяти.

Из рисунка 2 можно увидеть, что для тактик анальгезии Та1 – проводниковая анестезия, Та2 – проводниковая анестезия с седацией, Та3 – внутривенная анестезия, всегда существует априорная вероятность $P = 0,33$.

Таблиця 1

Характерные значения показателей для каждой из возможных тактик аналгезии, применяемых при плановых операциях по поводу травм конечностей

№ п/п	Выявленный показатель	Значение показателя	Количество правил	Описание
1	A1	-	2	Наличие аллергической реакции на местный анестетик
2	A2	+	3	Наличие согласия пациента
3	A3	-	3	Наличие хронических заболеваний легких
4	A4	+	2	Наличие хронических заболеваний сердца
5	A5	-	3	Наличие заболеваний нервной системы
6	A6	+	2	Уровень когнитивных функций по шкале МОСА 26 баллов и выше
7	A7	+	2	Вероятность сильной боли после операции выше 0,5
8	A8	+	2	Уровень САД выше 120
9	A9	+	2	Уровень ДАД выше 80

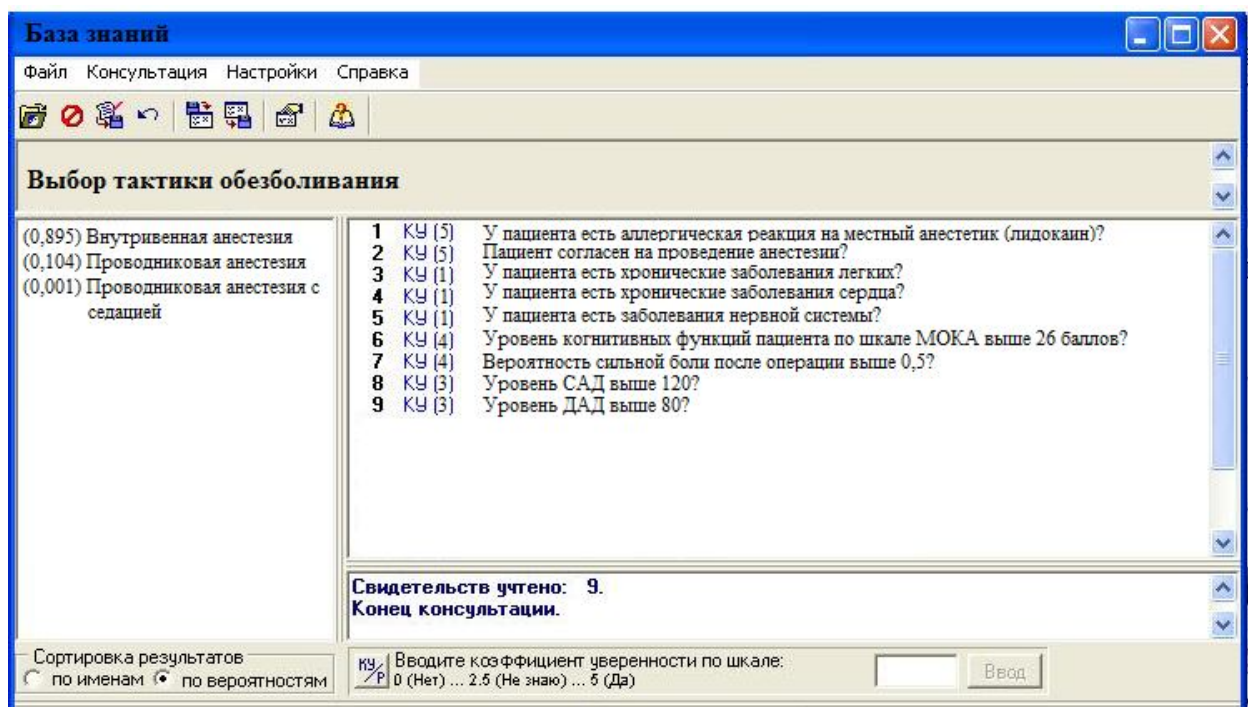


Рис. 1. Фрагмент базы знаний для выработки решения о выборе тактики обезболивания

Ta1, 0.33, 1, 0.9, 0.1, 2, 0.7, 0.3, 3, 0.7, 0.3, 4, 0.2, 0.8, 5, 0.3, 0.7, 6, 0.9, 0.1, 7, 0.9, 0.1, 8, 0.7, 0.3, 9, 0.7, 0.3,
 Ta2, 0.33, 1, 0.2, 0.8, 2, 0.9, 0.1, 3, 0.9, 0.1, 4, 0.8, 0.2, 5, 0.1, 0.9, 6, 0.8, 0.2, 7, 0.1, 0.9, 8, 0.4, 0.6, 9, 0.4, 0.6,
 Ta3, 0.33, 1, 0.1, 0.9, 2, 0.8, 0.2, 3, 0.8, 0.2, 4, 0.6, 0.4, 5, 0.2, 0.8, 6, 0.2, 0.8, 7, 0.4, 0.6, 8, 0.6, 0.4, 9, 0.6, 0.4,

Рис. 2. Фрагмент набора правил решателя

При ответе «Да» на первый вопрос апостериорная вероятность составляет:

$$P_{\text{апостериорная}} = \frac{0,1 \cdot 0,9}{0,1 \cdot 0,9 + (1 - 0,1) \cdot 0,1}$$

При ответе «Нет» на первый вопрос апостериорная вероятность составляет:

$$P_{\text{апостериорная}} = \frac{(1 - 0,9) \cdot 0,1}{(1 - 0,9) \cdot 0,1 + (1 - 0,9) \cdot (1 - 0,1)}$$

С дальнейшими вопросами были выполнены аналогичные действия.

Для тактик аналгезии Ta2 и Ta3 апостериорные вероятности вычислялись аналогично.

В результате выполнения последнего шага для каждой из возможных тактик обезболивания рас-

считывается вероятность ее выбора для конкретного пациента.

Разработанный метод был положен в основу информационной технологии выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде.

Для высокоуровневого описания информационной технологии в функциональном аспекте создали модели в нотации IDEF0. Для построения контекстных диаграмм использовали среду BPwin [16].

На рис. 3 представлена контекстная диаграмма бизнес-процесса «Выбор анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде», который является бизнес-процессом верхнего уровня.

Входная информация изображена на диаграмме (рис. 3) стрелками, которые показаны с левой стороны блока. В качестве входной информации выступают результаты опроса пациента, результаты мониторингования его состояния во время оперативного вмешательства, которое предпринимается по поводу травмы, результаты клинико-диагностического обследования пациента.

Управляющей информацией (показана с левой стороны блока) являются медицинская нормативно-правовая документация, метод бинарной логической регрессии, алгоритм симметричного шифрования.

Результатом рассматриваемого бизнес-процесса является медицинское заключение о рекомен-

дуемой тактике обезболивания. Он изображён стрелкой, которая показана с правой стороны блока.

Врач - анестезиолог, клинико-диагностическая лаборатория, клиническая ИС выступает как механизм, который осуществляет преобразование входной информации с целью получения результата.

Первый уровень декомпозиции моделируемого бизнес-процесса «Выбор анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде» в нотации IDEF3 представлен на рис. 4.

Как показано на рис. 4, бизнес-процесс верхнего уровня был декомпозирован на 8 подпроцессов:

- 1 – регистрация информации о пациенте;
- 2 – шифрование личных данных пациента;
- 3 – обработка информации;
- 4 – оценка состояния пациента;
- 5 – прогнозирование уровня боли после операции;
- 6 – выбор тактики обезболивания;
- 7 – дешифрование личных данных пациента;
- 8 – формирование медицинского заключения о рекомендуемой тактике обезболивания.

Эти информационные подпроцессы представляют собой функции информационной технологии, которые преобразуют входную информацию в выходную.

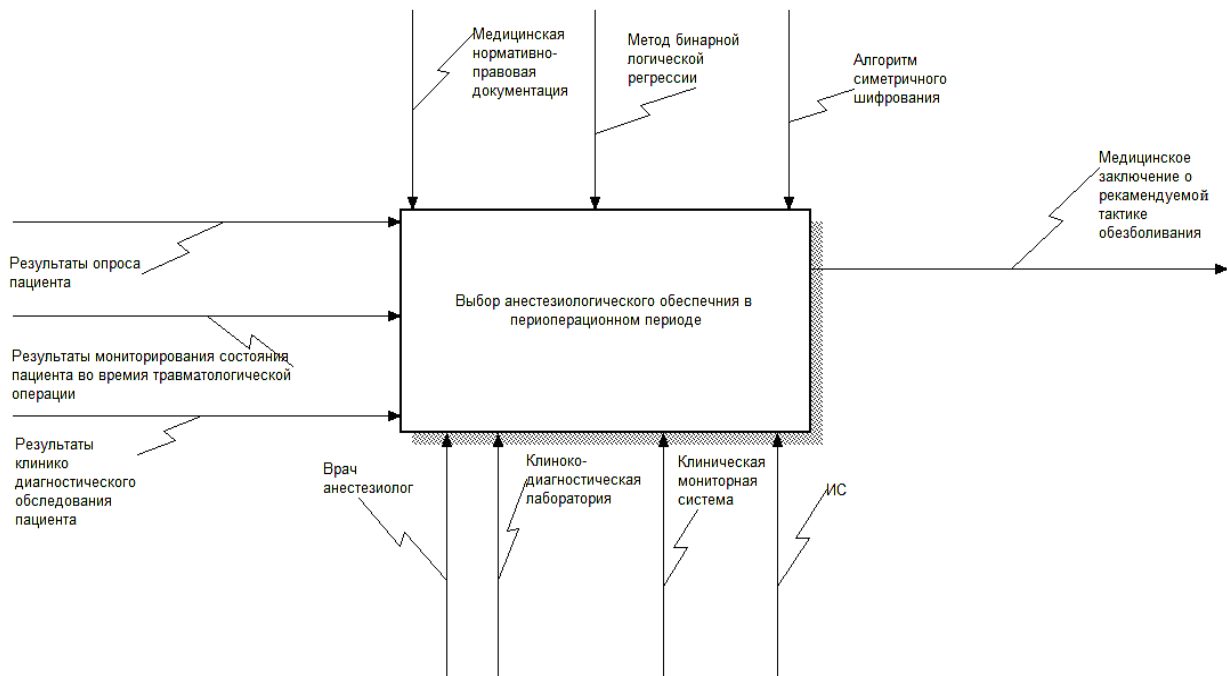


Рис. 3. Контекстная диаграмма бизнес-процесса «Выбор анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде»

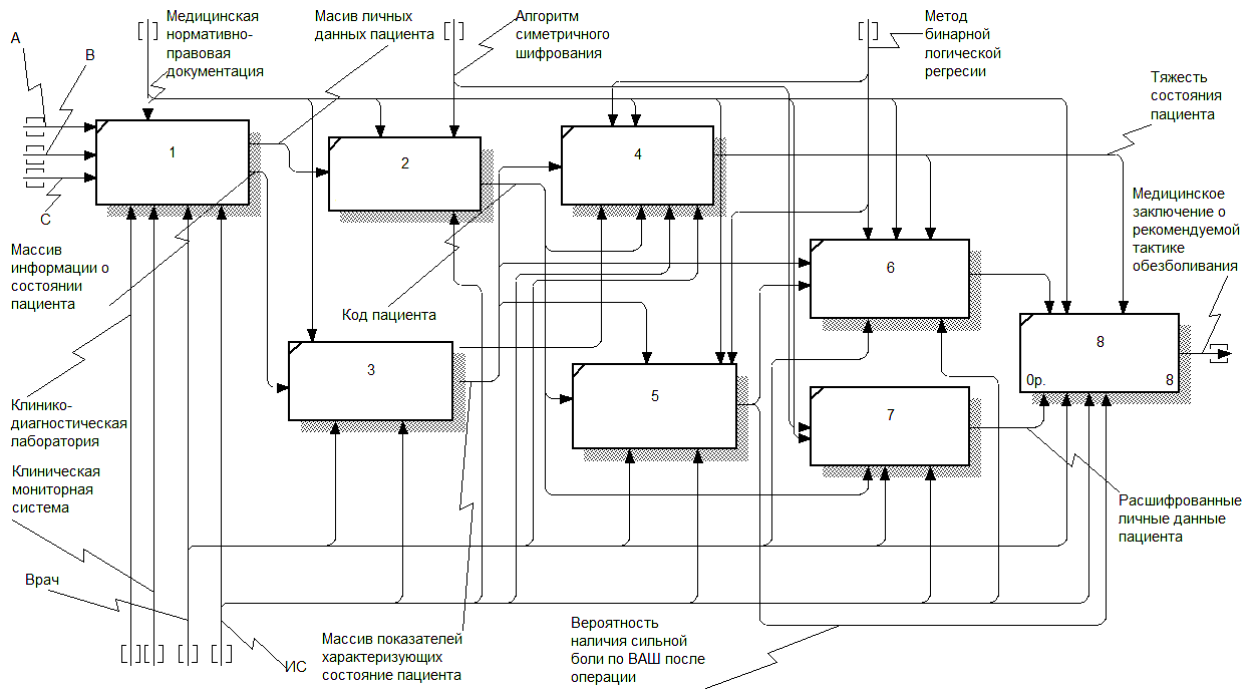


Рис. 4. Декомпозиция бизнес-процесса «Выбор анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде»

Подпроцесс регистрации информации о пациенте заключается в преобразовании анамнестических, диагностических и личных данных больного в электронную форму.

Подпроцесс обработки информации предусматривает кодирование результатов опроса, обследования и мониторингования состояния пациента, определение отклонения значений параметров от нормы, и формирование массива параметров, которые характеризуют состояние больного.

Подпроцесс определения состояния пациента предусматривает оценку тяжести травмы пациента по шкале TraumaScore [17].

Подпроцесс прогнозирования уровня боли по ВАШ после операции заключается в расчете вероятности возникновения сильной боли после операции по уравнению бинарной логистической регрессии [18].

Подпроцесс выбора тактики обезболивания в периоперационном периоде заключается в анализе логических правил для каждого из вариантов анестезиологического обеспечения.

Подпроцессы шифрования и дешифрования обеспечивают конфиденциальность личных данных пациентов на основе алгоритма симметричного шифрования в соответствии с ДСТУ 3396 0-96, который рекомендуется для использования в Украине. Для получения доступа к конфиденциальной информации используется электронная подпись врача.

Информационная технология выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном пе-

риод при травматологических операциях предусматривает работу с медико-биологическими данными, которые могут подаваться в реальном масштабе времени или храниться в базе данных (БД). Поэтому проектирование модуля хранения данных является важнейшей задачей.

Для создания модуля хранения данных информационной технологии выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде было решено использовать реляционную модель БД, так как реляционные базы данных стали наиболее распространенными благодаря таким своим преимуществам:

- математическим аппаратом для работы этой модели является алгебра отношений (реляционная алгебра или алгебра Кодда);
- данные в таблице независимы, что позволяет оперативно изменять структуру базы данных, что способствует легкому изменению всех связей в этой модели;
- расширение структуры баз данных осуществляется простым добавлением новой таблицы.

Важным требованием к отношениям реляционной модели является нормализация данных, представленных в табличной форме. Первоначально нормализована таблица содержит строки, в которых для каждого атрибута есть только одно из возможных значений.

Построенные диаграммы (рис. 3, 4) позволили определить сущности – объекты и события, информацию о которых необходимо хранить. Каждой

сущности присвоено уникальное наименование, определены ее атрибуты и заданы ограничения целостности.

На этапе концептуального проектирования были выделены 11 сущностей: «Doctor», «Patient», «Recommendations», «MOCA», «MOCA scale», «Hospitalization», «Diagnosis», «Surgery», «Lab tests», «Instr examination», «Examinations», «Monitoring», «Anesthesia», «Pain», «Test», «Norm», необходимых для хранения данных о пациенте и его функциональном состоянии. Целостность данных обеспечивается заданием первичных ключей: «Doctor ID», «Patient ID», «Recommendations ID», «MOCA_ID», «MOCA scale ID», «Hospitalization ID», «Diagnosis ID», «Surgery ID», «Lab tests ID», «Instr examination ID», «Examinations ID», «Monitoring ID», «Anesthesia ID», «Pain ID», «Test ID», «Norm ID».

Сущность «Patient» содержит атрибуты личных данных о пациенте.

Сущность «Doctor» – атрибуты данных о враче.

Сущность «Recommendations» – атрибуты данных о рекомендациях врача на счет режима, диеты, терапии и реабилитации больного.

Сущность «MOCA» – атрибуты данных о результатах оценки когнитивных функций пациента с использованием Монреальской шкалы когнитивной оценки.

Сущность «MOCA scale» – атрибуты данных о результатах оценки когнитивных функций пациента с использованием MOCA.

Сущность «Hospitalization» – атрибуты данных о госпитализации пациента.

Сущность «Diagnosis» – атрибуты данных о возможных заболеваниях, их симптомах, признаках и методах терапии.

Сущность «Surgery» – информацию об этапах операции.

Сущность «Lab tests» – атрибуты данных о результатах клиничко-лабораторных исследований пациента.

Сущность «Instr examination» – атрибуты данных о результатах клиничко-инструментальных исследований пациента.

Сущность «Examinations» – атрибуты данных о клиничко-инструментальных исследованиях и оборудовании, используемом для них.

Сущность «Monitoring» – атрибуты данных о показателях состояния пациента, мониторируемых во время операции.

Сущность «Anesthesia» – атрибуты данных об анестезиологическом обеспечении, используемом на разных этапах операции.

Сущность «Pain» – атрибуты данных о результатах оценки и прогнозирования боли в течение всего периоперационного периода.

Сущность «Test» – атрибуты данных о лабораторных исследованиях, оборудовании, используемом для их проведения и измеряемых показателях.

Сущность «Norm» – атрибуты данных о нормах мониторируемых показателей.

На этапе инфологического проектирования модуля хранения данных информационной технологии выбора метода анестезии в периоперационном периоде при травматологических операциях была разработана схема логической модели данных (рис. 5).

Документирование и масштабирование логической модели проводилось в соответствии с нотациями представления данных. Связи "один-ко-многим" и "многие-ко-многим" были установлены между всеми сущностями (табл. 2).

На этапе даталогического проектирования логическая модель организации данных была преобразована в физический облик в соответствии с требованиями выбранной СУБД MySQL [19].

Такая реализация позволяет осуществить необходимый обмен данными между основными модулями информационной технологии без разработки и внедрения дополнительных средств автоматизации. Выполнение всех преобразований осуществлялось с помощью программного продукта фирмы Platinum Technology ErWin. В ErWin физическая модель является графическим представлением реально реализованной базы данных.

Спроектированная база данных «Анестезиология» адекватно отражает реалии моделируемой предметной области и своевременно обеспечивает врача полезной информацией о состоянии пациента в течение всего периоперационного периода.

Разработанные модели бизнес-процессов и организации их ранения данных являются основой структуры информационной технологии выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде, схема которой приведена на рис. 6.

Сбор информации о состоянии пациента производит врач во время осмотра, сотрудники клиничко-диагностической лаборатории – во время обследования состояния пациента, и клиничко-мониторная система – во время операции.

Обработка информации предусматривает регистрацию, то есть преобразование собранной информации в цифровую форму, шифрование и дешифрование личных данных пациента, кодирование показателей, определение отклонения значений показателей от нормы, расчёт интегральных показателей и дешифрования личных данных пациента.

Хранение информации происходит в базе данных и базе знаний.

Анализ заключается в оценке состояния пациента, прогнозировании уровня боли после операции и выборе тактики обезболивания.

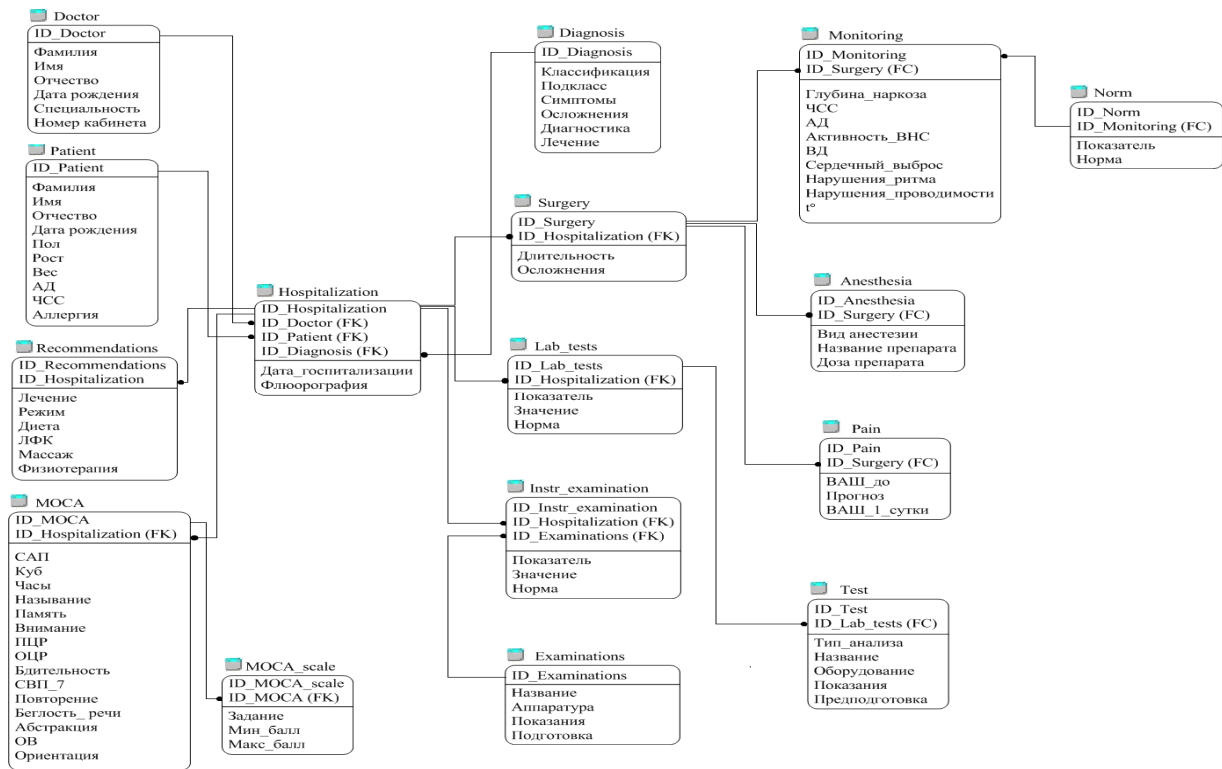


Рис. 5. Структурная схема логического представления данных в ИС выбора метода анестезии в периоперационном периоде при травматологических операциях

Таблица 2

Идентификации характеристик связей

Сущность	Операция		
	Delete	Insert	Update
«Doctor» – родительская	Cascade	No action	Cascade
«Patient» – родительская	Cascade	No action	Cascade
«Recommendations» – дочерняя	Restrict	Restrict	Restrict
«MOCA» – родительская / дочерняя	Restrict	No action	Restrict
«MOCA scale» – дочерняя	Restrict	Restrict	Restrict
«Hospitalization» – родите– родительская / дочерняя	Restrict	No action	Restrict
«Diagnosis» – родительская	Cascade	No action	Cascade
«Surgery» – родительская / дочерняя	Restrict	No action	Restrict
«Lab tests» – родительская / дочерняя	Restrict	No action	Restrict
«Instr examination» – дочерняя	Restrict	Restrict	Restrict
«Examinations» – родительская	Restrict	No action	Restrict
«Monitoring» – дочерняя	Restrict	Restrict	Restrict
«Anesthesia» – дочерняя	Restrict	Restrict	Restrict
«Pain» – дочерняя	Restrict	Restrict	Restrict
«Test» – дочерняя	Restrict	Restrict	Restrict
«Norm» – родительская	Cascade	No action	Cascade

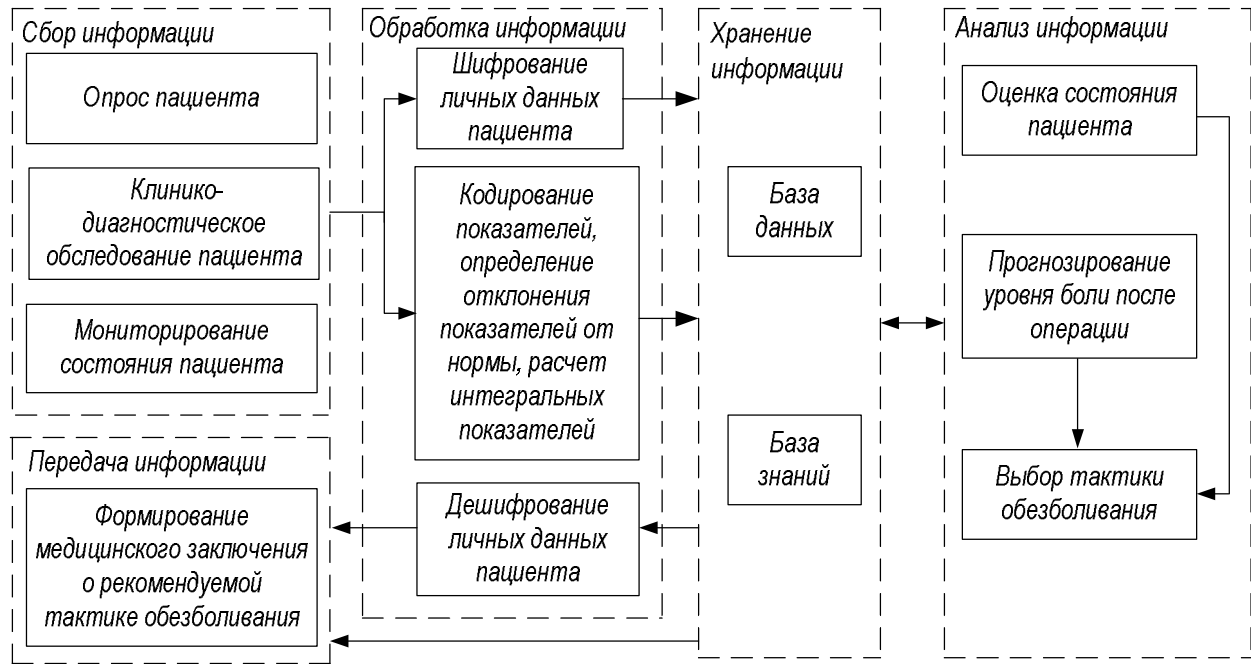


Рис. 6. Структурная схема информационной технологии выбора анестезиологического обеспечения

Передача информации осуществляется путём формирования медицинского заключения о рекомендуемой тактике обезболивания пациента, которое может быть оформлено как в бумажной форме, так и переслано в электронной форме.

Разработанная информационная технология является основой для построения информационной системы выбора метода анестезии в периоперационном периоде, при проектировании которой была предложена структура системы в виде пяти взаимосвязанных модулей.

В качестве модуля ввода данных используются клавиатура и устройства сопряжения с клинической мониторной системой, а также клинико-лабораторной и диагностической техникой, используемые для ввода информации о состоянии пациента.

В качестве модуля вывода информации используются принтер и монитор, позволяющие отобразить информацию о состоянии пациента и результаты ее обработки и анализа.

Модуль анализа данных состоит из модулей прогнозирования уровня боли после операции, выбора анестезиологического обеспечения и оценки состояния пациента. Этот модуль предназначен для расчета необходимых коэффициентов, анализа динамики показателей пациента и моделирования зависимости уровня послеоперационной боли у больных, подвергшихся травматологическим операциям, от наличия ряда клинических признаков с помощью бинарной логической функции и выбора анесте-

зиологического обеспечения в течение всего периоперационного периода.

Модуль хранения данных реализован в виде базы данных и базы знаний, которая служит для хранения необходимой медико-биологической информации, ее упорядочения, выборки, поиска. Информация базы данных хранится во взаимосвязанных таблицах. База данных позволяет ускорить и улучшить анализ большого количества медицинской информации, применить стандартные процедуры её обработки.

5. SWOT-анализ результатов исследования

Strengths. К сильным сторонам полученного решения можно отнести преобразование информации в форму, удобную для восприятия врача-анестезиолога, возможность коррекции применяемой математической модели выявления предикторов развития боли после операции по мере пополнения обучающей выборки больных, а также то, что политика конфиденциальности действует в отношении всех персональных данных пациента. Следует также отметить корректность хранения информации и возможность обеспечить качество принимаемого врачом решения.

Weaknesses. Слабые стороны предложенной информационной технологии связаны с необходимостью проведения дополнительных эксперимен-

тальных исследований, которые будут способствовать получению информации о влиянии предоперационного состояния пациента с различными травмами на уровень боли после операции, что является определяющим фактором при выборе анестезиологического обеспечения травматологической операции.

Opportunities. Перспективы развития разработанной технологии заключаются в возможности ее интеграции с известными медицинскими информационными технологиями, используемыми в области анестезиологии.

Threats. Сложности во внедрении полученных результатов связаны с отсутствием использования сетевых интернет-коммуникаций, что накладывает ряд ограничений. Также весомой преградой является недостаточная оснащенность медицинских учреждений современной компьютерной техникой, и быстрая смена технологий.

Выводы

1. Впервые разработан метод выбора тактики обезболивания в периоперационном периоде при травматологической операции, основанный на формировании вероятностного заключения, который позволяет объективизировать выбор анестезиологического обеспечения травматологической операции.

2. Разработана информационная технология выбора корректирующих средств при стрессовом воздействии на биообъект на примере выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде, которая основана на предложенном методе выбора тактики обезболивания в периоперационном периоде при травматологической операции, что позволяет повысить качество оказания медицинской помощи пациентам с травмами конечностей. Работа предлагаемой информационной технологии основана на взаимодействии восьми взаимосвязанных подпроцессов.

3. Построены контекстная диаграмма и диаграмма декомпозиции первого уровня информационной технологии выбора анестезиологического обеспечения в периоперационном периоде, которая описывает вход, выход, управляющие воздействия, функциональные информационные процессы, накопители данных, внешние сущности и движение потоков данных между ними.

4. Построена информационно-логическая модель данных, отражающая все объекты и события, информацию о которых необходимо хранить, и связи между ними. Вся необходимая информация хранится в 11 взаимосвязанных сущностях реляционной базы данных.

5. Проведен SWOT-анализ разработанной технологии, который позволил выделить направления ее дальнейшего развития и совершенствования.

Литература

1. Лебединский, К. М. *Анестезия и системная гемодинамика [Текст]* / К. М. Лебединский. – СПб.: Человек, 2000. – 296 с.
2. Логвиненко, В. В. *Сравнительная характеристика рисков развития нежелательных событий и критических инцидентов при общей и регионарной анестезии. Анализ 6 лет клинической практики [Текст]* / В. В. Логвиненко, Н. П. Шень // *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* – 2015. – № 2. – С. 22–28.
3. *Comparison of the Anesthetic Techniques [Text]* / A. Eroglu, A. Apan, E. Erturk, I. Ben-Shlomo // *Scientific World Journal.* – 2015. – № 2. – P. 50–84.
4. Дягилев, М. А. *Способ выбора анестезиологического обеспечения при оперативных вмешательствах [Электронный ресурс]* / М. А. Дягилев, В. В. Эстрин, Н. Н. Крайнова. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/157/1572650.html>. – 12.05.2018.
5. Логвиненко, В. В. *Выбор оптимального анестезиологического обеспечения амбулаторных оперативных вмешательств в травматологии [Текст]* / В. В. Логвиненко, Н. П. Шень // *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* – 2010. – № 3. – С. 38–41.
6. *Mathematical method to build an empirical model for inhaled anesthetic agent wash-in [Электронный ресурс]* / J. Hendrickx, H. Lemmens, S. De Cooman, A. Van Zundert, R. Grouls, E. Mortier, A. De Wolf. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/1471-2253-11-13>. – 24.06.2011.
7. Porvan, A. *Technology for determining of students adaptive capabilities [Text]* / A. Porvan // *Information Technologies in Innovation Business Conference: Proceedings ITIB, 7-9 Oct 2015.* – Kharkiv. – 2015. – P. 47–51.
8. *Mathematical modeling of systemic colorimetric parameters unmasking wild waterfowl [Text]* / Y. Balym, O. Vysotska, A. Pecherska, Y. Beshpalov // *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies.* – 2017. – № 5(2-89). – P. 12–18.
9. Семенова, Н. Г. *Разработка агентно-ориентированной интеллектуальной обучающей системы на основе нечеткой нейронной сети Такаги-Сугено-Канга [Текст]* / Н. Г. Семенова, И. Б. Крылов // *Вектор науки ТГУ.* – 2015. – № 2 (32-1). – С. 11–19.
10. Труханова, И. Г. *Алгоритм выбора анестезиологического обеспечения при холецистэктомии у пожилых пациентов [Текст]* / И. Г. Труханова,

И. Н. Балдин, Н. О. Захарова // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2015. – Т. 17, № 2(2). – С. 392–397.

11. *Information Technology in Critical Care: Review of Monitoring and Data Acquisition Systems for Patient Care and Research*. [Text] / M. A. De Georgia, F. Kaffashi, F. J. Jacono, K. A. Loparo // *The Scientific World Journal*. – 2015. – № 9. – P. 9–15.

12. Макушев, В. О. Моделирование физиологии боли [Текст] / В. О. Макушев, А. О. Новикова // *Биомедицинская инженерия и электроника*. – 2015. – № 2(9). – С. 1–62.

13. *Reactive software agent anesthesia decision support system* [Text] / G. H. Kruger, Ch. Chen, J. M. Blum, A. J. Shih, K. K. Tremper // *Systemics, cybernetics and informatics*. – 2011. – V. 9, № 6. – P. 30–37.

14. Imhoff, M. *Clinical relevance of alarms from patient monitors* [Text] / M. Imhoff, S. Kuhls, U. Gather // *Critical Care Medicine*. – 2007. – № 34. – P. 62–71.

15. Sokolskiy, V. M. *Process control system of a multicomponent general anesthesia based on current measurement of physiological parameters* [Text] / V. M. Sokolskiy, V. I. Kantemirov // *Modern problems of science and education*. – 2012. – № 1. – P. 14–26.

16. Макларов, С. *BPwin u Erwin. CASE-средства для разработки информационных систем* [Текст] / С. Макларов. – М. : ДИАЛОГ – МИФИ, 2005. – 256 с.

17. *Predicting outcome after multiple trauma: which scoring system?* [Text] / M. N. Chawda, F. Hildebrand, H. C. Pape, P. V. Giannoudis // *Injury*. – 2004. – № 35(4). – P. 347–358.

18. *Development of a mathematical model for predicting postoperative pain among patients with limb injuries* [Text] / M. Georgiyants, O. Khvysyuk, N. Boguslavskaya, O. Vysotska, A. Pecherska // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2017. – Vol. 4, Issue 4 (86). – P. 4–9.

19. Кузнецов, М. *MySQL 5*. [Текст] / М. Кузнецов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 1007 с.

References

1. Lebedinskiy, K. M. *Anesteziya i sistemnaya gemodinamika* [Anesthesia and systemic hemodynamics]. SPb, Chelovek Publ., 2000. 296 p.

2. Logvinenko, V. V., Shen, N. P. *Sravnitel'naya karakteristika riskov razvitiya nezhelatelnykh sobyitii i kriticheskikh intsidentov pri obschey i regional'noy anestezi. Analiz 6 let klinicheskoy praktiki* [Comparative characteristics of the risks of development of undesirable events and critical incidents in general and regional anesthesia. Analysis of 6 years of clinical practice]. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroj boli* –

Regional anesthesia and treatment of acute pain, 2015, no. 2, pp. 22–28.

3. Eroglu, A., Apan, A., Erturk, E., Ben-Shlomo, I. *Comparison of the Anesthetic Techniques*. *Scientific World Journal*, 2015, no. 2, pp. 50–84.

4. Dyagilev, M. A., Estrin, V. V., Kraynova, N. N. *Sposob vyibora anesteziologicheskogo obespecheniya pri operativnykh vmeshatelstvakh* [Method of choosing anesthetics for surgery]. Available at: <http://www.findpatent.ru/patent/157/1572650.html> (accessed 12.05.2018).

5. Logvinenko, V. V., Shen, N. P. *Vyibor optimal'nogo anesteziologicheskogo obespecheniya ambulatornykh operativnykh vmeshatelstv v travmatologii* [The choice of optimal anesthesia for outpatient surgery in traumatology]. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli – Regional anesthesia and treatment of acute pain*, 2010, no 3, pp. 38–41.

6. Hendrickx, J., Lemmens, H., De Cooman, S., Van Zundert, A., Grouls, R., Mortier, E., De Wolf, A. *Mathematical method to build an empirical model for inhaled anesthetic agent wash-in 2011*. Available at: <https://doi.org/10.1186/1471-2253-11-13> (accessed 24.06.2011).

7. Porvan, A. *Technology for determining of students adaptive capabilities*. *Information Technologies in Innovation Business Conference: Proceedings ITIB, 7-9 Oct 2015*, Kharkiv, 2015, pp. 47–51.

8. Balym, Y., Vysotska, O., Pecherska, A., Bepalov, Y. *Mathematical modeling of systemic colorimetric parameters unmasking wild waterfowl*. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 2017, no. 5(2-89), pp. 12–18.

9. Semenova, N. G., Kryilov, I. B. *Razrabotka agentno-orientirovannoy intellektualnoy obuchayushey sistemy na osnove nechetkoy neyronnoy seti Takagi-Sugeno-Kanga* [Development of agent-oriented intellectual learning system based on the fuzzy neural network Takagi-Sugeno-Kanga]. *Vektor nauki TGU – Vector of science TSU*, 2015, no. 2 (32-1), pp. 11–19.

10. Truhanova, I. G., Baldin, I. N., Zaharova, N. O. *Algoritm vyibora anesteziologicheskogo obespecheniya pri holetsistektomii u pozhilykh patsientov* [Algorithm for choosing anesthesia for cholecystectomy in elderly patients] *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk – Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2015, vol. 17, no. 2, pp. 392–397.

11. De Georgia, M. A., Kaffashi, F., Jacono, F. J., Loparo, K. A. *Information Technology in Critical Care: Review of Monitoring and Data Acquisition Systems for Patient Care and Research*. *The Scientific World Journal*, 2015, no. 9, pp. 9–15.

12. Makushev, V. O., Novikova, A. O. *Modelyuvannya fiziologiyi bolyu* [Modeling the physi-

ology of pain]. *Biomeditsinskaya inzheneriya i elektronika – Biomedical Engineering and Electronics*, 2015, no. 2(9), pp. 1–62.

13. Kruger, G. H., Chen, Ch., Blum, J. M., Shih, A. J., Tremper, K. K. Reactive software agent anesthesia decision support system. *Systemics, cybernetics and informatics*, 2011, vol. 9, no. 6, pp. 30–37.

14. Imhoff, M., Kuhls, S., Gather, U. Clinical relevance of alarms from patient monitors. *Critical Care Medicine*, 2007, no. 34, pp. 62–71.

15. Sokolskiy, V. M., Kantemirov, V. I. Process control system of a multicomponent general anesthesia based on current measurement of physiological parameters. *Modern problems of science and education*, 2012, no. 1, pp. 14–26.

16. Maklarov, S. *BPwin u Erwin. CASE-sredstva dlja razrabotki informacionnyh sistem* [BPwin and Erwin. CASE-tools for the development of information systems]. Moscow, DIALOG - MIFI Publ., 2005, 256 p.

17. Chawda, M. N., Hildebrand, F., Pape, H. C., Giannoudis, P. V. Predicting outcome after multiple trauma: which scoring system? *Injury*, 2004, no. 35(4), pp. 347–358.

18. Georgiyants, M., Khvysyuk, O., Boguslavskaya, N., Vysotska, O., Pecherska, A. Development of a mathematical model for predicting postoperative pain among patients with limb injuries. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2017, vol. 4, issue 4 (86), pp. 4–9.

19. Kuznetsov, M. *MySQL 5*. SPb, BHV-Peterburg Publ., 2010, 1007 p.

Поступила в редакцію 3.09.2018, рассмотрена на редколлегии 12.09.2018

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ КОРИГУЮЧИХ ЗАСОБІВ ПРИ СТРЕСОВОМУ ВПЛИВІ НА БІООБ'ЄКТ

О. В. Висоцька, М. А. Георгіянци, А. І. Печерська, А. П. Порван, Н. М. Богуславська

Глобальні кліматичні зміни і посилення впливу людства на природу завдають стресовий вплив на біологічні об'єкти. У нинішній ситуації необхідно розробляти технології захисту біологічних об'єктів і корекції їх стану. При наявності декількох альтернативних коригуючих засобів виникає задача розробки інформаційної технології вибору оптимального з них для даного біологічного об'єкта в конкретній ситуації. В роботі запропоновано математичне і методичне забезпечення такої технології. Сформульовано логічні правила для кожного з можливих коригувальних засобів. Для синтезу логічних правил запропоновано використовувати метод формування імовірнісного висновку. Побудовано контекстну діаграму і діаграму декомпозиції першого рівня інформаційної технології вибору коригувальних засобів при стресовому впливі на біооб'єкт, яка описує вхід, вихід, керуючі впливи, функціональні інформаційні процеси, накопичувачі даних, зовнішні сутності і рух потоків даних між ними. В основу роботи пропонуваної інформаційної технології покладені вісім взаємопов'язаних підпроцесів. Побудована інформаційно-логічна модель даних, яка відображає всі об'єкти і події, інформацію про яких необхідно зберігати, і зв'язки між ними. На основі розробленої інформаційної технології запропонована структура інформаційної системи, яка дозволить автоматизувати процедуру вибору коригувальних засобів. Структура системи являє собою п'ять взаємопов'язаних модулів, що виконують функції системи. Визначено сильні й слабкі сторони розробки. Проаналізовано перспективи розвитку та труднощі, які можуть виникнути при її впровадженні. Застосування розробленої інформаційної технології на прикладі вибору анестезіологічного забезпечення травматологічної операції дозволить автоматизувати процес вибору анестезіологічного забезпечення травматологічної операції, полегшить роботу лікаря і підвищить якість надання медичної допомоги пацієнтам..

Ключові слова: база даних, вплив стресовий, модель регресійна, періопераційний період, технологія інформаційна.

INFORMATION TECHNOLOGY FOR CHOOSING THE CORRECTIVE FACILITIES UNDER STRESS IMPACT ON THE BIOLOGICAL OBJECT

O. Vysotska, M. Georgiyants, A. Pecherska, A. Porvan, N. Boguslavskaya

Global climate changes and the increasing impact of mankind on nature have a stressful effect on biological objects. In the current situation, it is necessary to develop technologies for protecting biological objects and correcting their condition. In the presence of several alternative corrective facilities, arises the task of developing an information technology for choosing the optimal one for a given biological object in a particular situation. In this work,

mathematical and methodological support of such technology is offered. The logical rules for each of the possible corrective facilities are formulated. To synthesize logical rules, it is suggested to use the method of forming a probabilistic conclusion. A context diagram and a first level decomposition diagram of the information technology for choosing the corrective facilities under stress impact on the biological object, which describes the input, output, control actions, functional information processes, data storage devices, external entities and the flow of data flows between them. The work of the proposed information technology is based on eight interrelated subprocesses. The information-logical model of data is constructed that reflects all objects and events, the information about which it is necessary to store, and the connections between them. Based on the developed information technology, the structure of the information system is proposed, which will allow to automatize the procedure of selecting corrective facilities. The structure of the system is five interrelated modules that perform the functions of the system. The strengths and weaknesses of the development have been identified. The opportunities of development and possible threats that may arise when implementing it are analyzed. The use of the developed information technology on the example of the choice of anesthetic support for a traumatologic operation will allow to automate the process of choosing an anesthetic support for a traumatological operation, facilitate the work of a doctor and improve the quality of medical care for patients.

Keywords: database, stress impact, regression model, perioperative period, information technology.

Высоцкая Елена Владимировна – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры информационных управляющих систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, Украина, e-mail: olena.vysotska@nure.ua.

Георгиянц Маринэ Акоповна – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры детской анестезиологии и интенсивной терапии Харьковской медицинской академии последипломного образования, Украина, e-mail: eniram@bigmir.net.

Печерская Анна Ивановна – канд. техн. наук, доцент кафедры информационных управляющих систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, Украина, e-mail: anna.pecherska@nure.ua.

Порван Андрей Павлович – канд. техн. наук, доцент кафедры информационных управляющих систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, Украина, e-mail: andrii.porvan@nure.ua.

Богуславская Наталья Николаевна – канд. мед. наук, доцент кафедры детской анестезиологии и интенсивной терапии Харьковской медицинской академии последипломного образования, Украина, e-mail: nata-anest-78@ukr.net.

Vysotska Olena – Doctor of Technical Sciences, professor, Department of information control system, Kharkiv National University of Radio Electronics, e-mail: olena.vysotska@nure.ua.

Georgiyants Marine – MD, professor, Department of Pediatrics Anesthesiology and Intensive Therapy, Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, e-mail: eniram@bigmir.net.

Pecherska Anna – PhD, associate professor, Department of information control system, Kharkiv National University of Radio Electronics, e-mail: anna.pecherska@nure.ua.

Porvan Andrei – PhD, associate professor, Department of information control system, Kharkiv National University of Radio Electronics, e-mail: andrii.porvan@nure.ua

Boguslavskaya Nataliya – PhD, associate professor, Department of Pediatric Anesthesiology and Intensive Care, Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, e-mail: nata-anest-78@ukr.net.