**Построение модели проблемной области на основе использования средств поддержки комбинированного метода приобретения знаний и разработка базы знаний**

**Объектная структура предметной области**

Основным исследуемым объектом в проблемной области «Ультразвуковая медицинская диагностика» в направлении диагностики рака молочной железы является *образование*. По данным, представленным в работе [], его общие состав и структура в рамках проблемной области включают в себя:

1. Эхо-структура молочной железы (МЖ):
   1. Однородная (преимущественно жировая)
   2. Однородная (Фиброзно-железистая)
   3. Неоднородная
2. Объемное образование:
   1. Форма:
      1. Круглая
      2. Овальная
      3. Неправильная
   2. Контуры:
      1. Четкие ровные
      2. Нечеткие неровные
      3. Нечеткие
      4. Угловатые
      5. Микродольчатые
      6. Со спикулами
   3. Ориентация:
      1. Параллельная (коже)
      2. Непараллельная
   4. Эхо-структура:
      1. Анэхогенная
      2. Гиперэхогенная
      3. Смешанная кистозно-солидная гипоэхогенная
      4. Изоэхогенная
      5. Гетерогенная
   5. Дорзальные артефакты:
      1. Нет
      2. Звукоусиление
      3. Звукоослабление (тень)
      4. Смешанные
3. Кальцинаты:
   1. В образовании
   2. За пределами образования
   3. Внутрипротоковые
4. Ассоциированные симптомы:
   1. Нарушение общей архитектоники МЖ.
   2. Изменения в протоках
   3. Утолщение кожи
   4. Втяжение кожи
   5. Отек
   6. Васкуляризация:
      1. Отсутствует
      2. Внутри образования
      3. Вокруг образования
   7. Эластичность
5. Особые случаи
   1. Простая киста
   2. Сгруппированные кисты
   3. Осложненная киста
   4. Образование в коже или на коже
   5. Инородное тело
   6. Интрамаммарный лимфоузел
   7. Артериовенозная аномалия
   8. Болезнь Мондора
   9. Послеоперационное скопление жидкости
   10. Стеатонекроз

В рамках модели будем ограничиваться только несколькими свойствами и параметрами образования в МЖ, исходя из наиболее значимых наблюдений при рассмотрении функциональной структуры предметной области.

**Функциональная структура предметной области**

Основной целью в исследуемой проблемной области является диагностика риска злокачественности образования и необходимость назначения биопсии. Для качественной диагностики риска необходимо обследовать образование в двух режимах: B-режим и доплеровский режим.

В B-режиме устанавливаются основные ультразвуковые характеристики образования, его размеры и включения. Различные критерии ультразвуковых признаков описаны в работе [], и их можно сгруппировать в таблицу Таблица 1:

*Таблица 1. Ультразвуковые характеристики образования МЖ*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Критерий** | **Характерное значение для доброкачественного образования** | **Характерное значение для подозрительного**  **Образования** |
| Форма / контур | Округлая (сферическая, овальная, эллипсоидная) | Неправильная |
| Контур границы | Гладкий, дольчатый, инкапсулированное образование | Неровный, растянутый, инфильтрирующий или шиповидный (лучистый) |
| Четкость краев | Края определяются четко, образование четко ограничено | Края определяются слабо |
| Акустическая плотность образования (внутренняя эхогенность) | Образование эхонегативное, Слегка гипоэхогенное,  Гипер/изоэхогенное | Образование гипоэхогенное |
| Акустическая однородность | Образование гомогенное, однородное | Образование гетерогенное, разнородное |
| Пропускание звука | Усиление  Краевое затенение | Центральное затенение  Разнообразное |
| Подвижность | Подвижно | Неподвижно |
| Сжимаемость | Сжимаемое | Ригидное |
| Отношение переднезаднего размера к ширине | < 1 | > 1 |
| Ширина больше переднезаднего размера | Переднезадний размер больше ширины |
| Ориентировано горизонтально или округлая форма (киста) | Ориентировано вертикально или округлая форма (солидное образование) |
| Параллельно грудной стенке | Перпендикулярно к грудной стенке |
| Соответствует плоскостной ориентации тканей | Пересекает плоскостное расположение тканей |
| Влияние на плоскостную ориентацию окружающих тканей | Не влияет  Выпячивает или смещает | Нарушает непрерывность  Разрушает |

УЗ-картина по сравнению с клиническим исследованием либо данными маммографии позволяет точнее судить о гистологическом размере опухоли, хотя все же имеется склонность его недооценивать, особенно если образование крупное.

В доплеровском режиме исследуются дифференциально-диагностические ультразвуковые критерии: кровоток на макроскопическом и микроскопическом уровне. По данным работы [] критерии можно также представить в виде таблицы Таблица 2:

*Таблица 2. Доплеровские признаки образования в МЖ.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Критерий** | **Характерное значение для доброкачественного образования** | **Характерное значение для подозрительного**  **образования** |
| Степень васкуляризации  Перфузия | Низкая  Повышается при:  Пролиферативном заболевании,  Беременности,  лактации,  воспалении | Высокая |
| Число сосудов | Отсутствуют или единичные  Повышается при воспалении | Более 3 |
| Плотность расположения сосудов | Низкая: мало сосудов в сравнении с размером образования | Высокая: много сосудов в сравнении с размером образования |
| Распределение сосудов | Периферическое | Периферическое и центральное |
| Одиночное радиальное/сегментарное | В образованиях с зонами некроза больше сосудов, расположенных периферически |
| Форма/диаметр сосудов | Прямая или суживающаяся к концу | Беспорядочная и ветвящаяся Ветвящийся тип васкуляризации |
| Ориентация сосудов | Капсулярная  Прилежащие сосуды огибают образование | Пенетрирующая, радиальная и сходящаяся |
| Скорость кровотока | Низкая (< 0,15 м/с)  (при воспалении — высокая) | Высокая (> 0,15 м/с) |
| Сосудистое сопротивление  Индекс резистентности (ИР)  Пульсационный индекс (ПИ) | Средний (< 0,7)  Менее 1,0 | Высокий (> 0,7)  Более 1,0 |

Данные критерии не являются основными, но служат для подтверждения или ослабления диагноза.

Также на риск влияют такие параметры, как: возраст, генетическая предрасположенность, телосложение, процесс полового развития, образ жизни, экология, радиационное излучение, травмы, переохлаждение.

В основной модели ПрО будем использовать модель образования, представленную в виде схемы на рисунке Рис.3.



*Рис.9. Модель образования в МЖ.*

Поле знаний и правила на ЕЯ представлены в приложении.

**Построение базы знаний**

По построенной модели, представленной выше на Рис. 9. сформируем БЗ для разрабатываемого прототипа ИЭС.

В модели присутствуют нечеткие параметры:

Форма

Формой обозначается некая «вытянутость» образования. Она может иметь значения «Выше, чем шире» и «Шире, чем выше», с учетом ориентации образования относительно кожи. Обозначим лексическую переменную для параметра «Форма» на ЯПЗ:

|  |
| --- |
| "Форма"  2  "ШИРЕ-ЧЕМ-ВЫШЕ" 0 10 3 ={0,0001|0,9999; 1|0,5; 10|0,0001}  "ВЫШЕ-ЧЕМ-ШИРЕ" 0 10 3 ={0,0001|0,0001; 1|0,5; 10|0,9999} |

Уровень кровотока

Уровень кровотока оценивается скоростью тока крови, то есть объемом крови, проходящем через единицу площади образования за единицу времени, а также плотностью сосудов различных характеристик сосудистого сопротивления. Обозначим лексическую переменную для параметра «Уровень кровотока» на ЯПЗ:

|  |
| --- |
| "Уровень кровотока"  3  "ПОНИЖЕННЫЙ" 5 10 3 ={5|1; 7|0,3; 10|0}  "НОРМАЛЬНЫЙ" 5 10 3 ={5|0,1; 7|1; 10|0,1}  "ПОВЫШЕННЫЙ" 5 10 3 ={5|0; 7|0,3; 10|1} |

Уровень риска

Уровень риска используется как универсальная мера риска для различных признаков, исследуемых в УЗИ-диагностике образования в МЖ. Обозначим лексическую переменную для параметра «Уровень риска» на ЯПЗ:

|  |
| --- |
| "Уровень риска"  7  "Пренебрежительный" 0 10 3 ={0|1; 2|0,3; 10|0}  "Нормальный" 0 10 4 ={0|0; 1|1; 3|0,3; 10|0}  "Приемлемый" 0 10 4 ={0|0; 3|1; 5|0,3; 10|0}  "Средний" 0 10 5 ={0|0; 3|0; 5|1; 7|0; 10|0}  "Подозрительный" 0 10 4 ={0|0; 5|0,3; 7|1; 10|0}  "Повышенный" 0 10 4 ={0|0; 7|0,3; 9|1; 10|0}  "Экстремальный" 0 10 3 ={0|1; 8|0,3; 10|1} |

Ослабление риска

Ослабление риска используется после исследования образования в Доплеровском режиме, а также анализа физиологических травм пациентки на месте образования в МЖ. Обозначим лексическую переменную для параметра «Ослабление риска» на ЯПЗ:

|  |
| --- |
| "Ослабление риска"  3  "НЕЗНАЧИТЕЛЬНОЕ" 0 4 3 ={0|1; 1|0,1; 4|0}  "СРЕДНЕЕ" 0 4 3 ={0|0; 2|1; 4|0}  "ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ" 0 4 3 ={0|0; 3|0,1; 4|1} |

Размер

Размер оценивается в зависимости от оцененного уровня риска различных признаков образования в МЖ и используется для постановки назначения различных процедур по дополнительным не УЗИ обследованиям образования. Обозначим лексическую переменную для параметра «Размер» на ЯПЗ:

|  |
| --- |
| "Размер"  5  "Малый" 50 250 3 ={50|1; 80|0,3; 250|0}  "Небольшой" 50 250 4 ={50|0,5; 100|1; 150|0,3; 250|0}  "Средний" 50 250 5 ={50|0; 100|0,3; 150|1; 200|0,3; 250|0}  "Укрупненный" 50 250 4 ={50|0; 150|0,3; 200|1; 250|0}  "Большой" 50 250 3 ={50|0; 220|0,3; 250|1} |

Таким образом, опишем все типы и объект в БЗ для проектируемого прототипа ИЭС на ЯПЗ.

|  |
| --- |
| ТИП ТИП1  СИМВОЛ  "КИСТОЗНАЯ"  "ПОЧТИ ПОЛНОСТЬЮ КИСТОЗНАЯ"  "ГУБЧАТАЯ"  "СМЕШАННАЯ СОЛИДНО-КИСТОЗНАЯ"  "СОЛИДНАЯ"  "ПОЧТИ ПОЛНОСТЬЮ СОЛИДНАЯ"  КОММЕНТАРИЙ Тип эхоструктуры образования в молочной железе  ТИП ТИП2  СИМВОЛ  "АНЭХОГЕННАЯ"  "ГИПЕРЭХОГЕННАЯ"  "ИЗОЭХОГЕННАЯ"  "ГИПОЭХОГЕННАЯ"  "ВЫРАЖЕННО ГИПОЭХОГЕННАЯ"  КОММЕНТАРИЙ Тип эхогенности образования в молочной железе  ТИП ТИП3  СИМВОЛ  "ШИРЕ-ЧЕМ-ВЫШЕ"  "ВЫШЕ-ЧЕМ-ШИРЕ"  НЕЧЕТКИЙ  2  "ШИРЕ-ЧЕМ-ВЫШЕ" 0 10 3 ={0,0001|0,9999; 1|0,5; 10|0,0001}  "ВЫШЕ-ЧЕМ-ШИРЕ" 0 10 3 ={0,0001|0,0001; 1|0,5; 10|0,9999}  КОММЕНТАРИЙ Отношение вышины к ширине образования в молочной железе  ТИП ТИП4  СИМВОЛ  "РОВНЫЙ"  "НЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ"  "НЕРОВНЫЙ"  "ИМЕЕТ ВИД ЭКСТРАТИРЕОИДНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ"  "ДОЛЬЧАТЫЙ"  КОММЕНТАРИЙ Тип контура образования в молочной железе  ТИП ТИП5  СИМВОЛ  "ОТСУТСТВУЮТ"  "БОЛЬШИЕ АРТЕФАКТЫ ТИПА <<ХВОСТ КОМЕТЫ>>"  "МАКРОКАЛЬЦИНАТЫ"  "ПЕРИФЕРИЙНОЕ ОБЫЗВЕСТВЛЕНИЕ"  "МИКРОКАЛЬЦИНАТЫ"  КОММЕНТАРИЙ Тип включений в образовании в молочной железе  ТИП ТИП6  СИМВОЛ  "ПОНИЖЕННЫЙ"  "НОРМАЛЬНЫЙ"  "ПОВЫШЕННЫЙ"  НЕЧЕТКИЙ  3  "ПОНИЖЕННЫЙ" 5 10 3 ={5|1; 7|0,3; 10|0}  "НОРМАЛЬНЫЙ" 5 10 3 ={5|0,1; 7|1; 10|0,1}  "ПОВЫШЕННЫЙ" 5 10 3 ={5|0; 7|0,3; 10|1}  КОММЕНТАРИЙ Уровень кровотока в образовании в молочной железе  ТИП ТИП7  СИМВОЛ  "Пренебрежительный"  "Нормальный"  "Приемлемый"  "Средний"  "Подозрительный"  "Повышенный"  "Экстремальный"  НЕЧЕТКИЙ  7  "Пренебрежительный" 0 10 3 ={0|1; 2|0,3; 10|0}  "Нормальный" 0 10 4 ={0|0; 1|1; 3|0,3; 10|0}  "Приемлемый" 0 10 4 ={0|0; 3|1; 5|0,3; 10|0}  "Средний" 0 10 5 ={0|0; 3|0; 5|1; 7|0; 10|0}  "Подозрительный" 0 10 4 ={0|0; 5|0,3; 7|1; 10|0}  "Повышенный" 0 10 4 ={0|0; 7|0,3; 9|1; 10|0}  "Экстремальный" 0 10 3 ={0|1; 8|0,3; 10|1}  КОММЕНТАРИЙ Риск  ТИП ТИП8  СИМВОЛ  "да"  "нет"  КОММЕНТАРИЙ Логический  ТИП ТИП9  СИМВОЛ  "НЕЗНАЧИТЕЛЬНОЕ"  "СРЕДНЕЕ"  "ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ"  НЕЧЕТКИЙ  3  "НЕЗНАЧИТЕЛЬНОЕ" 0 4 3 ={0|1; 1|0,1; 4|0}  "СРЕДНЕЕ" 0 4 3 ={0|0; 2|1; 4|0}  "ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ" 0 4 3 ={0|0; 3|0,1; 4|1}  КОММЕНТАРИЙ Ослабление  ТИП ТИП10  СИМВОЛ  "Точно доброкачественное"  "Без подозрений на злокачественное"  "Вероятно является доброкачественным изменением"  "Является подозрительным изменением"  "Имеет высокий риск злокачественности"  КОММЕНТАРИЙ Диагноз  ТИП ТИП11  СИМВОЛ  "Малый"  "Небольшой"  "Средний"  "Укрупненный"  "Большой"  НЕЧЕТКИЙ  5  "Малый" 50 250 3 ={50|1; 80|0,3; 250|0}  "Небольшой" 50 250 4 ={50|0,5; 100|1; 150|0,3; 250|0}  "Средний" 50 250 5 ={50|0; 100|0,3; 150|1; 200|0,3; 250|0}  "Укрупненный" 50 250 4 ={50|0; 150|0,3; 200|1; 250|0}  "Большой" 50 250 3 ={50|0; 220|0,3; 250|1}  КОММЕНТАРИЙ Размер  ТИП ТИП12  СИМВОЛ  "Наблюдение"  "Биопсия"  КОММЕНТАРИЙ Назначение  ОБЪЕКТ ОБЪЕКТ1  ГРУППА ГРУППА1  АТРИБУТЫ  АТРИБУТ АТРИБУТ1  ТИП ТИП1  КОММЕНТАРИЙ Эхоструктура образования в молочной железе  АТРИБУТ АТРИБУТ2  ТИП ТИП2  КОММЕНТАРИЙ Эхогенность образования в молочной железе  АТРИБУТ АТРИБУТ3  ТИП ТИП3  КОММЕНТАРИЙ Форма образования в молочной железе  АТРИБУТ АТРИБУТ4  ТИП ТИП4  КОММЕНТАРИЙ Контур образования в молочной железе  АТРИБУТ АТРИБУТ5  ТИП ТИП5  КОММЕНТАРИЙ Включения в образовании в молочной железе  АТРИБУТ АТРИБУТ6  ТИП ТИП6  КОММЕНТАРИЙ Кровоток в образовании в молочной железе  АТРИБУТ АТРИБУТ7  ТИП ТИП8  КОММЕНТАРИЙ Есть травмы  АТРИБУТ АТРИБУТ8  ТИП ТИП8  КОММЕНТАРИЙ Есть воспаление  АТРИБУТ АТРИБУТ9  ТИП ТИП7  КОММЕНТАРИЙ Уровень риска по ультразвуковым признакам  АТРИБУТ АТРИБУТ10  ТИП ТИП7  КОММЕНТАРИЙ Уровень риска по физиологическим признакам  АТРИБУТ АТРИБУТ11  ТИП ТИП9  КОММЕНТАРИЙ Ослабление риска по симптомам  АТРИБУТ АТРИБУТ12  ТИП ТИП10  КОММЕНТАРИЙ Итоговый диагноз  АТРИБУТ АТРИБУТ13  ТИП ТИП11  КОММЕНТАРИЙ Размер образования  АТРИБУТ АТРИБУТ14  ТИП ТИП12  КОММЕНТАРИЙ Заключение  КОММЕНТАРИЙ Образование в молочной железе |

Полный список правил на ЯПЗ представлен в приложении к пояснительной записке.