

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

**РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНО-СТАТИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЦЕНИ-
ВАНИЯ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА
СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика
очной формы обучения, группы 12001733
Лысаковой Татьяны Алексеевны

Научный руководитель
профессор кафедры приклад-
ной информатики и
информационных технологий,
д.т.н., доцент
Черноморец А.А.

Рецензент
доцент кафедры технической
кибернетики, БГТУ им.
В.Г.Шухова, к.т.н.
Бушуев Д.А.

БЕЛГОРОД 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 Теоретические исследования проблемы обработки слабоструктурированных данных в медицине.....	6
1.1 Понятие слабоструктурированных данных в медицине	6
1.2 Теоретические основы системы профилактики нарушений репродуктивной функции у девочек-подростков	7
1.3 Исследование и выбор методов поддержки принятия решений, применимых для обработки слабоструктурированных данных в медицине .	13
2 Разработка методов принятия решений по оценке репродуктивного здоровья	21
2.1 Разработка методики принятия решений по оценке репродуктивного здоровья на основе аналитико-иерархического процесса.....	21
2.2 Построение деревьев решений для оценки репродуктивного здоровья...	32
3 Программная реализация прототипа экспертной системы по оценке репродуктивного здоровья	48
3.1 Разработка требований к системе.....	48
3.2 Программная реализация и апробация прототипа экспертной системы по оценке репродуктивного здоровья	50
3.3 Оценка эффективности предлагаемого решения	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	63
ПРИЛОЖЕНИЕ А	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ В	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Многообразие факторов и нормативов, определяющих состояние здоровья подрастающего поколения, и вариантов возможных отклонений от нормы и повозрастных особенностей физического и полового развития девочек делает достаточно сложным проектирование и функциональное наполнение компонентов системы по совершенствованию профилактических мероприятий, направленных на снижение прогнозируемой частоты акушерских и перинатальных осложнений. При этом выбор возрастной категории и критериев оценки в каждом возрастном и/или индивидуальном случае многозначен и слабо формализуем. Задачи выявления тенденций физического и полового развития девочек 12-17 лет и становления их менструальной функции требуют обработки и учета большого количества параметров, многие из которых относятся к качественным, не имеющим очевидной связи друг с другом.

На сегодняшний день не существует единых, официально принятых методик и процедур оценки репродуктивного потенциала, которые бы учитывали всё многообразие факторов, влияющих на репродуктивное здоровье. Это приводит к дополнительным временным затратам, неполноценным статистическим данным по проблеме и ошибочным прогнозам. Кроме того, одной из основных причин несвоевременного обращения за медицинской помощью является низкая информированность родителей о течении пубертата из-за отсутствия информационно-консультационных средств, в том числе он-лайн.

Все это требует разработки новых приемов и подходов к обработке исходной информации, построению средств информатизации для поддержки принятия решений и информированию населения.

Объект исследования: консультационно-диагностические решения и прогнозы в детской гинекологии

Предмет исследования: методы принятия решений и алгоритмы обработки слабоструктурированных данных в детской гинекологии

Целью выпускной квалификационной работы является повышение достоверности консультационно-диагностических решений и качества прогнозов в детской гинекологии путем совершенствования методов принятия решений обработки слабоструктурированных данных.

Задачи исследования:

1. Исследование существующих проблем по обработке слабоструктурированных данных в медицине.
2. Систематизация критериев, используемых экспертами для оценки репродуктивного здоровья и тенденций физического развития девочек.
3. Разработка методики принятия решений по оценке репродуктивного здоровья на основе аналитико-иерархического процесса.
4. Разработка деревьев решений для извлечения и обработки вторичных данных в зависимости от уровня и состояния полового развития девочек-подростков..
5. Выбор программных технологий и средств, реализация прототипа экспертной системы определения прогноза и возможных действий.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- разработаны оригинальные комплексы критериев для решения задачи повышения достоверности консультационно-диагностических решений в детской гинекологии;
- разработана методика принятия решений по оценке репродуктивного здоровья на основе сочетания экспертных и статистических методов.

Практическая значимость исследования. Построение модели, описывающей существенные с точки зрения диагностики параметры процесса полового созревания девочек как информационных объектов консультационно-диагностического процесса позволит перейти к исследованию рассматриваемого процесса в качестве динамической системы, изменяющейся с течением времени, учитывающей новые критерии и различную интерпретацию их значений экспертами.

Учет различных факторов при решении данной задачи даст возможность с высокой степенью обоснованности получать более качественные решения, которые, в конечном счете, позволят снизить акушерские и перинатальные осложнения в фертильном возрасте.

Значимость данных положений для науки заключается в том, что модели, применяемые ранее для оценки репродуктивного здоровья девочек в возрасте пубертата, учитывали не более четырех факторов и не обладали свойством масштабируемости. Научная значимость предлагаемой методики будет заключаться в адаптации известных методов принятия решений для решения задачи повышения достоверности консультационно-диагностических решений в детской гинекологии.

Новизна предлагаемых научно-технических решений состоит в том, что сочетание указанных методов, ранее использовавшихся отдельно, приведет к системному эффекту, заключающемуся в возможности комплексной оценки показателей репродуктивного здоровья.

Положения, выносимые на защиту:

- концептуальная модель оценки репродуктивного здоровья и тенденций физического развития девочек;
- систематизация критериев, используемых экспертами для оценки репродуктивного здоровья и тенденций физического развития девочек;
- методика принятия решений по оценке репродуктивного здоровья на основе сочетания экспертных и статистических методов;
- реализация прототипа экспертной системы определения прогноза и возможных действий.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из Введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 87 страницах машинописного текста, включая 24 рисунка, 25 таблиц, список литературных источников из 70 наименований и 4 приложения.

1 Теоретические исследования проблемы обработки слабоструктурированных данных в медицине

1.1 Понятие слабоструктурированных данных в медицине

В медицинских массивах данных содержатся недостающие для принятия успешных решений скрытые знания, получить которые можно с помощью современных направлений информационных технологий и методов интеллектуального анализа данных. Не менее важным остается формализация слабоструктурированных и неструктурированных задач [1,2,3,4]. Это позволяет создавать модели прогноза развития осложнений, анализировать структуры факторов, приводящих к осложнениям, выявлять пациентов повышенного риска, а также осуществлять динамическую корректировку лечебного процесса и профилактики гинекологических заболеваний с целью минимизации риска развития и тяжести осложнений и снижения числа повторных обращений.

В медицинских системах циркулирует различная медицинская информация, которую в большинстве своем трудно привести к структурированному виду [5]. Например, данные по консультации для одного профиля обследования и для другого могут иметь абсолютно разнородную структуру. Кроме того, даже для одного и того же профиля обследования по консультации нерегулярность структуры данных часто является закономерностью. В различных источниках такую информацию называют слабоструктурированной, полуструктурированной, частично структурированной или информацией с неявной структурой [6]. Например, известны высказывания: «Полуструктурированные данные – это данные, которые обладают некоторой структурой, но не являются жестко структурированными. Примером полуструктурированных данных может служить запись в медицинской карте. Так, для одного пациента она может содержать перечень прививок, для другого – показатели роста и веса, для третьего – операции, которые ему сделали».

Значительное количество медицинских данных хоть и имеет некоторую структуру, но она является неявной. Например, медицинские информационные системы могут включать большое количество различных показателей, классификация которых не разработана. Кроме того, медицинские данные иногда имеют неизвестную структуру, примером чего могут служить мультимедийные данные или документы со структурированным текстом [7,8,9].

В ряде случаев большая часть медицинских данных, работу с которыми необходимо автоматизировать, имеют четкую структуру. Для хранения этой части данных используют традиционные системы управления базами данных и разрабатывают методы связи структурированных данных с оставшимися данными, которые не удалось структурировать и которые приходится хранить не в базе данных, а в других системах, например, в файловой системе.

Кроме всего вышесказанного, медицинские данные подвергаются частому изменению. Примером могут служить медицинские отчеты, в которых каждый год одни показатели добавляются, а другие исчезают [10,11].

1.2 Теоретические основы системы профилактики нарушений репродуктивной функции у девочек-подростков

Репродуктивное здоровье девочек, наряду с медицинским, приобретает большое социальное значение, в связи с резко обострившейся, в последние годы, проблемой качественного и количественного воспроизводства населения, поскольку становление функции репродуктивной системы в периоде детства и полового созревания во многом определяет фертильность женщины в детородном возрасте [12-20].

Динамическое наблюдение за показателями репродуктивного здоровья детского населения позволяет уточнить характер и закономерности эпидемиологии гинекологической патологии у детей, определить основные патогенетические механизмы реализации патологических воздействий внешней среды,

наметить адресные, а значит действенные меры профилактики и лечения нарушений функции репродуктивной системы. С другой стороны, состояние репродуктивного здоровья девочек является тонким индикатором, реагирующим на негативную экологическую обстановку, стресс, и некоторые поведенческие характеристики, что позволяет использовать его показатели как маркеры при изучении особенностей становления и функции репродуктивной системы в реальных условиях внешней среды (рисунок 1.1) [21-25].

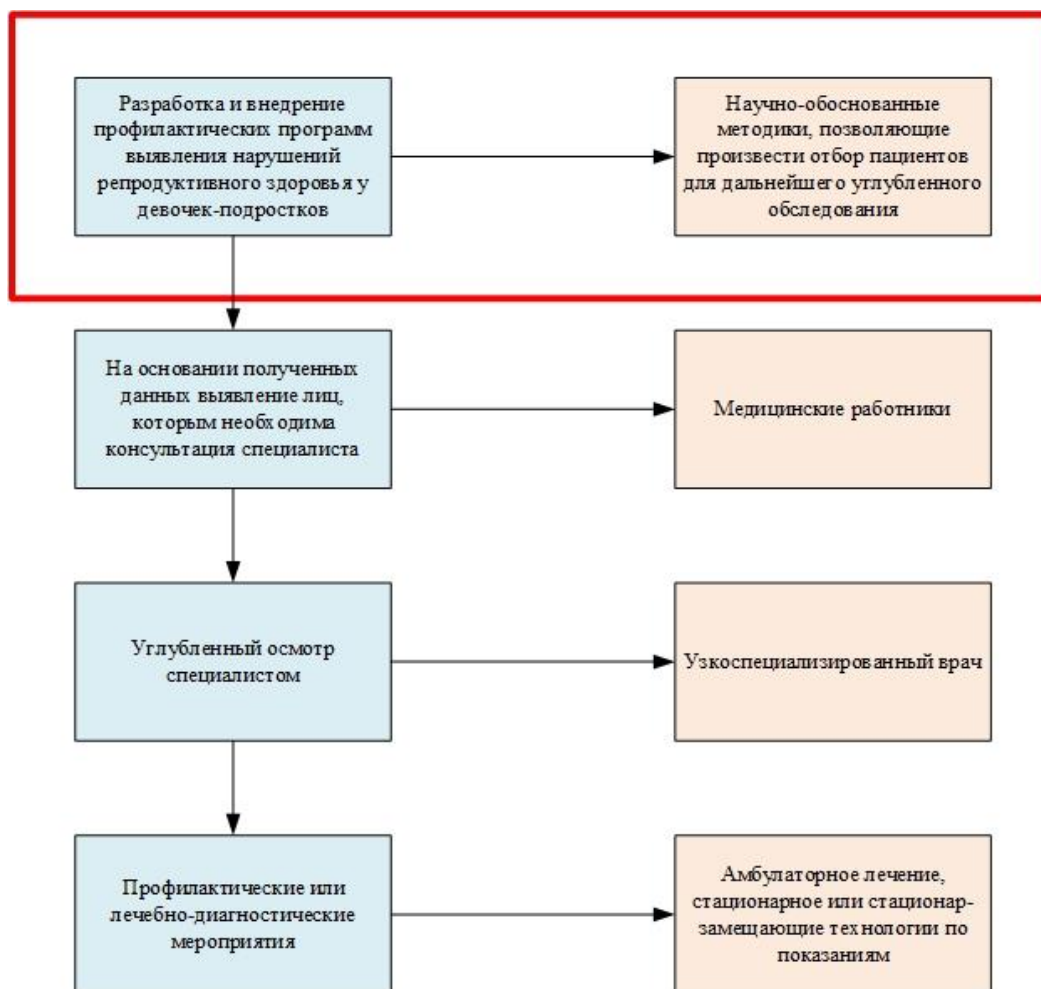


Рисунок 1.1 - Система оказания медицинской помощи пациентам с нарушениями репродуктивного здоровья

Официальная государственная статистика учитывает различные патологические состояния репродуктивной системы девочек по данным обращаемости в лечебно-профилактические учреждения только по двум показателям, что не позволяет получить достаточных данных о частоте и структуре гинекологической заболеваемости детей.

Репродуктивное здоровье девочек формируется под воздействием ряда факторов, к которым относятся социальные и экологические условия, а так же особенности сексуального и репродуктивного поведения подростков. [26]

Многообразие факторов и нормативов, определяющих состояние здоровья подрастающего поколения, и вариантов возможных отклонений от нормы и повозрастных особенностей физического и полового развития девочек делает достаточно сложным проектирование и функциональное наполнение компонентов системы по совершенствованию профилактических мероприятий, направленных на снижение прогнозируемой частоты акушерских и перинатальных осложнений. При этом выбор возрастной категории и критериев оценки в каждом возрастном и/или индивидуальном случае многозначен и слабо формализуем. Задачи выявления тенденций физического и полового развития девочек 12-17 лет и становления их менструальной функции требуют обработки и учета большого количества параметров, многие из которых относятся к качественным, не имеющим очевидной связи друг с другом. В настоящее время при оценке репродуктивного потенциала отсутствуют формальные процедуры учета всех факторов, и в связи с этим принятые решения недостаточно обоснованы, что приводит к дополнительным затратам времени, неполноценным статистическим данным по проблеме и ошибочным прогнозам.

Кроме того, часто в медицинских массивах данных содержатся недостающие для принятия успешных решений скрытые знания, получить которые можно с помощью современных направлений информационных технологий и методов интеллектуального анализа данных. Не менее важным остается формализация слабоструктурированных и неструктурированных задач. Это позволяет создавать модели прогноза развития осложнений, анализировать структуры факторов, приводящих к осложнениям, выявлять пациентов повышенного риска, а также осуществлять динамическую корректировку лечебного процесса и профилактики гинекологических заболеваний с целью минимизации риска развития и тяжести осложнений и снижения числа повторных обращений.

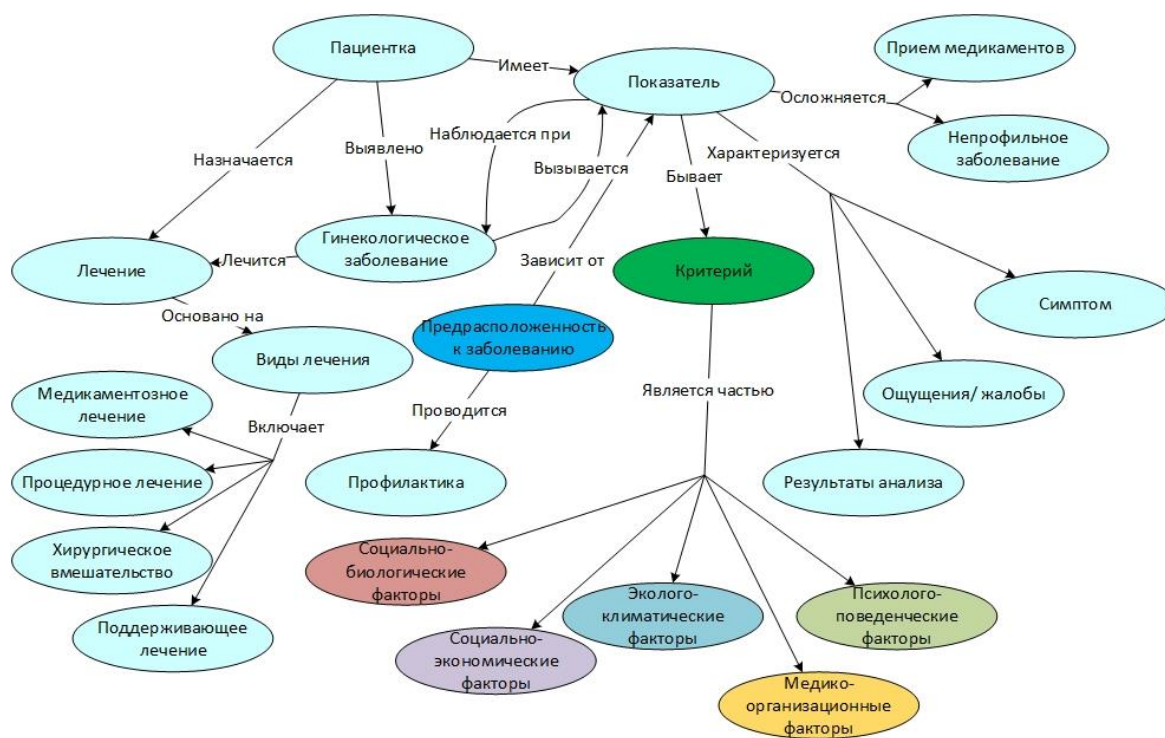


Рисунок 1.2 – Общая онтология медицинской диагностики

Таким образом, при формировании перечня мероприятий, направленных на снижение выявленных отклонений в половом развитии и профилактику возможных негативных проявлений при оценке репродуктивного здоровья, необходимо учитывать огромное количество факторов (рисунок 1.2) [27-32]. Так, предрасположенность к заболеванию имеет прямую зависимость от показателей, характеризующих текущее состояние пациентки. В свою очередь показатель характеризуется индивидуальными симптомами, состоянием пациентки, результатами анализов, зависит от наличия профильных и непрофильных заболеваний, приёма каких-либо медикаментов, проведения процедур, либо хирургического вмешательства.

В данном случае для получения решения необходим учет множества социально-экономических, социально-биологических, эколого-климатических, медико-организационных, психолого-поведенческих и других факторов (рисунок 1.3) [33], при этом невозможно описать зависимости с помощью четких формул и правил. В связи с этим возникает необходимость учитывать все большее количество критериев и ограничений, большинство из которых относятся к качественным, напрямую количественно не описываемым.

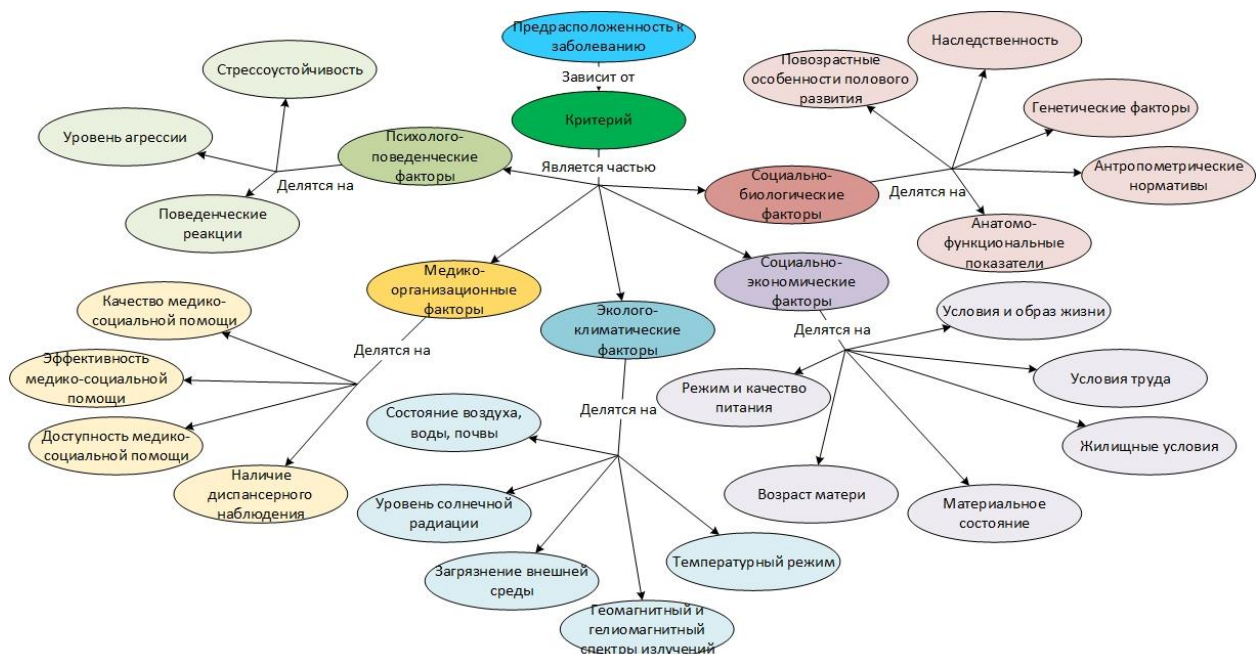


Рисунок 1.3 – Фрагмент онтологии. Факторы, влияющие на состояние репродуктивного здоровья

К социально-биологическим факторам можно отнести такие данные, как наследственность, генетические факторы, антропометрические нормативы (рост, вес, индекс массы тела, объем талии (ОТ), объем бедер (ОБ), соотношения (ОТ/ОБ), (ОТ/рост), основные акушерские размеры таза и т.д.), повозрастные особенности полового развития (возраст появления первой менструации, частота овуляторных циклов, частота задержки полового развития и т.д.), анатомо-функциональные показатели (состояние органов малого таза, состояние молочных желез и т.д.).

В свою очередь для оценки вышеперечисленных факторов нет единой методологии, т.к. разные исследователи предлагают различные способы оценки тех или иных нормативов. Так же существует проблема динамического изменения нормативов, например, переход девочек из одной возрастной группы в другую в краткие сроки или ускорение/замедление полового развития по сравнению с предыдущими годами, что делает неактуальными шкалы оценки, использовавшиеся в прошлом [34].

К социально-биологическим факторам можно отнести такие показатели, как условия и образ жизни, условия труда, жилищные условия, материальное благосостояние, возраст матери, режим и качество питания и т.д.

К эколого-климатическим факторам можно отнести такие данные, как состояние воздуха, воды, почвы, уровень солнечной радиации, загрязнение внешней среды, геомагнитный и гелиомагнитный спектры излучений, температурный режим и т.д.

К медико-организационным факторам относятся такие показатели, как качество, эффективность, доступность медико-социальной помощи, сроки наблюдения и лечения пациентов, наличие диспансерного наблюдения и т.д.

К психолого-поведенческим факторам можно отнести стрессоустойчивость, уровень агрессии, поведенческие реакции и т.д.

В настоящее время при оценке репродуктивного здоровья отсутствуют формальные процедуры учета всех факторов, и в связи с этим принятые решения слабо формально обоснованы, что приводит к дополнительным затратам времени, ошибочным диагнозам и неполноценным статистическим данным по проблеме.

Сложность и противоречивость ситуаций, психофизиологические ограничения человека в конечном итоге ведут к снижению качества принятых решений, к невыполнению целевой задачи. Без использования методов поддержки принятия решений осуществление мероприятий по оценке репродуктивного здоровья и тенденций физического развития девочек 12-17 лет не дает полной уверенности выбора наиболее рационального решения, что неизбежно скажется на качестве принятых решений.

1.3 Исследование и выбор методов поддержки принятия решений, применимых для обработки слабоструктурированных данных в медицине

Многокритериальная модель задачи принятия решений может быть представлена в следующем виде [35]:

$$\langle t, S, X, K, X, f, P, r \rangle, \quad (1.1)$$

где t – постановка (тип) задачи; S – множество решений; K – множество критериев; X – множество шкал критериев; f – отображение множества допустимых решений в множество векторных оценок; P – система предпочтений лица, принимающего решение r – решающее правило. [36]

Существует множество классификаций методов и моделей принятия решений, основанных на применении различных признаков [37]. При классификации каждый из элементов выражения (1.1) может служить ее признаком и характеризоваться следующими свойствами:

1) По виду отображения f . Отображение множества S и K может иметь детерминированный характер, вероятностный или неопределенный вид, в соответствии с чем задачи принятия решений могут быть разделены на задачи в условиях риска и задачи в условиях неопределенности.

2) По насыщенности множества K . Множество критериев выбора может содержать один элемент или несколько, что дает основание определить задачи принятия решений как задачи со скалярным критерием или задачи с векторным критерием (многокритериальное принятие решений),

3) По типу системы предпочтения P . Предпочтения могут формироваться одним лицом или коллективом, и в зависимости от этого задачи принятия решений можно классифицировать на задачи индивидуального принятия решений и задачи коллективного принятия решений [38, 39].

Методы и модели индивидуального принятия решений при многих критериях можно разделить на следующие группы:

1) Блоки первой группы:

- лексикографические методы;
- аксиоматические методы многокритериальной теории полезности;
- методы сравнения многомерных альтернатив (методы доминирования, компенсации, порогов несравнимости).

2) Блоки второй группы:

- методы построения обобщенного критерия;
- вербальные методы;
- методы теории нечетких множеств;
- интеллектуальные методы.

Методы принятия коллективных решений можно разделить на следующие группы:

1) Блоки первой группы:

- методы коллективного бесконфликтного выбора;
- методы группового выбора;
- методы кооперации (распределение затрат и прибыли).

2) Блоки второй группы:

- динамические методы коллективного выбора в конфликтных ситуациях;
- задачи о назначениях;
- методы формирования коллективного поведения. [40-45]

В таблице 1.1 представлена классификация методов принятия решений, основанная на содержании информации, которая используется экспертами для принятия решений, а также её типе. Данная классификация разделяет все методы на четыре группы. Первые три группы позволяют осуществлять принятие решений в условиях определенности, а четвертая группа – в условиях неопределенности.

Таблица 1.1. Классификация методов принятия решений.

Содержание информации	Тип информации	Метод принятия решений
1. Экспертная информация не требуется		Метод доминирования Метод на основе глобальных критериев
2. Информация о предпочтениях на множестве критериев	Качественная информация	Лексикографическое упорядочение Сравнение разностей критериальных оценок Метод припасовывания
	Количественная оценка предпочтительности критериев	Методы «эффективность-стоимость» Методы свертки на иерархии критериев Методы порогов Методы идеальной точки
	Количественная информация о замещениях	Метод кривых безразличия Методы теории ценности
3. Информация предпочтительности альтернатив	Оценка предпочтительности парных сравнений	Методы математического программирования Линейная и нелинейная свертка при интерактивном способе определения ее параметров
4. Информация о предпочтениях на множестве критериев и о последствиях альтернатив	Отсутствие информации о предпочтениях: количественная и/или интервальная информация о последствиях	Методы с дискретизацией неопределенности
	Качественная информация о предпочтениях и количественная о последствиях	Стохастическое доминирование Методы принятия решений в условиях риска и неопределенности на основе глобальных критериев Метод попарных сравнений Метод анализа иерархий Методы теории нечетких множеств
	Качественная (порядковая) информация о предпочтениях и последствиях	Метод практического принятия решений Методы выбора статистически ненадежных решений
	Количественная информация о предпочтениях и последствиях	Методы кривых безразличия для принятия решений в условиях риска и неопределенности Методы деревьев решений Декомпозиционные методы теории ожидаемой полезности

Что касается применения в медицинской сфере, наиболее перспективными из всего множества методов принятия решений являются те, которые способны учитывать множество критериев, способны работать в условиях неопределенности, способны осуществлять выбор из множества альтернатив, способны учитывать альтернативы различного типа, а так же критерии с разными типами оценочных шкал (под эти условия подходят методы четвертой группы).

В то же время в группе методов, основывающейся на использовании информации о предпочтениях на множестве критериев и информации о последствиях альтернатив, наибольший интерес представляют метод анализа иерархий, метод попарных сравнений, метод нечеткого логического вывода, метод дерева решений, метод декомпозиции и метод простых приращений. По сравнению с остальными, вышеперечисленные методы являются наиболее универсальными, способными осуществлять выбор на множестве критериев в условиях неопределенности на множестве альтернатив, наиболее простыми в подготовке и переработке информации от экспертов.

Проведем сравнительный анализ методов поддержки принятия решений с помощью методики Блюмина [46,47] (таблица 1.2). Приведенная методика формализации процедуры оценки качества и эффективности использования позволяет ввести некоторое методическое начало при разрешении выше указанной проблемы, а также повысить степень объективности проводимой оценки различными субъектами.

С этой целью выделяется ряд характеризующих признаков, которые классифицируются по двум классам. Первый из них включает признаки позитивного характера, т.е. признаки, которые положительным образом влияют на повышение эффективности использования, а второй объединяет совокупность признаков негативного характера, способствующих уменьшению оцениваемой эффективности.

Таблица 1.2 - Сравнительный анализ методов принятия решений

	Метод анализа иерархий	Метод попарных сравнений	Метод нечеткого логического вывода	Метод дерева решений	Метод декомпозиции	Метод простых приращений
Принятие решений в условиях неопределенности	Да	Да	Частично	Да	Нет	Нет
Математическая обоснованность	Есть	Есть	Есть	Есть	Нет	Есть
Число критериев	Большое	Небольшое	Большое	Большое	Большое	Большое
Число альтернатив	Большое	Большое	Большое	Среднее	Большое	Небольшое
Трудоемкость	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя	Низкая	Низкая

К первому классу признаков (позитивных) для оценки методов принятия решений отнесём следующие:

1. Принятие решений в условиях неопределенности (да, частично, нет);
2. Число критериев (большое, среднее, небольшое);
3. Число альтернатив (большое, среднее, небольшое).

Ко второму классу признаков (негативных) для оценки методов принятия решений отнесём следующие:

1. Математическая обоснованность (есть, нет);
2. Трудоемкость (высокая, средняя, низкая).

Далее установим градационные шкалы для первого класса признаков (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Градационные шкалы для первого класса признаков

Наименование признака	Градации
Принятие решений в условиях неопределенности ($P_{ПР}$)	3 градации ($q_{ПР}=3$)
Число критериев ($P_{ЧК}$)	3 градации ($q_{ЧК}=3$)
Число альтернатив ($P_{ЧА}$)	3 градации ($q_{ЧА}=3$)

Далее установим градационные шкалы для второго класса признаков (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Градационные шкалы для второго класса признаков

Наименование признака	Градации
Математическая обоснованность P_{MO}	2 градации ($q_{MO}=2$)
Трудоемкость P_T	3 градаций ($q_T=3$)

Установим коэффициенты весомости для каждого позитивного признака (таблица 1.5).

Таблица 1.5 - Коэффициенты весомости для каждого позитивного признака

Наименование признака	Коэффициент весомости
Принятие решений в условиях неопределенности ($P_{ПР}$)	$k_{ПР}=4$
Число критериев ($P_{ЧК}$)	$k_{ЧК}=2$
Число альтернатив ($P_{ЧА}$)	$k_{ЧА}=4$

Установим коэффициенты весомости для каждого негативного признака (таблица 1.6).

Таблица 1.6 - Коэффициенты весомости для каждого негативного признака

Наименование признака	Коэффициент весомости
Математическая обоснованность P_{MO}	$k_{MO}=2$
Трудоемкость P_T	$k_T=3$

Исходя из полученных данных рассчитаны коэффициенты нормирования для каждого класса признаков:

$$N^+ = 100 / 10 = 10,$$

$$N^- = 100 / 5 = 20.$$

Определены ранги для каждого признака. Для первого класса признаков:

$$r_{ПР} = k_{ПР} \times N^+ = 4 \times 10 = 40$$

$$r_{ЧК} = k_{ЧК} \times N^+ = 2 \times 10 = 20$$

$$r_{ЧА} = k_{ЧА} \times N^+ = 4 \times 10 = 40$$

Для второго класса признаков:

$$r_{MO} = k_{MO} \times N^- = 2 \times 20 = 40$$

$$r_T = k_T \times N^- = 3 \times 20 = 60$$

Рассчитаем шаги градации для каждого признака. Для первого класса признаков:

$$h_{PP} = \frac{r_{PP}}{q_{PP} - 1} = \frac{40}{3 - 1} = 20$$

$$h_{ЧК} = \frac{r_{ЧК}}{q_{ЧК} - 1} = \frac{20}{3 - 1} = 10$$

$$h_{ЧА} = \frac{r_{ЧА}}{q_{ЧА} - 1} = \frac{40}{3 - 1} = 20$$

Для второго класса признаков:

$$h_{MO} = \frac{r_{MO}}{q_{MO} - 1} = \frac{40}{2 - 1} = 40$$

$$h_T = \frac{r_T}{q_T - 1} = \frac{60}{3 - 1} = 30$$

Рассчитаем значения уровней градации для каждого признака. Для первого класса признаков:

$$P_{PP}(1) = 0, P_{PP}(2) = 20; P_{PP}(3) = 40;$$

$$P_{ЧК}(1) = 0, P_{ЧК}(2) = 10; P_{ЧК}(3) = 20;$$

$$P_{ЧА}(1) = 0, P_{ЧА}(2) = 20; P_{ЧА}(3) = 40;$$

Для второго класса признаков:

$$P_{MO}(1) = 0, P_{MO}(2) = 40;$$

$$P_T(1) = 0, P_T(2) = 30, P_T(3) = 60.$$

На основе полученных данных сформированы листы экспертной оценки методов принятия решений (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

Исходя из результатов оценки методов принятия решений по методике Блюмина, наиболее подходящими для обработки слабоструктурированных данных в медицине являются метод анализа иерархий (70 %) и метод дерева решений (50 %) (таблица 1.7) [48].

Таблица 1.7 - Результаты оценки методов принятия решений по методике Блюмина

		Метод анализа иерархий	Метод нечеткого логического вывода	Метод дерева решений	Метод декомпозиции	Метод простых приращений
Позитивные признаки	Принятие решений в условиях неопределенности	40	20	40	0	0
	Число критериев	20	20	20	20	20
	Число альтернатив	40	20	40	40	0
<i>Общая суммарная оценка по позитивным свойствам</i>		100	60	80	60	20
Негативные признаки	Математическая обоснованность	0	0	0	40	0
	Трудоемкость	30	30	30	0	0
<i>Общая суммарная оценка негативных свойств</i>		30	30	30	40	0
Общая суммарная оценка эффективности использования		70	30	50	20	20

Таким образом, в первом разделе произведен обзор источников по вопросам использования и обработки слабоструктурированных данных в медицине. Изучены теоретические основы профилактики нарушений репродуктивной функции у девочек-подростков, разработана общая онтология медицинской диагностики гинекологических заболеваний. Проведено исследование и осуществлен выбор методов поддержки принятия решений, применимых для обработки слабоструктурированных данных в медицине

2 Разработка методов принятия решений по оценке репродуктивно-го здоровья

2.1 Разработка методики принятия решений по оценке репродуктивного здоровья на основе аналитико-иерархического процесса

Сущность методики принятия решений по оценке репродуктивного здоровья [49-56] заключается в рациональной организации процедуры оценки состояния репродуктивной системы, определении факторов и групп риска. Её процедуры могут быть представлены в виде последовательности (рисунок 2.1), состоящей из нескольких этапов:

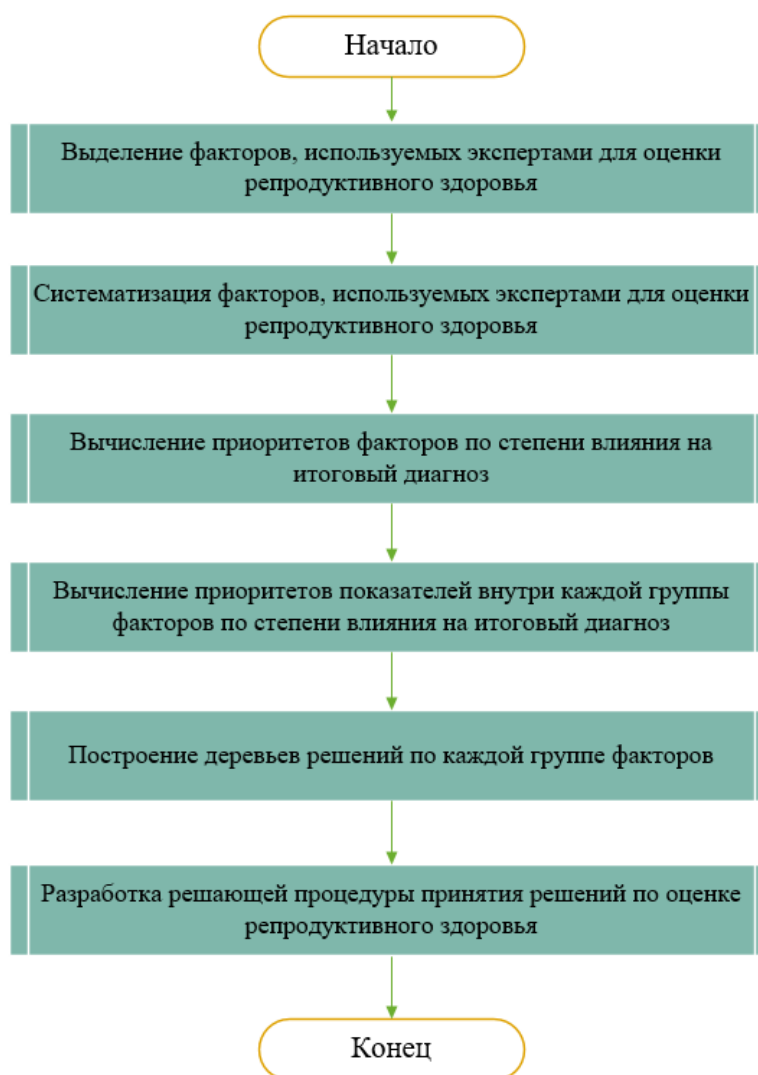


Рисунок 2.1 - Методика принятия решений по оценке репродуктивного здоровья

1. Выделение факторов, используемых экспертами для оценки репродуктивного здоровья;
2. Систематизация факторов, используемых экспертами для оценки репродуктивного здоровья (были выделены следующие факторы: медико-биологические факторы; эколого-климатические факторы; медико-организационные факторы; социально-экономические факторы и психолого-поведенческие факторы);
3. Вычисление приоритетов факторов по степени влияния на итоговый диагноз (на данном этапе при помощи метода анализа иерархий распределяются веса влияния каждой группы факторов на конечный диагноз);
4. Вычисление приоритетов показателей внутри каждой группы факторов по степени влияния на итоговый диагноз (на данном этапе при помощи метода анализа иерархий распределяются веса влияния каждого конкретно показателя внутри группы факторов на повышение риска отклонений репродуктивного здоровья, а так же вес данного показателя по отношению к итоговому диагнозу);
5. Построение деревьев решений (по каждой группе факторов строится дерево решений, в качестве вероятностей у которого выступают ранее определенные веса факторов и критериев);
6. Разработка решающей процедуры принятия решений по оценке репродуктивного здоровья (используя вероятности, определенные на предыдущих этапах, по байесовскому методу вычисляется итоговая вероятность отклонения состояния репродуктивного здоровья).

На первом этапе были выделены следующие факторы, которые оказывают влияние на состояние репродуктивного здоровья: повозрастные особенности полового развития, антропометрические нормативы, наследственность, генетические факторы, анатомо-функциональные показатели, характер климата, биогеохимические особенности, наличие месторождений, уровень солнечной радиации, температурный режим, состояние воздуха (воды, почвы), загрязнение внешней среды, геомагнитный и гелиомагнитный спектры излуче-

ний, качество медико-социальной помощи, эффективность медико-социальной помощи, доступность медико-социальной помощи, наличие диспансерного наблюдения, медицинская активность, осведомленность пациентов, режим и качество питания, образ жизни, условия труда, жилищные условия, материальное состояние, наличие вредных привычек, образовательный и культурный уровни, возраст матери на момент родов, стрессоустойчивость, уровень агрессии, поведенческие реакции.

Результатом второго этапа стало объединение всех вышеперечисленных факторов в 5 больших групп факторов: медико-биологические факторы; эколого-климатические факторы; медико-организационные факторы; социально-экономические факторы и психолого-поведенческие факторы.

Однако, при всем многообразии факторов, каждый из них влияет в разной степени на итоговую оценку репродуктивного потенциала. Именно поэтому задачи ранжирования факторов относятся к типу слабоструктурированных, и их решение можно описать с помощью многокритериальных моделей [57,58,59]. В данном случае для получения решения необходим учет множества медико-биологических факторов; эколого-климатических факторов; медико-организационных факторов; социально-экономических факторов и психолого-поведенческих факторов, при этом невозможно описать зависимости с помощью четких формул и правил.

Определение значимости факторов, оказывающих наибольшее влияние на итоговую оценку репродуктивного потенциала становится затруднительно.

Такое положение вещей соответствует тому, что требования к системам повышаются, совершенствуются принципы их построения, возникает необходимость учитывать все большее количество критериев и ограничений, большинство из которых относятся к качественным, напрямую количественно не описываемых.

Исходя из определенных выше проблемных ситуаций, требующих решений, можно сделать вывод, что необходимы алгоритмы поддержки принятия решений при определении значимости факторов, оказывающих наиболь-

шее влияние на итоговую оценку репродуктивного потенциала. Для определения значимости факторов, оказывающих наибольшее влияние на итоговую оценку репродуктивного потенциала, предлагается применение методов теории принятия решений, а именно, исходя из слабоструктурированности и многокритериальности описанной задачи, методов экспертного оценивания [60,61].

Одним из наиболее простых в применении и в то же время эффективных методов экспертного оценивания, основанном на парных сравнениях, является метод анализа иерархий в форме Саати [62]. Аналитический иерархический метод был разработан в 1980-х годах Саати. Одной из особенностей метода является то, что при проведении процесса поддержки принятия решения учитываются психологические аспекты.

МАИ – математический инструмент поддержки принятия решений в сложных областях, который позволяет рационально, наглядно и понятно производить декомпозицию сложных задач принятия решений в виде иерархии, провести процесс сравнения элементов и получить количественную оценку альтернативным вариантам решения. Метод позволяет проанализировать альтернативы независимо каждым из экспертов. А затем по множеству оценок экспертов определить более приоритетное решение.

Составим иерархию для определения значимости факторов, оказывающих наибольшее влияние на итоговую оценку репродуктивного потенциала [63].

На рисунке 2.2 альтернативами выступают пять групп факторов оценки репродуктивного здоровья: медико-биологические факторы; эколого-климатические факторы; медико-организационные факторы; социально-экономические факторы и психолого-поведенческие факторы. А в качестве основных критериев: уровень влияния на конечный диагноз, выраженность симптомов, уровень значимости для РФ, возможность прогнозирования последствий, затраты на устранение последствий.

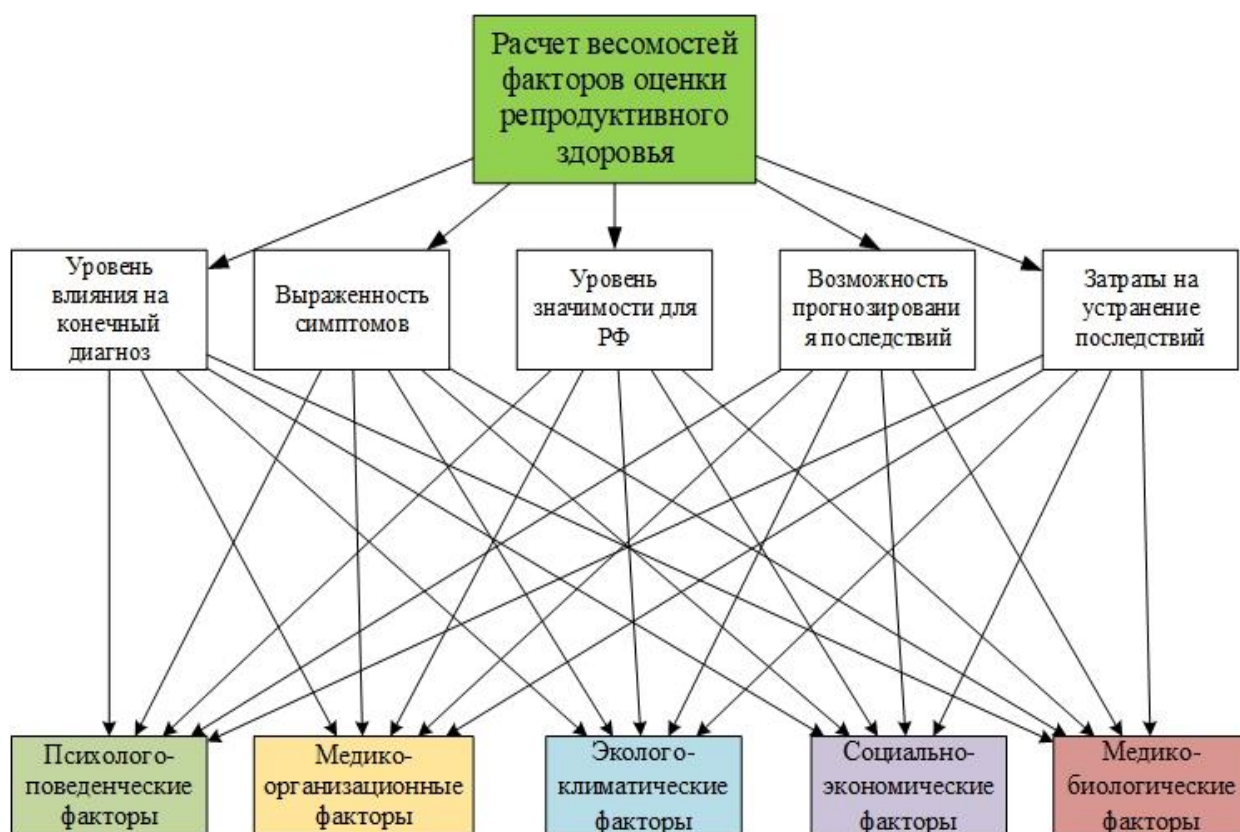


Рисунок 2.2 - Иерархия для определения значимости факторов, оказывающих наибольшее влияние на итоговую оценку репродуктивного потенциала

Представим экспертные оценки по сравнениям внутри технического кластера критериев (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Сравнение критериев для оценки значимости факторов, оказывающих влияние на итоговую оценку репродуктивного потенциала

Название критерия	1	2	3	4	5	Приоритеты
Уровень влияния на конечный диагноз	1	3	7	3	5	0,458
Выраженность симптомов	$\frac{1}{3}$	1	5	3	5	0,276
Уровень значимости для РФ	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	0,046
Возможность прогнозирования последствий	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	3	1	3	0,145
Затраты на устранение последствий	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	3	$\frac{1}{3}$	1	0,076

Матрицы парных сравнений групп факторов по различным критериям представлены в таблицах 2.2 и 2.6.

Таблица 2.2 – Сравнение вариантов по критерию «Уровень влияния на конечный диагноз»

Название критерия	1	2	3	4	5	Приоритеты
Психолого-поведенческие факторы	1	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{6}$	0,041
Медико-организационные факторы	7	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	0,126
Эколого-климатические факторы	4	2	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	0,140
Социально-экономические факторы	4	3	3	1	$\frac{1}{3}$	0,249
Медико-биологические факторы	6	3	4	3	1	0,444

Таблица 2.3 – Сравнение вариантов по критерию «Выраженность симптомов»

Название критерия	1	2	3	4	5	Приоритеты
Психолого-поведенческие факторы	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	0,051
Медико-организационные факторы	4	1	3	3	$\frac{1}{5}$	0,215
Эколого-климатические факторы	3	$\frac{1}{3}$	1	1	$\frac{1}{5}$	0,105
Социально-экономические факторы	3	$\frac{1}{3}$	1	1	$\frac{1}{5}$	0,105
Медико-биологические факторы	5	5	5	5	1	0,524

Таблица 2.4 – Сравнение вариантов по критерию «Уровень значимости для РФ»

Название критерия	1	2	3	4	5	Приоритеты
Психолого-поведенческие факторы	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	1	0,064
Медико-организационные факторы	5	1	3	1	5	0,360
Эколого-климатические факторы	3	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	3	0,152
Социально-экономические факторы	5	1	3	1	5	0,360
Медико-биологические факторы	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	1	0,064

Таблица 2.5 – Сравнение вариантов по критерию «Возможность прогнозирования последствий»

Название критерия	1	2	3	4	5	Приоритеты
Психолого-поведенческие факторы	1	$\frac{1}{5}$	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	0,052
Медико-организационные факторы	5	1	3	3	$\frac{1}{3}$	0,252
Эколого-климатические факторы	1	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	0,069
Социально-экономические факторы	5	$\frac{1}{3}$	3	1	$\frac{1}{3}$	0,163
Медико-биологические факторы	7	3	5	3	1	0,464

Таблица 2.6 – Сравнение вариантов по критерию «Затраты на устранение последствий»

Название критерия	1	2	3	4	5	Приоритеты
Психолого-поведенческие факторы	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	0,058
Медико-организационные факторы	3	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	0,139
Эколого-климатические факторы	5	3	1	1	1	0,297
Социально-экономические факторы	5	3	1	1	$\frac{1}{2}$	0,259
Медико-биологические факторы	3	1	1	2	1	0,247

В результате проведения анализа и расчета приоритетов для каждой группы факторов относительно их влияния на конечный диагноз (по следующим критериям: уровень влияния на конечный диагноз, выраженность симптомов, уровень значимости для РФ, возможность прогнозирования последствий и затраты на устранение последствий) были вычислены все значимости приоритетов групп факторов, а так же определено процентное соотношение влияния данных факторов на конечный диагноз. Результаты расстановки приоритетов для групп факторов, оказывающих наибольшее влияние на итоговую оценку репродуктивного потенциала, в процентном соотношении представлены на рисунке 2.3.

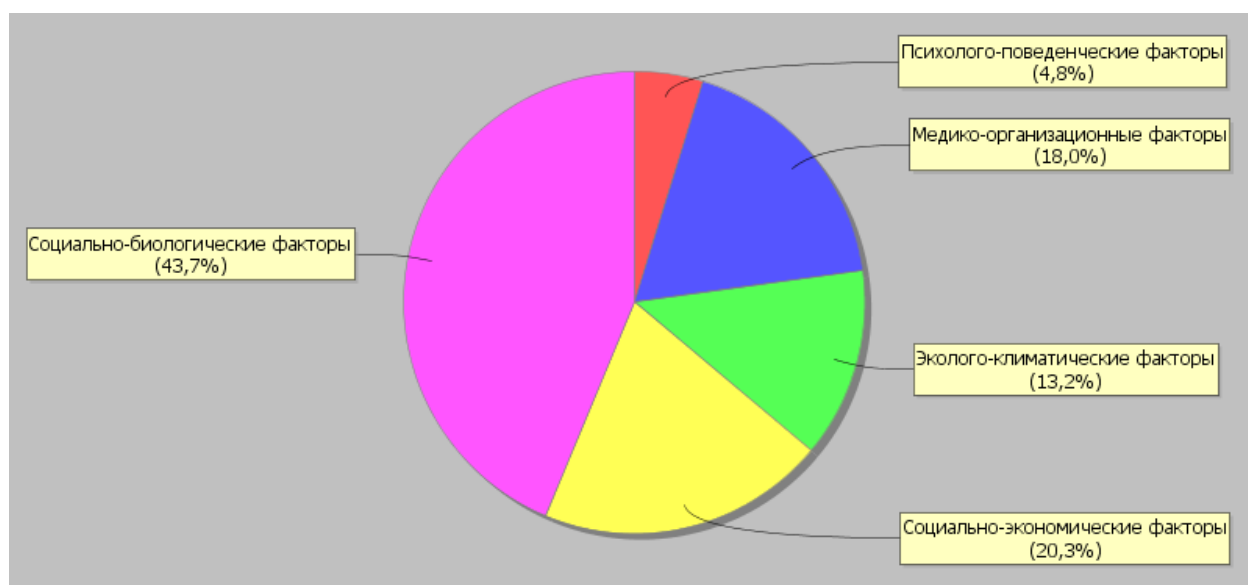


Рисунок 2.3 - Результаты расстановки приоритетов для групп факторов

Результаты расстановки приоритетов для групп факторов в числовом соотношении представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Расстановка приоритетов для групп факторов

Фактор	Приоритет
Психолого-поведенческие факторы	0,04794
Медико-организационные факторы	0,18024
Эколого-климатические факторы	0,13237
Социально-экономические факторы	0,20267
Социально-биологические факторы	0,43678

Таким образом, в результате расстановки приоритетов факторов, оказывающих наибольшее влияние на итоговую оценку репродуктивного потенциала, было определено, что наибольшее влияние на состояние репродуктивного здоровья оказывают факторы социально-биологической группы. Далее, по убыванию степени влияния, идут социально-экономические факторы, медико-организационные факторы, эколого-климатические факторы и психолого-поведенческие факторы.

Каждая группа факторов включает в себя целый ряд обособленных факторов (рисунок 2.4).

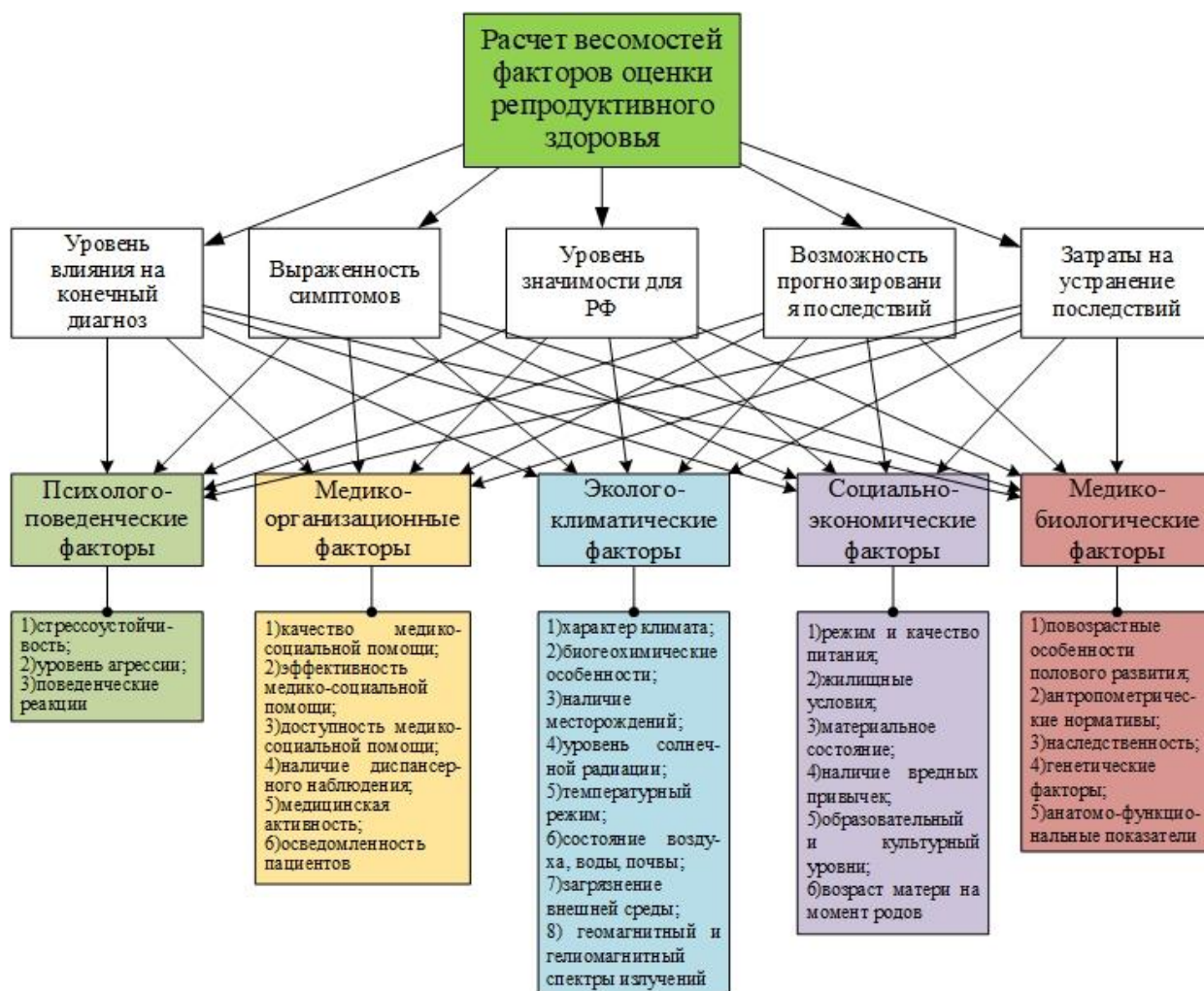


Рисунок 2.4 - Иерархия для определения значимости подфакторов каждой группы факторов

Так группа психолого-поведенческих факторов включает: стрессоустойчивость, уровень агрессии, поведенческие реакции. Группа медико-организационных факторов включает: качество медико-социальной помощи, эффективность медико-социальной помощи, доступность медико-социальной помощи, наличие диспансерного наблюдения, медицинская активность, осведомленность пациентов. Группа эколого-климатических факторов включает: характер климата, биогеохимические особенности, наличие месторождений, уровень солнечной радиации, температурный режим, состояние воздуха, воды, почвы, загрязнение внешней среды, геомагнитный и гелиомагнитный спектры излучений

излучений. Группа социально-экономических факторов включает: режим и качество питания, жилищные условия, материальное состояние, наличие вредных привычек, образовательный и культурный уровни, возраст матери на момент родов. Группа медико-биологических факторов включает: повозрастные особенности полового развития, антропометрические нормативы, наследственность, генетические факторы, анатомо-функциональные показатели.

Далее, аналогично проводим вычисление приоритетов показателей внутри каждой группы факторов по степени влияния на итоговый диагноз.

Результаты расстановки приоритетов для каждого фактора внутри групп факторов в числовом соотношении представлены в таблицах 2.8 – 2.12.

Таблица 2.8 – Результаты расстановки приоритетов факторов внутри медико-биологической группы факторов

Медико-биологические факторы	
Фактор	Приоритет
Повозрастные особенности полового развития	0,21536
Антропометрические нормативы	0,21536
Наследственность	0,07350
Генетические факторы	0,01208
Анатомо-функциональные показатели	0,37497

Таблица 2.9 – Результаты расстановки приоритетов факторов внутри эколого-климатической группы факторов

Эколого-климатические факторы	
Фактор	Приоритет
Характер климата	0,04612
Биогеохимические особенности	0,26054
Наличие месторождений	0,26054
Уровень солнечной радиации	0,06260
Температурный режим	0,06260
Состояние воздуха, воды, почвы	0,14437
Загрязнение внешней среды	0,08160
Геоманитный и гелиомагнитный спектры излучений	0,08160

Таблица 2.10 – Результаты расстановки приоритетов факторов внутри медико-организационной группы факторов

Медико-организационные факторы	
Фактор	Приоритет
Качество медико-социальной помощи	0,06876
Эффективность медико-социальной помощи	0,22414
Доступность медико-социальной помощи	0,38068
Наличие диспансерного наблюдения	0,09432
Медицинская активность	0,19240
Осведомленность пациентов	0,03970

Таблица 2.11 – Результаты расстановки приоритетов факторов внутри социально-экономической группы факторов

Социально-экономические факторы	
Фактор	Приоритет
Режим и качество питания	0,20595
Образ жизни	0,20595
Условия труда	0,20595
Жилищные условия	0,07400
Материальное состояние	0,12005
Наличие вредных привычек	0,12005
Образовательный и культурный уровни	0,03403
Возраст матери на момент родов	0,03403

Таблица 2.12 – Результаты расстановки приоритетов факторов внутри психолого-поведенческой группы факторов

Психолого-поведенческие факторы	
Фактор	Приоритет
Стрессоустойчивость	0,57071
Уровень агрессии	0,14897
Поведенческие реакции	0,28031

На завершающем шаге на данном этапе путём перемножения приоритета каждого фактора внутри группы факторов на приоритет группы факторов находим приоритеты влияния каждого показателя на итоговое решение по со-

стоянию репродуктивного здоровья. Итоговый приоритет каждого показателя представлен в таблице 2.13, где ППФ – это психолого-поведенческие факторы, МОФ – это медико-организационные факторы, ЭКФ – это эколого-климатические факторы, МБФ – это медико-биологические факторы.

Таблица 2.13 - Итоговый приоритет каждого показателя

ППФ	МОФ	ЭКФ	СЭФ	МБФ
0,02736	0,012393	0,006105	0,04174	0,094065
0,007142	0,040399	0,034488	0,04174	0,094065
0,013438	0,068614	0,034488	0,04174	0,032103
	0,017	0,008286	0,014998	0,005276
	0,034678	0,008286	0,024331	0,163779
	0,007156	0,01911	0,024331	
		0,010801	0,006897	
		0,010801	0,006897	

Таким образом, с помощью метода анализа иерархий были определены приоритеты каждого показателя в зависимости от степени влияния его на итоговую оценку репродуктивного потенциала

2.2 Построение деревьев решений для оценки репродуктивного здоровья

Далее построим деревья решений для оценки репродуктивного здоровья [64-66]. Деревья решений строятся по каждой группе факторов. Дерево решений изобразим ориентированным графом, который состоит из точек, называемых вершинами орграфа, и линий со стрелками, соединяющими эти точки. Каждая такая линия называется дугой орграфа.

Каждая вершина в деревьях решений представляет собой уточняющий вопрос экспертной системы к пользователю (окрашена белым цветом). Если

вершина экспертной системе окрашена в желтый цвет, это означает, что блок вопросов по данному дереву решений окончен, происходит переход к блоку вопросов из следующего дерева решений.

Для удобства все вершины пронумерованы, начиная с единицы.

Если вершина помечена вопросом экспертной системы, то из нее выходят дуги. Каждая дуга соответствует одному из альтернативных ответов пользователя (в данном случае имеем многоальтернативный выбор, но количество дуг для удобства объединено). Вершина, соответствующая ответу экспертной системы на поставленную задачу (либо означающая переход к следующему дереву решений), не имеет выходящих дуг.

Каждому альтернативному ответу пользователя присваивается определенная вероятность, обозначающая степень влияния данного фактора на итоговую вероятность заболевания или предрасположенности к нему. Вероятности по различным деревьям решений распределены в пределах от 0 до 1. При этом 0 означает минимальную вероятность заболеваемости репродуктивной системы, а 1 – максимальную вероятность того, что присутствует отклонение от нормы в развитии репродуктивной функции.

На рис. 2.5 представлено дерево решений, отражающее знания экспертной системы по оценке репродуктивного здоровья по медико-биологической группе факторов.

В представленном дереве решений используются следующие показатели: развитие молочной железы (Ma), оволосение лобка (P), развитие волос в подмышечной впадине (Ax), становление менструальной функции (Me).

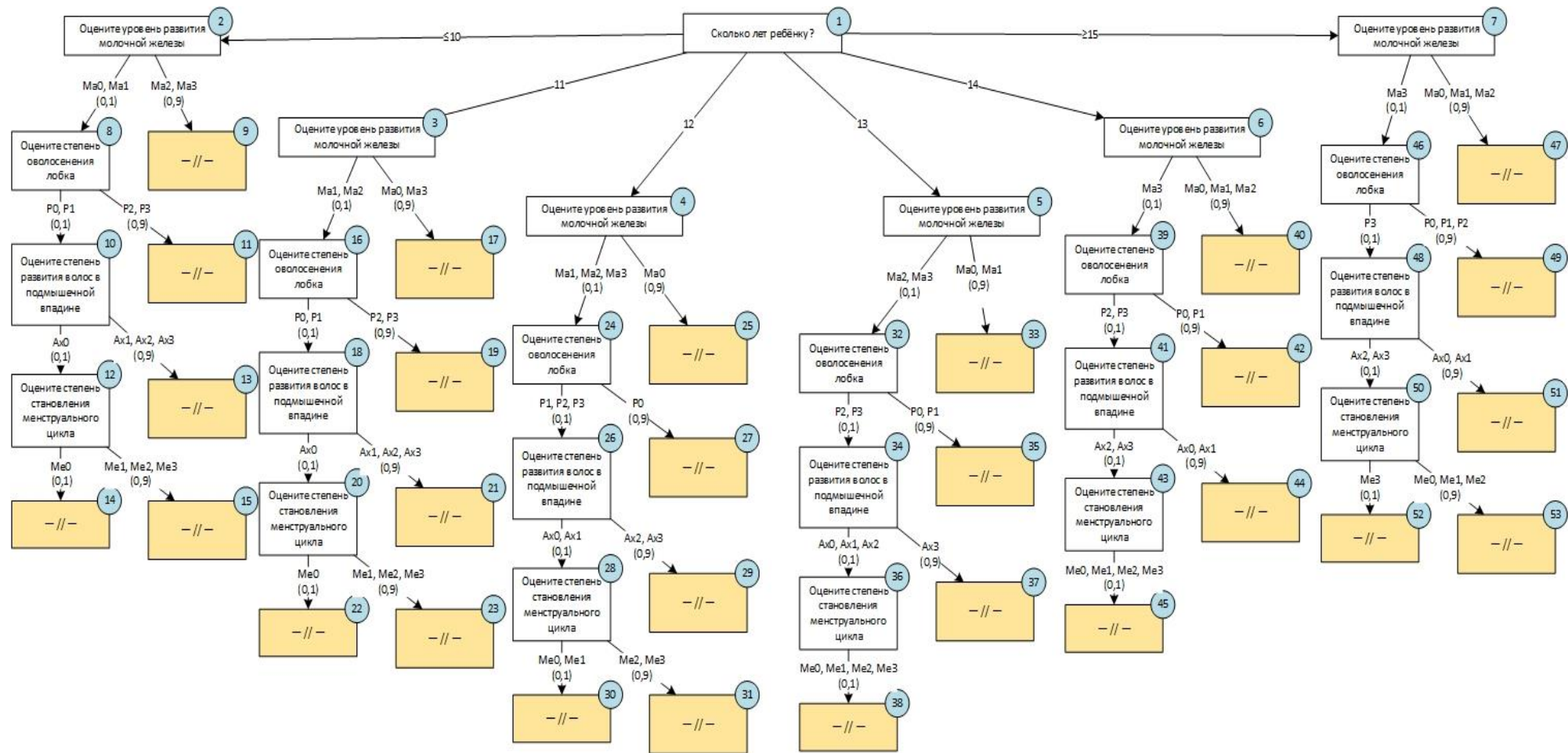


Рисунок 2.5 - Дерево решений по медико-биологической группе факторов

Для построения дерева решений, решающего задачу определения уровня развития фертильности у девочек подросткового возраста, введём следующие понятия и обозначения (таблица 2.14).

Таблица 2.14. – Понятия и обозначения предметной области

Показатель	Обозначение	Уровень	Обозначение
Развитие молочной железы	Ма	0	Железы не выдаются над поверхностью грудной клетки
		1	Железы несколько выдаются (околососковый кружок вместе с соском образует единый конус)
		2	Железы значительно выдаются вместе с соском и околососковым кружком, имеют форму конуса
		3	Тело железы принимает округлую форму, соски приподнимаются над околососковым кружком
Оволосение лобка	Р	0	Отсутствие волос
		1	Единичные волосы вдоль половых губ
		2	Редкие, длинные волосы на центральном участке лобка
		3	Длинные, вьющиеся, густые волосы на всем треугольнике лобка
Развитие волос в подмышечной впадине	Ах	0	Отсутствие волос
		1	Единичные волосы
		2	Волосы редкие на центральном участке впадины
		3	Длинные, густые, вьющиеся волосы по всей впадине
Становление менструальной функции	Ме	0	Отсутствие менструаций
		1	1-2 менструации к моменту осмотра (menarche)
		2	Нерегулярные
		3	Регулярные менструации

Так же существуют повозрастные стандарты полового созревания девочек. [67] Данные стандарты приведены в таблице 2.15.

Таблица 2.15. – Повозрастные стандарты полового созревания девочек

Возраст	Нижняя граница нормы	Верхняя граница нормы
10 лет	Ma0 P0 Ax0 Me0	Ma2 P1 Ax0 Me0
11 лет	Ma1 P0 Ax0 Me0	Ma2 P1 Ax0 Me0
12 лет	Ma1 P1 Ax0 Me0	Ma3 P3 Ax1 Me1
13 лет	Ma2 P2 Ax0 Me0	Ma3 P3 Ax2 Me3
14 лет	Ma3 P2 Ax2 Me0	Ma3 P3 Ax3 Me3
15 лет	Ma3 P3 Ax2 Me3	Ma3 P3 Ax3 Me3

Оценка результата производится на основе ответов пользователей, вероятности заболевания при полученном ответе и приоритете фактора из таблицы 2.13 (таблица 2.16).

Таблица 2.16 – Возможные варианты оценки медико-биологической группы

Вопрос системы	Ответ пациента	Вероятность заболевания	Приоритет фактора
Оцените уровень развития молочной железы	Ma0	В зависимости от выбранного возраста	0,094065
	Ma1		
	Ma2		
	Ma3		
Оцените степень оволосения лобка	P0	В зависимости от выбранного возраста	0,094065
	P1		
	P2		
	P3		
Оцените степень развития волос в подмышечной впадине	Ax0	В зависимости от выбранного возраста	0,094065
	Ax1		
	Ax2		
	Ax3		
Оцените степень становления менструального цикла	Ma0	В зависимости от выбранного возраста	0,094065
	Ma1		
	Ma2		
	Ma3		

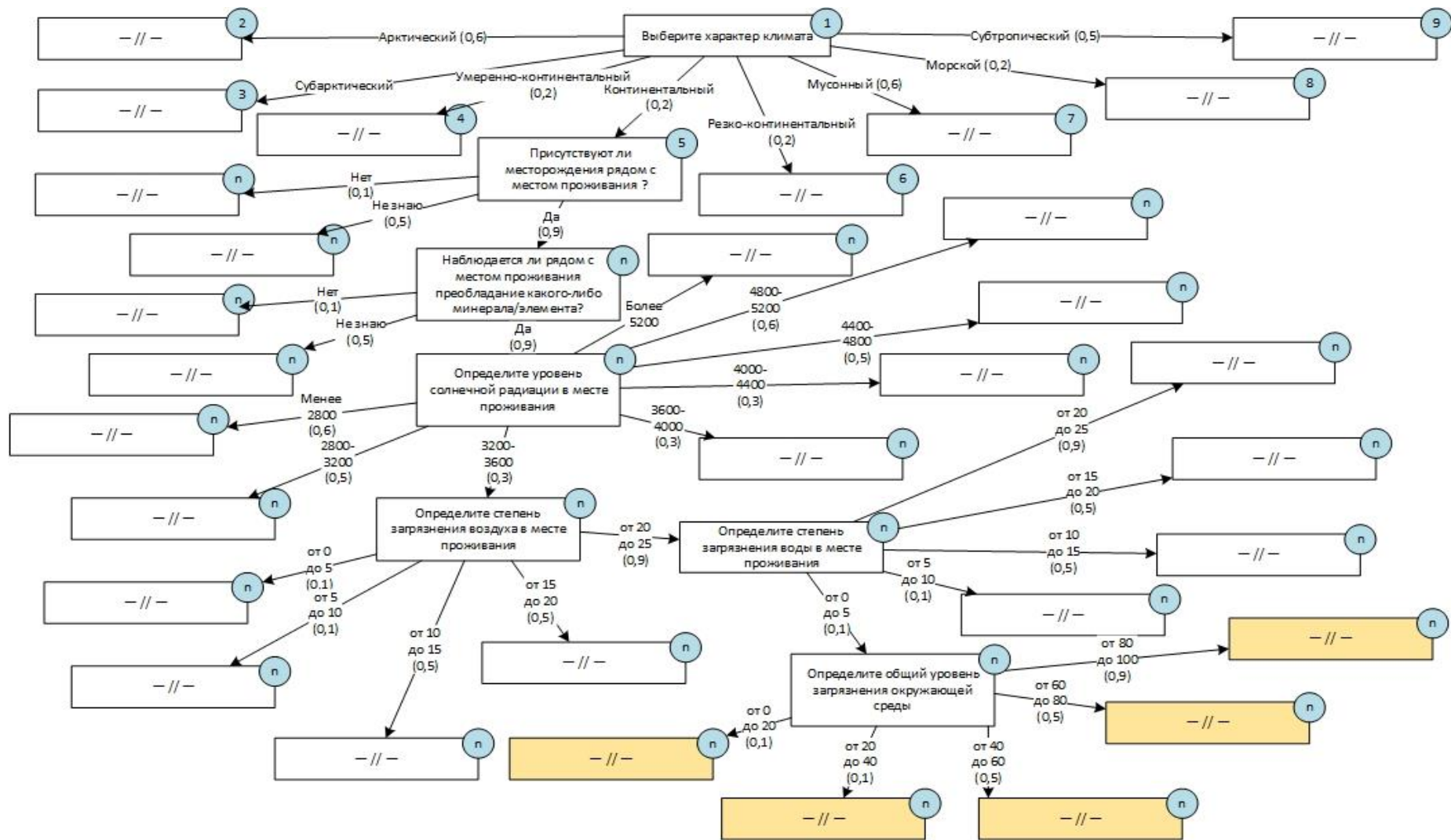


Рисунок 2.6 - Дерево решений по эколого-климатической группе факторов

На рис. 2.6 представлено дерево решений, отражающее знания экспертной системы по оценке репродуктивного здоровья по эколого-климатической группе факторов.

Оценка результата производится на основе ответов пользователей, вероятности заболевания при полученном ответе и приоритете фактора из таблицы 2.13 (таблица 2.17).

Таблица 2.17 – Возможные варианты оценки эколого-климатической группы

Вопрос системы	Ответ пациента	Вероятность заболевания	Приоритет фактора
Выберите характер климата	Арктический	0,6	0,006105
	Субарктический	0,6	
	Умеренно-континентальный	0,2	
	Континентальный	0,2	
	Резко-континентальный	0,2	
	Муссонный	0,6	
	Морской	0,2	
	Субтропический	0,5	
Присутствуют ли месторождения рядом с местом проживания?	Да	0,9	0,034488
	Нет	0,1	
	Не знаю	0,5	
Наблюдается ли рядом с местом проживания преобладание какого-либо минерала/элемента?	Да	0,9	0,034488
	Нет	0,1	
	Не знаю	0,5	
Определите уровень солнечной радиации в месте проживания	Менее 2800	0,6	0,008286
	2800-3200	0,5	
	3200-3600	0,3	
	3600-4000	0,3	

Продолжение таблицы 2.17

	4000-4400	0,3	
	4400-4800	0,5	
	4800-5200	0,6	
	Более 5200	0,6	
Определите степень загрязнения воздуха в месте проживания	От 0 до 5	0,1	0,01911
	От 5 до 10	0,1	
	От 10 до 15	0,5	
	От 15 до 20	0,5	
	От 20 до 25	0,9	
Определите степень загрязнения воды в месте проживания	От 0 до 5	0,1	
	От 5 до 10	0,1	
	От 10 до 15	0,5	
	От 15 до 20	0,5	
	От 20 до 25	0,9	
Определите общий уровень загрязнения окружающей среды	От 0 до 20	0,1	0,010801
	От 20 до 40	0,1	
	От 40 до 60	0,5	
	От 60 до 80	0,5	
	От 80 до 100	0,9	

Для построения дерева решений по эколого-климатической группе факторов вводятся следующие вопросы: «выберите характер климата», «Присутствуют ли месторождения рядом с местом проживания?», «Наблюдается ли рядом с местом проживания преобладание какого-либо минерала/элемента?», «Определите уровень солнечной радиации в месте проживания», «Определите степень загрязнения воздуха в месте проживания», «Определите степень загрязнения воды в месте проживания», «Определите общий уровень загрязнения окружающей среды».

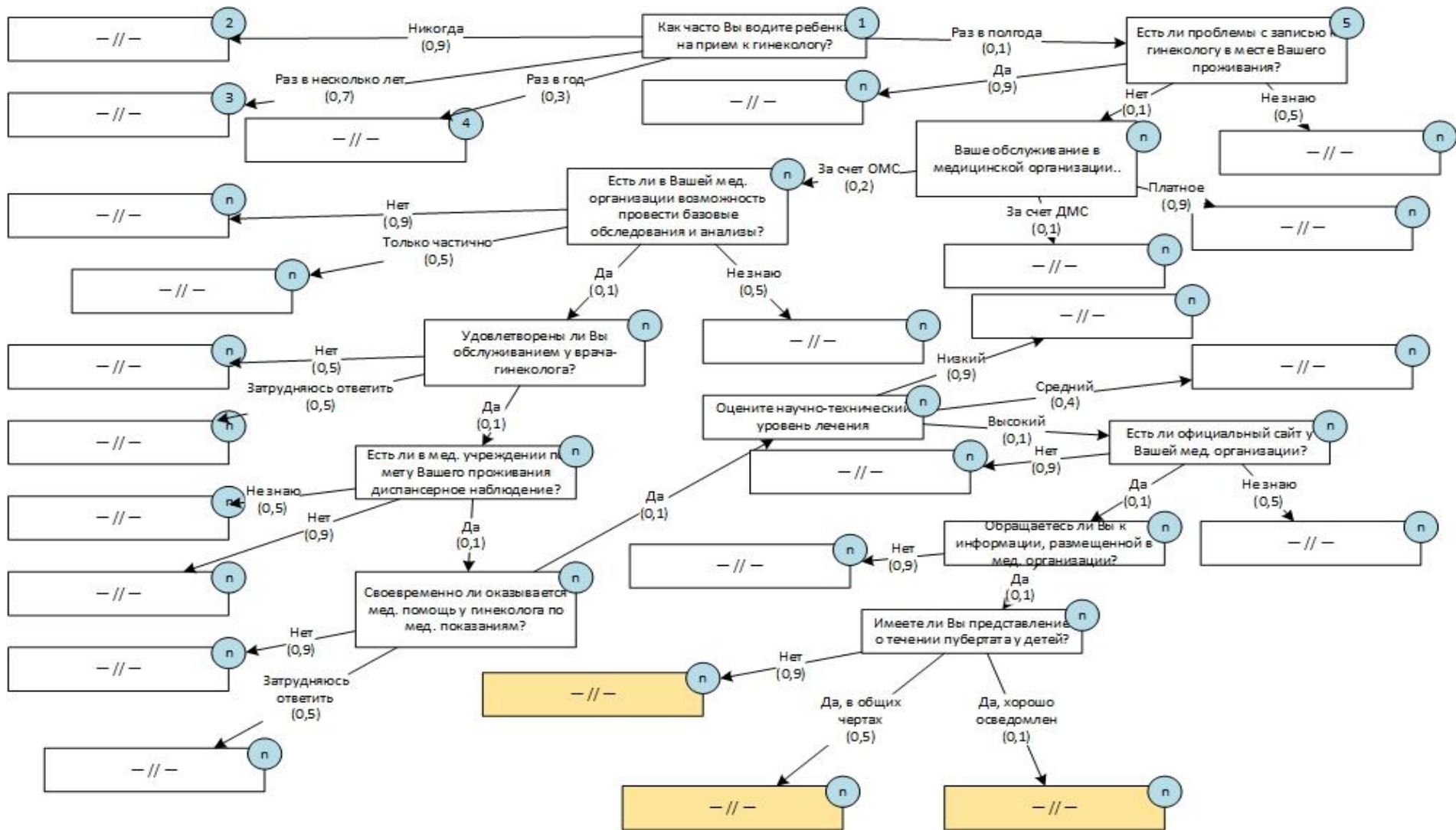


Рисунок 2.7 - Дерево решений по медико-организационной группе факторов

На рис. 2.7 представлено дерево решений, отражающее знания экспертной системы по оценке репродуктивного здоровья по медико-организационной группе факторов.

Оценка результата производится на основе ответов пользователей, вероятности заболевания при полученном ответе и приоритете фактора из таблицы 2.13 (таблица 2.18).

Таблица 2.18 – Возможные варианты оценки эколого-климатической группы

Вопрос системы	Ответ пациента	Вероятность заболевания	Приоритет фактора
Как часто Вы водите ребенка на прием к гинекологу?	Никогда	0,9	0,19240
	Раз в несколько лет	0,7	
	Раз в год	0,3	
	Раз в полгода	0,1	
Есть ли проблемы с записью к гинекологу в месте Вашего проживания?	Да	0,9	0,38068
	Нет	0,1	
	Не знаю	0,5	
Ваше обслуживание в медицинской организации...	За счет ОМС	0,2	0,22414
	За счет ДМС	0,1	
	Платное	0,9	
Есть ли в Вашей мед. организации возможность провести базовые обследования и анализы?	Нет	0,9	0,22414
	Только частично	0,5	
	Да	0,1	
	Не знаю	0,5	
Удовлетворены ли Вы обслуживанием у врача-гинеколога?	Нет	0,5	0,09432
	Затрудняюсь ответить	0,5	
	Да	0,1	
Есть ли в мед. учреждении по месту Вашего проживания	Да	0,1	0,09432
	Нет	0,9	

Продолжение таблицы 2.18

диспансерное наблюдение?	Не знаю	0,5	
Своевременно ли оказывается мед. помощь у гинеколога по мед. показаниям?	Нет	0,9	0,06876
	Затрудняюсь ответить	0,5	
	Да	0,1	
Оцените научно-технический уровень лечения	Низкий	0,9	
	Средний	0,4	
	Высокий	0,1	
Есть ли официальный сайт у Вашей мед. организации?	Да	0,1	0,03970
	Нет	0,9	
	Не знаю	0,5	
Обращаетесь ли Вы к информации, размещенной в мед. организации?	Да	0,1	
	Нет	0,9	
Имеете ли Вы представление о течении пубертата у детей?	Нет	0,9	
	Да, в общих чертах	0,5	
	Да, хорошо осведомлен	0,1	

Для построения дерева решений по медико-организационной группе факторов проводится оценка по следующим показателям: частота посещения детского врача-гинеколога, доступность записи к детскому врачу-гинекологу, тип обслуживания в мед. организации, возможность проведения базовых обследований, наличие диспансерного наблюдения, своевременность и уровень оказания мед. помощи, степень осведомленности родителей.

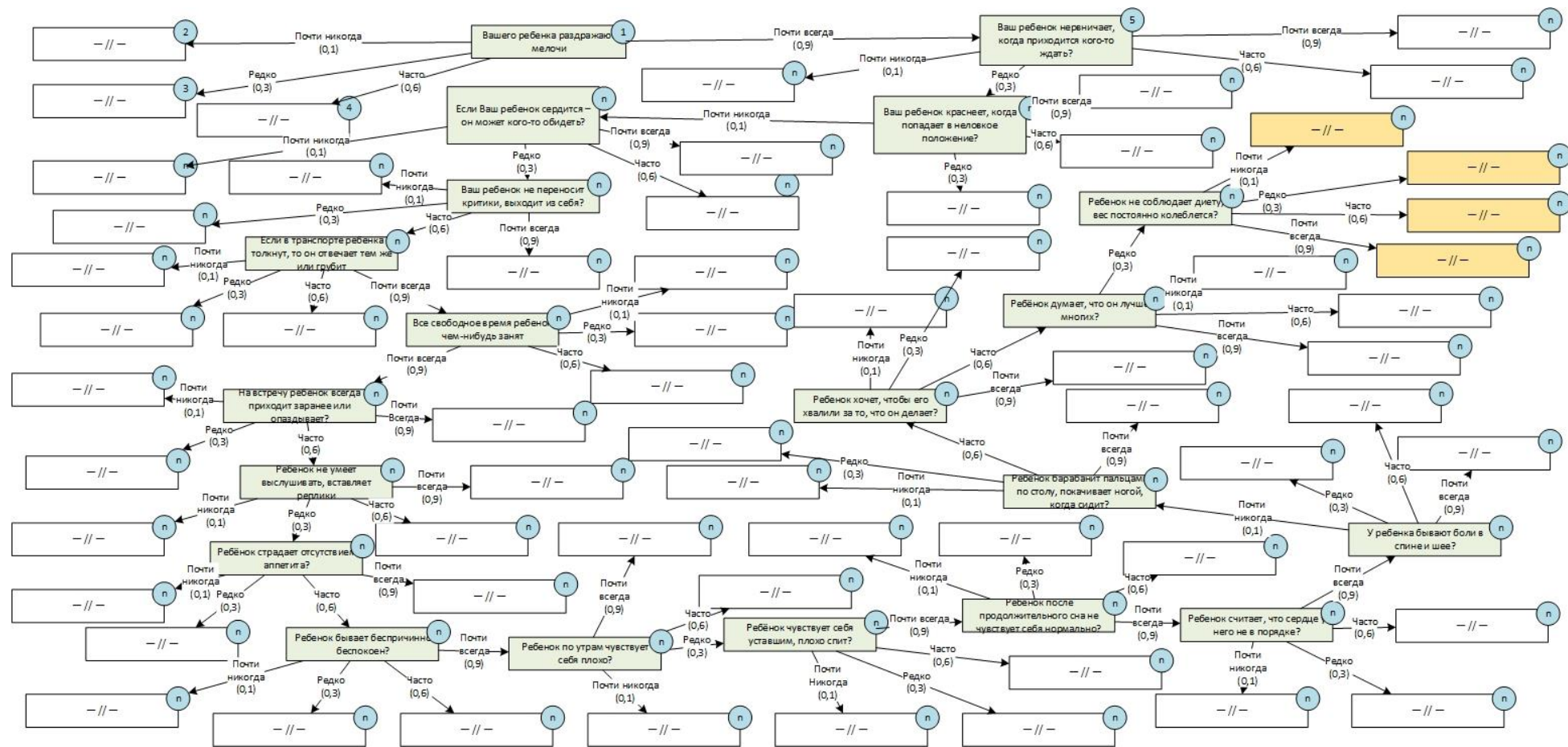


Рисунок 2.8 - Дерево решений по психолого-поведенческой группе факторов

На рис. 2.8 представлено дерево решений, отражающее знания экспертной системы по оценке репродуктивного здоровья по психолого-поведенческой группе факторов.

Оценка результата производится на основе ответов пользователей, вероятности заболевания при полученном ответе и приоритете фактора из таблицы 2.13 (таблица 2.19).

Таблица 2.19 – Возможные варианты оценки психолого-поведенческой группы

Вопрос системы	Ответ пациента	Вероятность заболевания	Приоритет фактора
Вашего ребенка раздражают мелочи?	Почти никогда	0,1	0,57071
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ваш ребенок нервничает, когда приходится кого-то ждать?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ваш ребенок краснеет, когда попадает в неловкое положение?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Если Ваш ребенок сердится – он может кого-то обидеть?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ваш ребенок не переносит критики, выходит из себя?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Если в транспорте ребенка толкнут, то он отвечает тем же	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	

Продолжение таблицы 2.19

или грубит?	Почти всегда	0,9	
Все свободное время ребенок чем-нибудь занят?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
На встречи ребенок всегда приходит заранее или опаздывает?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ребенок не умеет выслушивать, вставляет реплики?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ребенок страдает отсутствием аппетита?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ребенок бывает беспричинно беспокоен?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ребенок по утрам чувствует себя плохо?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ребенок чувствует себя уставшим, плохо спит?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ребенок после продолжительного сна не чувствует себя нормально?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	

Продолжение таблицы 2.19

Ребенок считает, что сердце у него не в порядке?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
У ребенка бывают боли в спине и шее?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ребенок барабанит пальцами по столу, покачивает ногой, когда сидит?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ребенок хочет, чтобы его хвалили за то, что он делает?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ребенок думает, что он лучше многих?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	
Ребенок не соблюдает диету, вес постоянно меняется?	Почти никогда	0,1	
	Редко	0,3	
	Часто	0,6	
	Почти всегда	0,9	

Далее по построенным деревьям решений построена таблица "Управление переходами состояний", которая используется для реализации работы Машины вывода (Решателя). Она управляет «движением» системы от одного состояния к другому по дереву решений или выдает решение экспертной системы и останавливается, если встречает «1» в столбце «Конец поиска». Фрагмент таблицы «Управление переходами состояний» приведен в приложении Б.

На заключительном этапе методики принятия решений по оценке репродуктивного здоровья происходит общая оценка состояния здоровья, которая учитывает все факторы и показатели.

Оценка производится по формуле 2.1:

$$OS = ((VZ_i \times ZF_i) + \dots + (VZ_n \times ZF_n)) \times 100\%, \quad (2.1)$$

где OS – итоговая оценка состояния репродуктивного здоровья, %;

VZ – вероятность заболевания по определенному фактору;

VF – приоритет определенного фактора.

Итоговый результат определяется следующим образом:

от 0 до 25% - вероятность отклонений от норм и вероятность нарушения репродуктивного здоровья незначительна;

от 26 до 50% - вероятность отклонений от норм и вероятность нарушения репродуктивного здоровья повышена, но находится в рамках нормы;

от 51 до 75% - вероятность отклонений от норм и вероятность нарушения репродуктивного здоровья высокая;

от 76 до 100% - присутствуют отклонения от норм и нарушение репродуктивного здоровья.

Таким образом, во втором разделе была разработана методика принятия решений по оценке репродуктивного здоровья на основе аналитико-иерархического метода. Проведена расстановка приоритетов для всех групп факторов и каждого отдельно взятых факторов. Были построены деревья решений и даны их описания.

3 Программная реализация прототипа экспертной системы по оценке репродуктивного здоровья

3.1 Разработка требований к системе

Информационная система по оценке репродуктивного здоровья предназначена для информационной поддержки пациентов и детских врачей-гинекологов.

Источником информации для информационной системы по оценке репродуктивного здоровья служат данные, получаемые от пациентов.

Потребителями информации из информационной системы по оценке репродуктивного здоровья являются:

- медицинские работники лечебного учреждения;
- пациенты, либо законные представители (в данном случае родители, опекуны несовершеннолетних и т.д.).

Работа информационной системы по оценке репродуктивного здоровья регламентируется:

- действующими государственными законодательными и нормативно-правовыми документами, регулирующими деятельность и информационное взаимодействие любой медицинской организации на территории РФ;
- порядком и правилами, на основе которых формируются входные, выходные и внутренние документы, определяется взаимодействие подразделений и медицинского персонала при проведении лечебно-диагностических мероприятий;
- моделями основных процессов, а также соответствующими им стандартами на выполнение отдельных процессов, положениями о подразделениях и должностными обязанностями сотрудников медицинской организации.

Общие рекомендации к информационной системе по оценке репродуктивного здоровья представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Общие рекомендации к информационной системе по оценке репродуктивного здоровья

№	Требование	Обоснование
1.	Гибкость настроек и возможность адаптации информационной системы к методам организации лечебных процессов, используемым в конкретных медицинских организациях	Обеспечение комфортного перехода на новые инструменты информационной поддержки бизнес-процессов медицинской организации с сохранением привычной последовательности задач по их выполнению; оптимизации бизнес-процессов, использующих новые функциональные возможности информационной системы, и их последовательная автоматизация путем накопления практического опыта эксплуатации системы
2.	Информационная система должна обеспечивать поддержку обмена электронной медицинской информацией на основе общепринятых международных стандартов (HL7, IHE, DICOM)	Обеспечение семантической интероперабельности с внешними медицинскими информационными системами
3.	Наличие в информационной системе инструментов изменения (расширения, модернизации) состава, форматов и структуры хранения данных при сохранении работоспособности базового варианта ПО	Проведение программ модернизации функционала ИС (на уровне организации) без необходимости отказа от используемого ПО; адаптация к процессам пересмотра регламентов передачи данных в структуры управления; возможность уточнения и детализации информации о фрагментах, реализуемых БП, сохраняемой ИС
4.	Наличие инструментов выгрузки из хранилища ИС (подкачки в хранилище ИС) пакетов данных, состав, форматы и структура которых согласованы на федеративном уровне и уровне региона	Обеспечение гибкости информационного взаимодействия, синхронизации и актуализации данных ИС
5.	Гибкие инструменты разграничения прав доступа к данным и функционалу ИС	Оптимизация работы специалистов с данными; возможность работы с фрагментами информации

К техническому (аппаратному) обеспечению информационной системы по оценке репродуктивного здоровья не должно предъявляться каких-либо особенных требований, которые ограничивают использование программно-технических средств конкретно-указанным производителем или группой производителей.

Информационная система по оценке репродуктивного здоровья должна обеспечивать базовые функциональные возможности (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Базовые функциональные возможности

Функция	Возможности функции
Регистрация пациентов	Регистрация медицинских данных, обслуживаемых пациентов. Получение информированного согласия на обработку персональных данных.
Ведение медицинской документации	Регистрация диагнозов пациента. Учет и регистрация показателей состояния здоровья пациента по результатам профилактических опросов. Идентификация пациента на основе уникальных идентификаторов.
Формирование отчетности	Подготовка статистической отчетности. Предварительный просмотр сформированного отчета, печать отчетов. Экспорт отчетов в офисные приложения. Экспорт отчетов в другие форматы.

3.2 Программная реализация и апробация прототипа экспертной системы по оценке репродуктивного здоровья

Для того чтобы экспертная система могла взаимодействовать с пользователем в интерактивном режиме, помимо таблицы управления переходами требуется еще информация о реакциях экспертной системы на ответы пользователя. Реакция экспертной системы делится на два варианта: ответ (решение) системы или очередной вопрос пользователю. Поэтому для взаимодействия пользователя с ЭС была построена таблица «Вопросы-Ответы ЭС». Фрагмент таблицы приведен в приложении (Приложение В).

Согласно этой таблице и в зависимости от состояния, в котором находится экспертная система, на экран монитора выводятся вопросы к пользователю или ответы экспертной системы.

Далее была создана программа, которая организует вывод на интерфейс вопросов и ответов из таблицы «Вопросы-Ответы». Программа состоит из приветственного окна, опросника, окон результатов опроса и блока объяснений.

На рисунке 3.1 представлено приветственное окно системы, в котором даётся пояснение к предназначению и принципу работы системы.

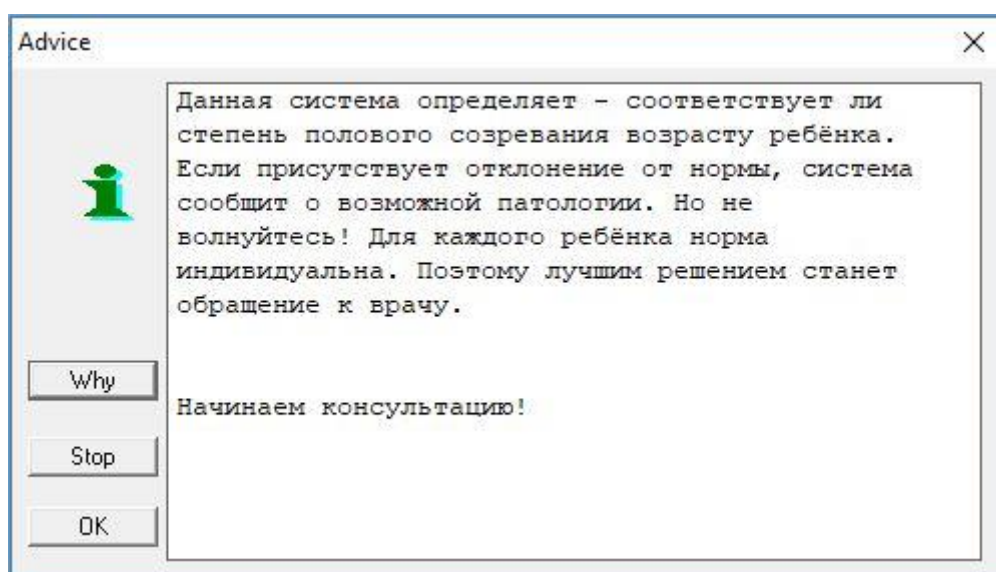


Рисунок 3.2 – Приветственное окно системы

Опросник состоит из окон с вопросами нескольких типов: обычные вопросы, где пользователю требуется ввести свой ответ (рисунок 3.2), и вопросы с графическим пояснением, где в окне справа даётся на изображении пояснения к вопросу (рисунок 3.3).

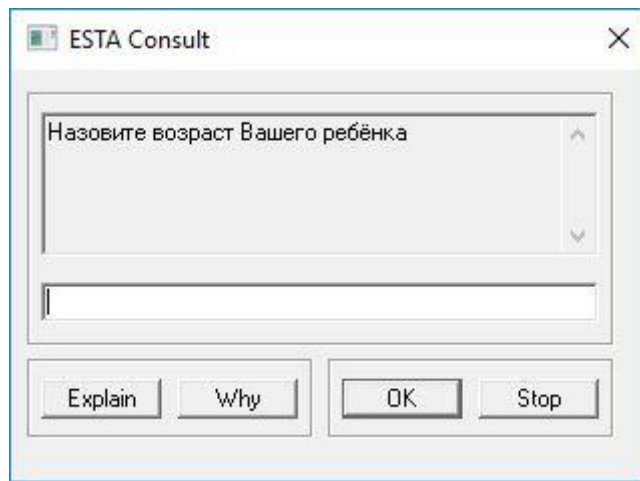


Рисунок 3.2 – Окно для ввода информации о возрасте

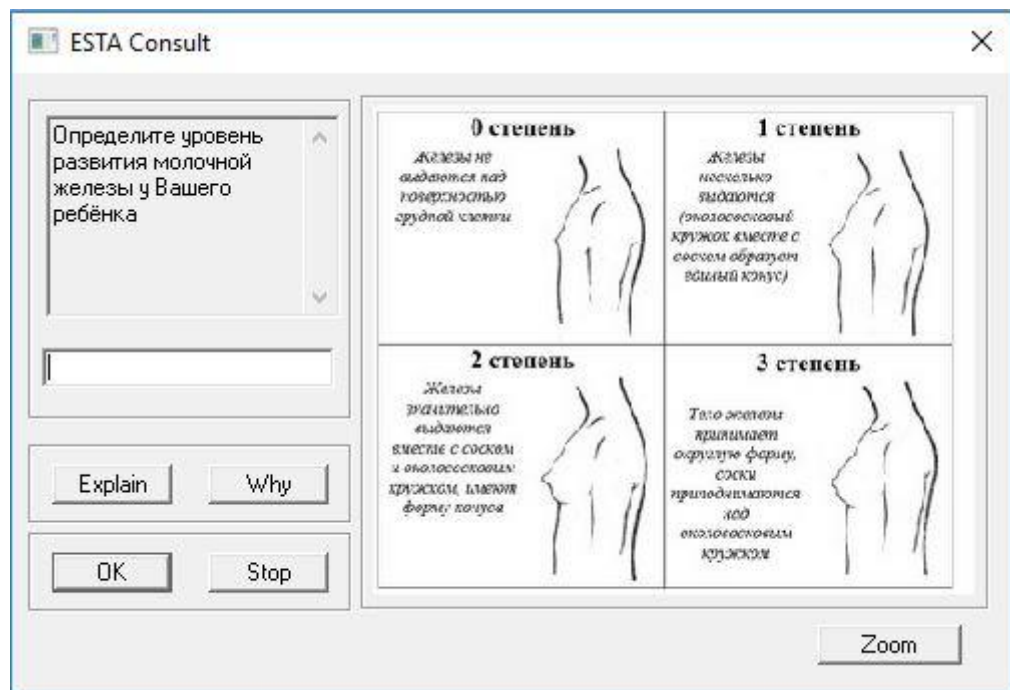


Рисунок 3.3 – Окно вопроса с графическим пояснением

По результатам тестирования система может дать следующие результаты (рисунок 3.4):

- половое развитие соответствует возрасту;
- возможна патология развития. Обратитесь за консультацией к специалисту!

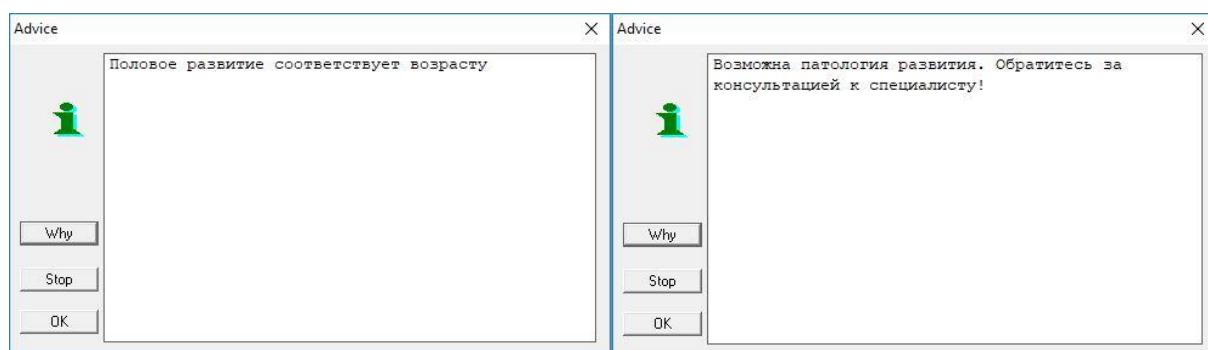


Рисунок 3.4 – Окна с итоговыми сообщениями системы

Непременным элементом экспертной системы считается Блок объяснений. Он должен разъяснять пользователю, почему экспертная система поступает так, а не иначе. Данный блок был реализован с помощью кнопок, которые пользователь будет нажимать в зависимости от того, что именно ему непонятно. В ответ система будет разъяснять ему соответствующий аспект текущего состояния. В таблице 3.3 приведен фрагмент объяснений системы.

Таблица 3.3 - Содержание блока объяснений

Состояние	Текст
1	Среди различных аспектов полового созревания один из самых важных - возрастные границы нормы. Для оценки уровня биологической зрелости ребенка проводится сопоставление показателей его развития со средним возрастнo-половым стандартом. Если показатели биологического развития ребенка соответствуют средним возрастнo-половым значениям, то его биологическое развитие оценивается как соответствующее календарному возрасту.
2, 3, 4, 5, 6, 7	Процесс формирования молочной железы или по-научному "телархе" длится несколько лет и делится на стадии. Созревание и рост молочной железы зависят от возраста девочки и делятся на несколько активных периодов.
8, 16, 24, 32, 39, 46	Начальные этапы оволосения лобка сопровождаются также ростом малых половых губ, утолщением слизистой оболочки влагалища, ростом матки. Также зависит от возраста девочки и делится на несколько этапов.
10, 18, 26, 34, 41, 48	На определенной стадии развития молочных желез и оволосения лобка начинается оволосение в подмышечных областях. Также зависит от возраста девочки и делится на несколько этапов.
12, 20, 28, 36, 43, 50	Обычно менархе не наступает раньше начального оволосения подмышечных областей. Довольно широко распространено мнение о том, что менархе означает конец первой половины пубертата и начало его второй половины

Пример реализации блока объяснений представлен в рисунках 3.5-3.6.

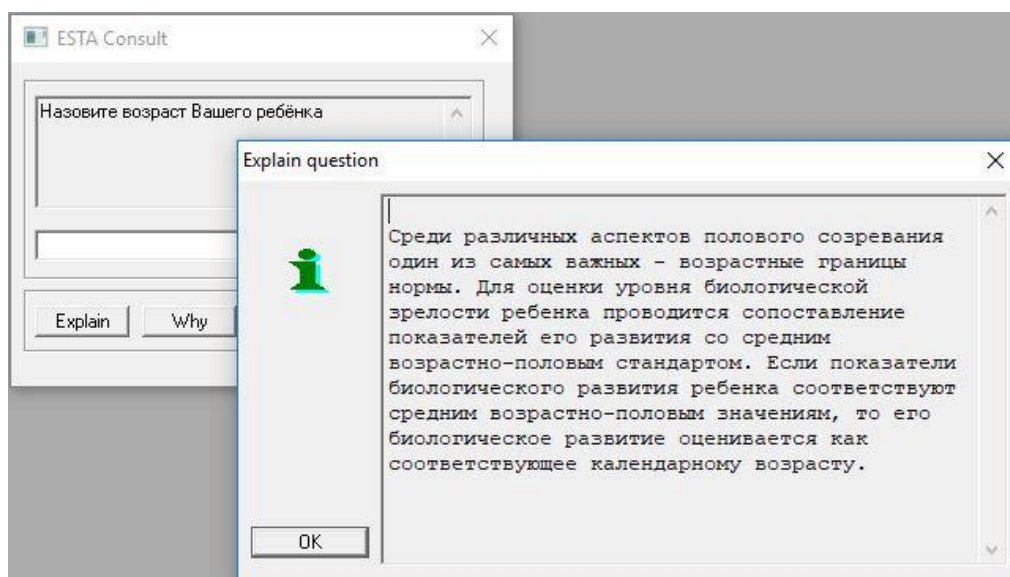


Рисунок 3.5 – Объяснение назначения вопроса о возрасте ребёнка

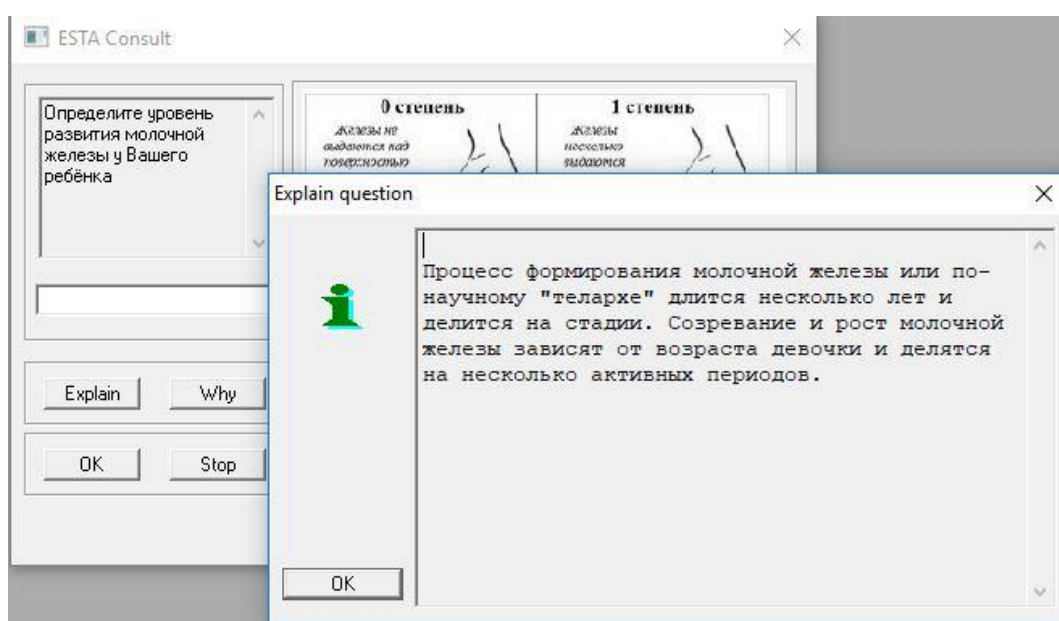


Рисунок 3.6 – Объяснение назначения вопроса об определении уровня Ма

При нажатии на кнопку «Explain» появляется объяснение для задаваемого вопроса.

При нажатии на кнопку «Why» появляется объяснение, почему система выдала тот или иной вопрос/ответ, выводится описание пути решения системой поставленной проблемы (рисунок 3.7).

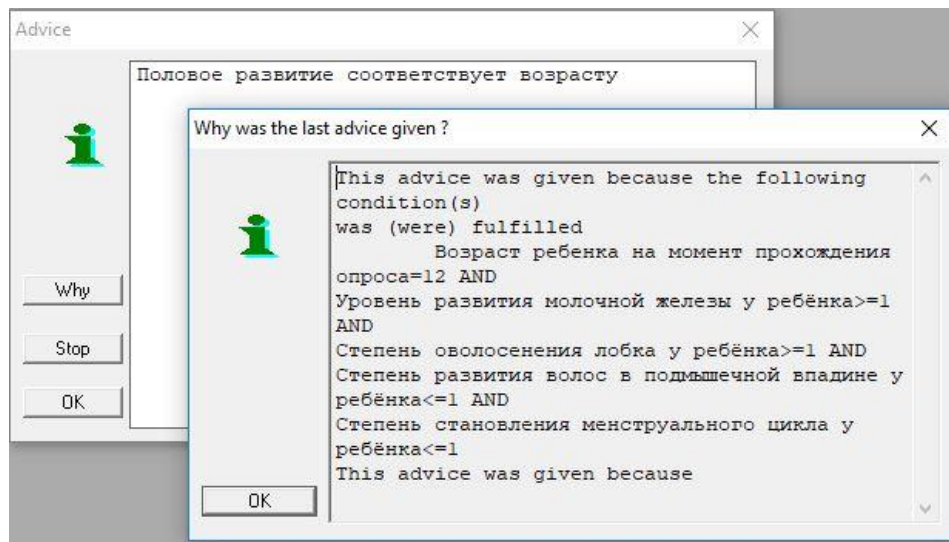


Рисунок 3.7 – Описание пути решения системой поставленной проблемы

В результате была создана экспертная система, дающая оценку репродуктивного здоровья. Экспертная система включает в себя, приветственное окно, опросник (состоящий из двух типов вопросов), блок объяснений и блок описания пути решения. Фрагмент листинга базы знаний приведен в приложении Г

3.3 Оценка эффективности предлагаемого решения

При оценке результата от внедрения предлагаемой методики основной составляющей эффективности является клиническая эффективность. В качестве критериев клинической эффективности при оценке репродуктивного здоровья девочек-подростков можно назвать такие показатели, как увеличение выявленных на ранних стадиях случаев заболеваемости или предрасположенности к заболеваниям, повышение точности, оперативности и информативности диагностических исследований, числа обострений хронических заболеваний за определенный период времени, общее снижение заболеваемости. Внедрение системы должно обеспечить врача оперативной достоверной информацией для правильной постановки диагноза и определения тактики лечения или профилактики [68,69,70].

Классическая оценка репродуктивного здоровья основывалась на учете 7 факторов (в среднем, т.к. исходя из индивидуального подхода врачей количество факторов может варьироваться от 5 до 10): повозрастные особенности полового развития, антропометрические нормативы, генетические факторы, анатомо-функциональные показатели, медицинская активность, образ жизни, режим и качество питания.

Предлагаемая методика учитывает при оценке репродуктивного потенциала 30 факторов: повозрастные особенности полового развития, антропометрические нормативы, наследственность, генетические факторы, анатомо-функциональные показатели, характер климата, биогеохимические особенности, наличие месторождений, уровень солнечной радиации, температурный режим, состояние воздуха, воды, почвы, загрязнение внешней среды, геомагнитный и гелиомагнитный спектры излучений, качество медико-социальной помощи, эффективность медико-социальной помощи, доступность медико-социальной помощи, наличие диспансерного наблюдения, медицинская активность, осведомленность пациентов, режим и качество питания, образ жизни, условия труда, жилищные условия, материальное состояние, наличие вредных привычек, образовательный и культурный уровни, возраст матери на момент родов, стрессоустойчивость, уровень агрессии, поведенческие реакции (рисунок 3.8) .

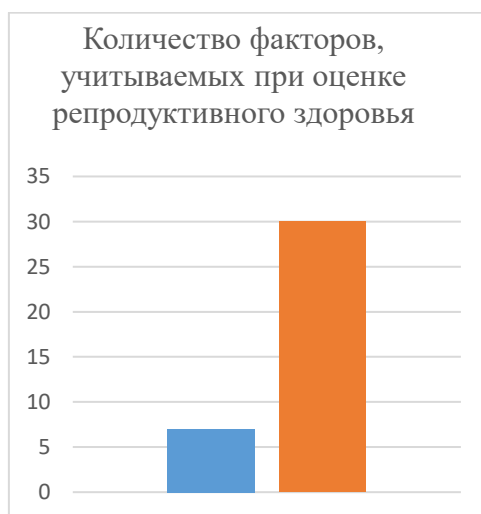


Рисунок 3.8 – Количество факторов, учитываемых при оценке репродуктивного здоровья

По рекомендации ВОЗ необходимо проходить профилактические осмотры у гинеколога не реже, чем раз в год, т.к. в большинстве случаев причиной бесплодия или хронических заболеваний половых органов являются перенесенные в подростковом возрасте воспалительные заболевания органов малого таза, которые не были своевременно диагностированы и пролечены.

Для оценки количества родителей, приводящих своих детей на профилактический осмотр к гинекологу, был проведен опрос. Был задан вопрос «Как часто Вы обследуете вашего ребенка у гинеколога?». Предлагались следующие варианты ответов: «Не обследую», «Раз в несколько лет», «Раз в год», «Раз в полгода». В результате ответы распределились следующим образом (таблица 3.4):

Таблица 3.4 – Статистика личных обращений к врачу

Не обследую	Раз в несколько лет	Раз в год	Раз в полгода
20	17	10	3

Как показал опрос, подавляющее большинство не водят своих детей на осмотр к гинекологу (40 %), либо водят на осмотр раз в несколько лет (34%), что не соответствует нормам профилактики (рисунок 3.9).

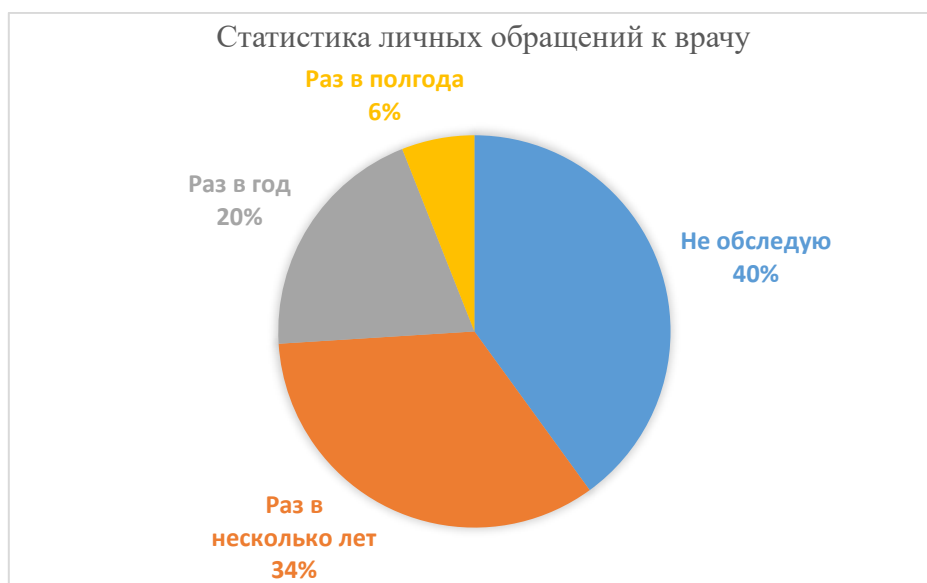


Рисунок 3.9 – Статистика личных обращений к врачу

Далее был задан вопрос «Как часто Вы готовы проходить диагностику репродуктивного здоровья Вашего ребенка через электронный опрос?». Предлагались следующие варианты ответов: «Никогда», «Раз в несколько лет», «Раз в год», «Раз в полгода». В результате ответы распределились следующим образом (таблица 3.5):

Таблица 3.5 – Готовность проводить оценку здоровья через электронный опрос

Никогда	Раз в несколько лет	Раз в год	Раз в полгода
5	5	15	25

По сравнению с предыдущим вопросом, значительно большая часть готова проходить диагностику репродуктивного здоровья своего ребенка удаленно (рисунок 3.10):



Рисунок 3.10 – Статистика готовности проходить оценку здоровья через электронный опрос

Результаты сравнения ответов на два вопроса приведены в таблице 3.6:

Таблица 3.6 - Сравнения ответов

	Никогда	Раз в несколько лет	Раз в год	Раз в полгода
Было	20	17	10	3
Стало	5	5	15	25

Как видно из сравнительного графика (рисунок 3.11), общее количество родителей, готовых проводить профилактическую оценку репродуктивного здоровья своих детей в соответствии с рекомендациями ВОЗ, значительно возросло.

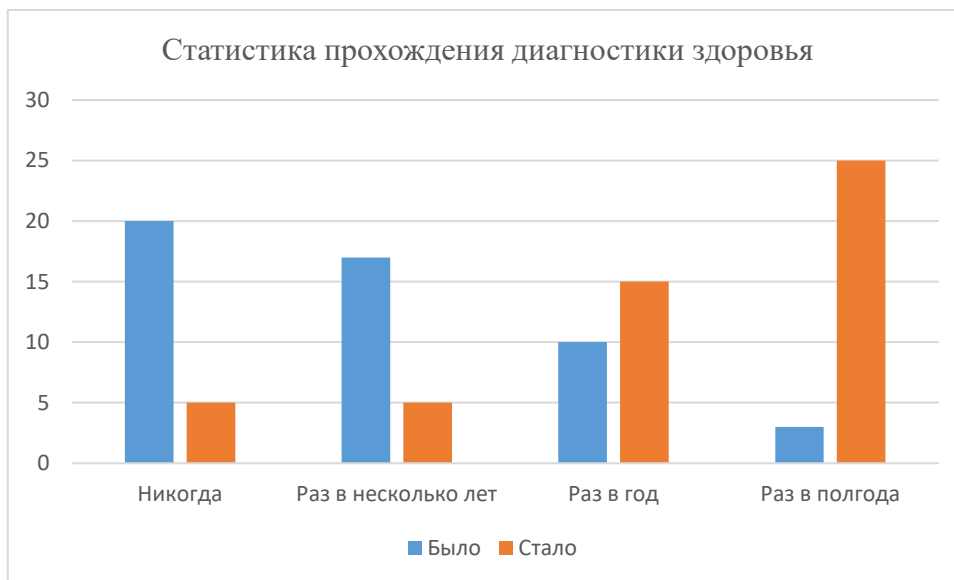


Рисунок 3.11 – Статистика прохождения диагностики здоровья

И, наконец, последний вопрос звучал следующим образом: «Обратитесь ли Вы к врачу, если электронный опрос определит Вашего ребенка в группу риска?». Ответы распределились следующим образом (рисунок 3.12):



Рисунок 3.12 – Готовность обратиться за медицинской помощью

Согласно официальной медицинской статистике по детской гинекологии, около 30 % девочек, начиная с дошкольниц и заканчивая подростками,

имеют проблемы и заболевания в половой сфере. Исходя из данных статистики и результата опросов, было определено, что количество выявленных на ранних стадиях случаев заболеваемости или предрасположенности к заболеваниям увеличится в 3 раза (рисунок 3.13).

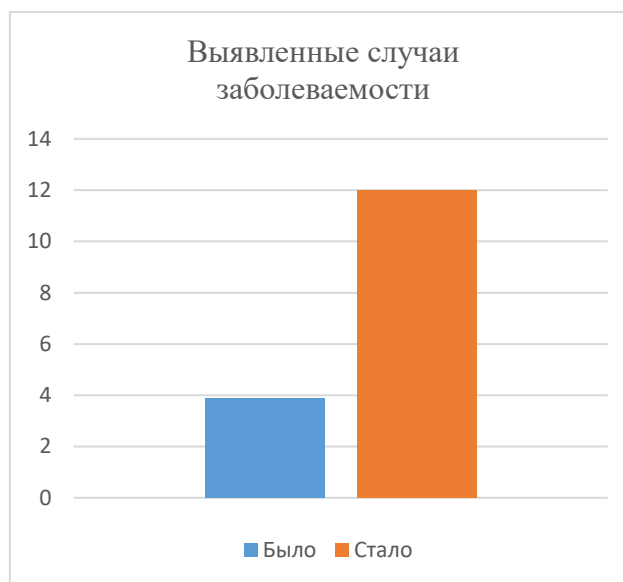


Рисунок 3.13 – Количество выявленных случаев заболеваемости

Так образом, клинический эффект при использовании предлагаемой системы заключается в увеличении выявленных на ранних стадиях случаев заболеваемости или предрасположенности к заболеваниям, повышении точности, оперативности и информативности диагностических исследований, общем снижении заболеваемости репродуктивной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе написания выпускной квалификационной работой произведен обзор источников по вопросам использования и обработки слабоструктурированных данных в медицине. Изучены теоретические основы профилактики нарушений репродуктивной функции у девочек-подростков, разработана общая онтология медицинской диагностики гинекологических заболеваний, а так же проведено исследование и осуществлен выбор методов поддержки принятия решений, применимых для обработки слабоструктурированных данных в медицине.

Была разработана методика принятия решений по оценке репродуктивного здоровья на основе аналитико-иерархического метода, которая заключается в адаптации известных методов принятия решений для решения задачи повышения достоверности консультационно-диагностических решений в детской гинекологии. Проведена расстановка приоритетов для всех групп факторов и каждого отдельно взятых факторов. Были построены деревья решений и даны их описания.

Так же была осуществлена программная реализация прототипа экспертной системы, которая дает оценку состояния репродуктивного здоровья. Экспертная система включает в себя, приветственное окно, опросник, блок объяснений и блок описания пути решения.

Разработанная методика принятия решений по оценке репродуктивного здоровья на основе аналитико-иерархического метода позволит увеличить число выявленных на ранних стадиях случаев заболеваемости или предрасположенности к заболеваниям, повысить точность, оперативность и информативность диагностических исследований, общее снижение заболеваемости репродуктивной системы.

В процессе написания выпускной квалификационной работы были решены следующие задачи:

1. Исследованы существующие проблемы по обработке слабоструктурированных данных в медицине.

2. Систематизированы критерии, используемые экспертами для оценки репродуктивного здоровья и тенденций физического развития девочек.

3. Разработана методика принятия решений по оценке репродуктивного здоровья на основе аналитико-иерархического процесса.

4. Разработаны деревья решений для извлечения и обработки вторичных данных в зависимости от уровня и состояния полового развития девочек-подростков.

5. Реализован прототип экспертной системы определения прогноза и возможных действий.

Таким образом, цель ВКР была достигнута, была повышена достоверность консультационно-диагностических решений и качество прогнозов в детской гинекологии путем совершенствования методов принятия решений обработки слабоструктурированных данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Бритков В.В., Булычев А.В. Методы больших объемов слабоструктурированной информации/ В.В.Бритков, А.В. Булычев// Информационные технологии и вычислительные системы. - №1, 2010. – С. 36-44
- 2 Хачумов М.В. Модели представления и кластеризации слабоструктурированной информации/ М.В. Хачумов// Искусственный интеллект и принятие решений. - №4, 2013. – С.62-71
- 3 Климанская Е.В., Чернов А.В., Янц В.И. Методы обработки слабоструктурированных данных в автоматизированных системах/ Е.В. Климанская, А.В. Чернов, В.И. Янц// Известия ВУЗов. Северо-кавказский регион (Технические науки). - №1, 2013. – С.18-23
- 4 Михалькевич, И.С. Инструменты и методы анализа слабоструктурированных данных в оптимизации маркетинговых коммуникаций [Текст]: дис. на соиск. учен. степ. канд. эконом. наук (08.00.13)/ Михалькевич Илья Сергеевич; ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ». Москва, 2016. – 141 с.
- 5 Царегородцев А.Л. Особенности хранения и передачи частично структурированной медицинской информации в АИС/ А.Л. Царегородцев// Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. – Т.8, вып. 2, 2010. – С.65-68
- 6 Лащук Е. Принципы решения слабоструктурированных проблем [Электронный ресурс]/ Е.Лащук//Ppt-онлайн. – Режим доступа: <https://ppt-online.org/167242>
- 7 Махалкина В.В. Обработка слабоструктурированной информации при построении базы знаний экспертной системы микроэлементных нарушений у человека: диссертация ... кандидата биологических наук : 05.13.01 / Махалкина Валерия Викторовна; Тул. гос. ун-т].- Тула, 2009.- 188 с.

- 8 Скляр А.Г. Способы обработки медицинских данных/ А.Г.Скляр// Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - №2(9), 2015. - С.2
- 9 Скляр А.Г. Особенности построения медицинских систем / А.Г. Скляр// Вестник Воронежского института высоких технологий. - № 13, 2014. - С.123-126.
- 10 Быкова В.В., Катаева А.В. Методы и средства анализа информативности признаков при обработке медицинских данных/ В.В. Быкова, А.В. Катаева// Программные продукты и системы. - №2 9114), 2016. – С. 172-178
- 11 6 способов использования Big Data в здравоохранении [Электронный ресурс]/ DataSides.com. – 2016. – Режим доступа: <http://ru.datasides.com/6-%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B2-%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F-big-data-%D0%B2-%D0%B7%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BE%D1%85%D1%80/>
- 12 Радзинский В.Е. Девушки-подростки РФ: современные тенденции формирования репродуктивного потенциала (обзор литературы)/ В.Е. Радзинский, М.Б. Хамошина, М.Г. Лебедева, М.П. Архипова, О.Д. Руднева, И.А. Чакчурина// Сибирский медицинский журнал. – Том 25, №4, вып. 2, 2010. – С.9-14
- 13 Данилова И.М. Репродуктивный потенциал девочек-подростков Алтайского края: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук/ И.М.Данилова. – Омск, 2008. – 24 с.
- 14 Кротин П.Н. Организация медико-социальной помощи по охране репродуктивного здоровья девушек-подростков/ П.Н. Кротин //Рос. мед. журнал. – 2005. – № 10. – С. 11–14.

15 Кротин П.Н. Научное обоснование организации службы охраны репродуктивного здоровья девушек-подростков: автореф. дис. докт. мед. наук. – СПб., 1998. – С. 37.

16 Вострикова Т.В. Научное обоснование путей оптимизации репродуктивного здоровья девушек-подростков в современных условиях/ Т.В. Вострикова, М.Г. Лебедева, М.Б. Хамошина и др. // Мать и дитя: материалы X Юбилейного Всеросс. науч. форума. – М., 2009. – С. 486–487.

17 Хамошина М.Б. Распространенность гинекологических заболеваний у девушек-подростков по данным профилактических осмотров/ М.Б. Хамошина, М.Г. Лебедева, Р.Г. Абдуллаева и др. // Мать и дитя : материалы III Регионального науч. форума. – М., 2009. – С. 294–295.

18 Радзинский В.Е. Репродуктивный потенциал России – грани проблемы, перспективы коррекции/ В.Е. Радзинский, М.Б. Хамошина, М.Г. Лебедева и др. // Амбулаторно-поликлиническая практика – новые горизонты : сб. тезисов Всеросс. конгресса. – М., 2010. – С. 280–282.

19 Лебедева М.Г. Репродуктивный потенциал России: статистика, проблемы, перспективы/ М.Г. Лебедева, М.Б. Хамошина, И.А. Чакчурина и др. // Охрана репродуктивного здоровья – будущее России : матер. Всеросс. конф. с международн. участием, посв. десятилетию кафедры акуш. и гинек. Медицинского факультета Белгородского государственного университета. – Белгород, 2010. – С. 165–167.

20 Савельева И.С. Репродуктивное здоровье и репродуктивное поведение современной молодежи: перспективы и пути оптимизации: автореф. дис. докт. мед. наук./ И.С. Савельева. – М., 2004. – 44 с.

21 Чернышев А.В. Система и качество оказания медицинской помощи пациентам с нарушениями мужского репродуктивного здоровья и возможные пути их совершенствования/ А.В. Чернышев, В.В. Лебедев, Г.Я. Клименко, Е.Л. Никонов// Вестник ТГУ. – т.15, вып.2, 2010. – с. 679-684

22 Белокриницкая Т.Е., Мочалова М.Н. Национальная культура как фактор, определяющий сексуальное поведение и репродуктивные установки

девочек-подростков // Репродуктивное здоровье детей и подростков. – 2006. – № 6. – С. 77–80.

23 Кузнецова И.В., Евстигнеева Е.Е. Распространенность избытка и дефицита массы тела и сопутствующих нарушений менструальной функции у девочек-подростков г. Москвы// Мать и дитя: материалы VI Росс. форума. – М., 2004. – С. 390.

24 Мамаева С.М., Омаров Н.С.-М. Особенности физического развития у девушек-подростков с анемией // Материалы IV съезда акушеров-гинекологов России. – М., 2008. – С. 415.

25 Семятов С.Д. Репродуктивное здоровье девушек-подростков Московского мегаполиса в современных социально-экономических и экологических условиях: автореф. дис. докт. мед. наук. – М., 2009. – 54 с.

26 Долженко, И.С. Репродуктивное здоровье девочек до 18 лет (состояние, оценка, система мер по его сохранению) [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. мед. наук (14.00.01)/ Долженко Ирина Сергеевна; Московский обл. науч.-иссл. инст. акушерства и гинекологии. – Москва, 2004. – 47 с.

27 Загорулько, Ю.А. Онтологии и их практическое применение в системах, основанных на знаниях [Электронный ресурс]/ Ю.А.Загорулько, Г.Б.Загорулько. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://elib.ict.nsc.ru/jspui/bitstream/ICT/1381/1/%D0%97%D0%9E%D0%9D%D0%A28.pdf>

28 Назаренко, Г.И. Разработка онтологии технологических карт ведения пациентов многопрофильного стационара при моделировании медицинских технологических процессов [Текст]/ Г.И. Назаренко, Е.Б. Клейменова, Л.П. Яшина, А.И. Молодченков, С.А. Пающик, М.А. Константинова, М.В. Мокин, В.А. Отделенов, Д.А. Сычев// Научный журнал «Искусственный интеллект и принятие решений». - №2, 2014г. – с. 68-77

29 Грибова, В.В. Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений [Текст]/ В.В.Грибова,

М.В.Петряева, Д.Б.Окунь, Е.А.Шалфеева// Онтология проектирования. - №1(27)/2018, v.8. – с. 58-73

30 Москаленко, Ф.М. Алгоритм диагностики, основанный на реальной онтологии медицины, для многопроцессорной ЭВМ/ Ф.М.Москаленко. – Режим доступа: http://iacp-web.dvo.ru/is/publications/Paco2006_Doklad_114095_Moskalenko.pdf

31 Лебедев С.В. Слияние медицинских данных на основе онтологий// С.В. Лебедев, Н.А. Жукова// Онтология проектирования. – том 7, №2 (24), 2017. – с. 145-159

32 Брук Н. Медицинские онтологии для представления текстовой и графической информации/ Н.Брук. – Revista Stiintifica a Universitatii de Stat din Moldova. - №2(62), 2013

33 Ахмадуллина Х.М. Основы здорового образа жизни и профилактика болезней: учебное пособие для студентов вузов [Текст]/ Х.М.Ахмадуллина, У.З.Ахмадуллин; Восточная экономико-юридическая гуманитарная академия (Академия ВЭГУ). – Уфа, 2017. – 300 с.

34 Лысакова Т.А. Построение онтологии медицинской диагностики в гинекологии/ Т.А. Лысакова, Т.В. Зайцева// Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – 2019. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018014735>

35 Гафт М.Г. Принятие решений при многих критериях. М.: «Знание», 1979. 64 с.

36 Семенов, С.С. Анализ методов принятия решений при разработке сложных технических систем/ С.С. Семенов, А.В. Полтавский, В.В. Маклаков, А.В. Крянев// XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. – Москва, 2014. – 8101-8123 С.

37 Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2000. – 296 с.

38 Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Системный анализ стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интел-

лектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. – М. Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 304 с.

39 Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. – М.: «Финансы и статистика», 2000. – 368 с

40 Семенов, С.С. Обзор методов принятия решений при разработке сложных технических систем/ С.С.Семенов, А.В.Полтавский, В.В.Маклаков, А.В.Крянев// Функциональная надежность. Теория и практика. - №3, 2014. – С.72-96

41 Райхман, Э.П. Экспертные методы в оценке качества товаров/ Э.П.Райхман, Г.Г.Асгальдов. – М.: Экономика, 1974. – 151 с.

42 Бешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок: 2-е изд., перераб. и доп./ С.Д.Бешелев, Ф.Г.Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.

43 Литвак, Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений/ Б.Г.Литвак. – М.: Патент, 1996. – 271 с.

44 Панкова, Л.А. Организация экспертизы и анализ экспертной информации/ Л.А.Панкова, А.М.Петровский, М.В. Шнейдерман. – М.: Наука, 1984. – 120 с.

45 Трофимова, Л.А. Методы принятия управленческих решений [Электронный ресурс]/ Л.А.Трофимова. – 2015. – Режим доступа: https://studme.org/31864/menedzhment/metody_prinyatiya_upravlencheskihresheniya

46 Блюмин, А.М. Мировые информационные ресурсы: Учебное пособие / А. М. Блюмин, Н. А. Феоктистов. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2010. — 296 с.

47 Блюмин С.Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности/ С.Л. Блюмин, И.А. Шуйкова// Монография. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с.

48 Лысакова Т.А. Анализ методов поддержки принятия решений, применимых для обработки слабоструктурированных данных в медицине/

Т.А.Лысакова// Современные информационные технологии решения управленческих задач: электронный сборник научных работ. – 2019. – с. 42-45

49 Кнышов Г.В. Особенности проектирования медицинской информационной системы поддержки принятия решений, основанной на интеллектуальном анализе данных/ Г.В. Кнышов, А.В. Руденко, Е.А. Настенко, А.В. Яковенко, С.О. Сиромеха, С.С. Галич// Кибернетика и вычислительная техника. – вып. 177, 2014. – С. 79-87

50 Спирычин А.А. Интеллектуальная система принятия решений в условиях выбора тактики лечения хронических заболеваний на основе облачных технологий/ А.А. Спирычин, В.Л. Бурковский// Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2014. – С. 42-58

51 Корнфельд, И.Н. Алгоритм поддержки принятия решения при постановке диагноза на множестве симптомов [Электронный ресурс]/ И.Н.Корнфельд, Т.В.Курченкова. – Медицинский электронный журнал «Врач-аспирант». – Воронеж, 2013. – Режим доступа: http://vrach-aspirant.ru/articles/health_organization/12596/

52 Маляр, Н. Структуризация пространства факторов для установления предварительного диагноза урологических заболеваний [Текст]/ Н.Маляр, П.Мулеса// International Journal «Information Technologies&Knowledge». – Vol.6, Number 1, 2012. – с.88-92

53 Ле Виен Нгуен, Механизм вывода диагностического решения в дистанционной медицинской экспертной системе предварительной диагностики/ Сетевое издание «Кибернетика и программирование». – Электронный журнал. - №1, 2015. – Режим доступа: http://enotabene.ru/kp/article_13722.html

54 Методы статистической обработки медицинских данных: Методические рекомендации для ординаторов и аспирантов медицинских учебных заведений, научных работников / сост.: А.Г. Кочетов, О.В. Лянг., В.П. Масенко, И.В.Жиров, С.Н.Наконечников, С.Н.Терещенко – М.: РКНПК, 2012. – 42 с.

55 Пономарева Н.С. Экспертная система поддержки принятия решений в оценке риска репродуктивных потерь/ Н.С. Пономарева, А.Е. Панич, Е.В. Машкина, А.Н. Рымашевский, Т.П. Шкурят// Современные проблемы науки и образования. - №2, 2015. – С. 2012

56 Рогачев А.Ф. Применение методов многокритериальной экспертной оценки для управления качеством оказания медицинских услуг/ А.Ф. Рогачев, К.Е. Токарев// Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2011. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/primenenie-metodov-mnogokriterialnoy-ekspertnoy-otsenki-dlya-upravleniya-kachestvom-okazaniya-meditsinskih-uslug>

57 Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений [Текст] : Учебник / О.И. Ларичев. – Изд. 2-е, перераб. и доп.– М.: Логос, 2002.– 392 с.

58 Ларичев, О.И. Качественные методы принятия решений [Текст] / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. – М.: Физматлит, 1996. – 208 с.

59 Ларичев, О.И. Наука и искусство принятия решений [Текст] / О.И. Ларичев. – М.: Наука, 1979.-200 с.

60 Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем [Текст] / Т. Саати, К. Кернс. – М.: Радио и связь, 1991. – 224с.

61 Saaty, T.L. Multicriteria Decision Making. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation / T.L. Saaty. – University of Pittsburgh, RWS Publications, 1990. – 287 pages.

62 Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993.– 278 с.

63 Лысакова Т.А. Расчёт весомостей критериев оценки репродуктивного здоровья на основе метода анализа иерархий/ Т.А. Лысакова// «Современные проблемы анализа динамических систем. Приложения в технике и технологиях»: материалы IV Международной открытой конференции. – 2019. – С. 53-58

64 Берестнева Е.В. Создание медицинских баз знаний с использованием деревьев решений/ Е.В. Берестнева, К.А. Шаропин, О.С. Жаркова// Успехи современной науки. – Т.2, №10, 2016. – С. 69-72

65 Жаркова О.С. Построение систем поддержки принятия решений в медицине на основе деревьев решений/ О.С. Жаркова, К.А. Шаропин, А.С. Сеидова, Е.В. Берестнева, И.А. Осадчая// Современные наукоемкие технологии. - №6, 2016. – С. 33-37

66 Буре В.М. Применение дискриминантного анализа и метода деревьев принятия решений для диагностики офтальмологических заболеваний/ В.М. Буре, А.А. Щербакова// Вестник Санкт-Петербургского университета. – Сер. 10., Вып. 1, 2013. – С. 70-76

67 Методика: оценка степени полового созревания (вариант для девочек) [Электронный ресурс]/ А.В.Мазурин, И.М.Воронцов. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/test300m/pff>

68 Баланцев Г.А. Оценка эффективности медицинской информационной системы с точки зрения пользователя/ Г.А. Баланцев, Е.И. Никишова, Д.В. Перхин, А.О. Марьяндышев// Информатизация здравоохранения. - №4, 2012. – С. 22-27

69 Яковлев Ю.Р. Эффективность использования медицинских информационных систем/ Ю.Р. Яковлев// Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - №7-1, 2013. – С. 77-80

70 Кораблев В.Н. Система показателей оценки эффективности медицинской помощи в здравоохранении/ В.Н. Кораблев, Е.Л. Дементьева// Дальневосточный медицинский журнал. – 2014. – С. 94-98