



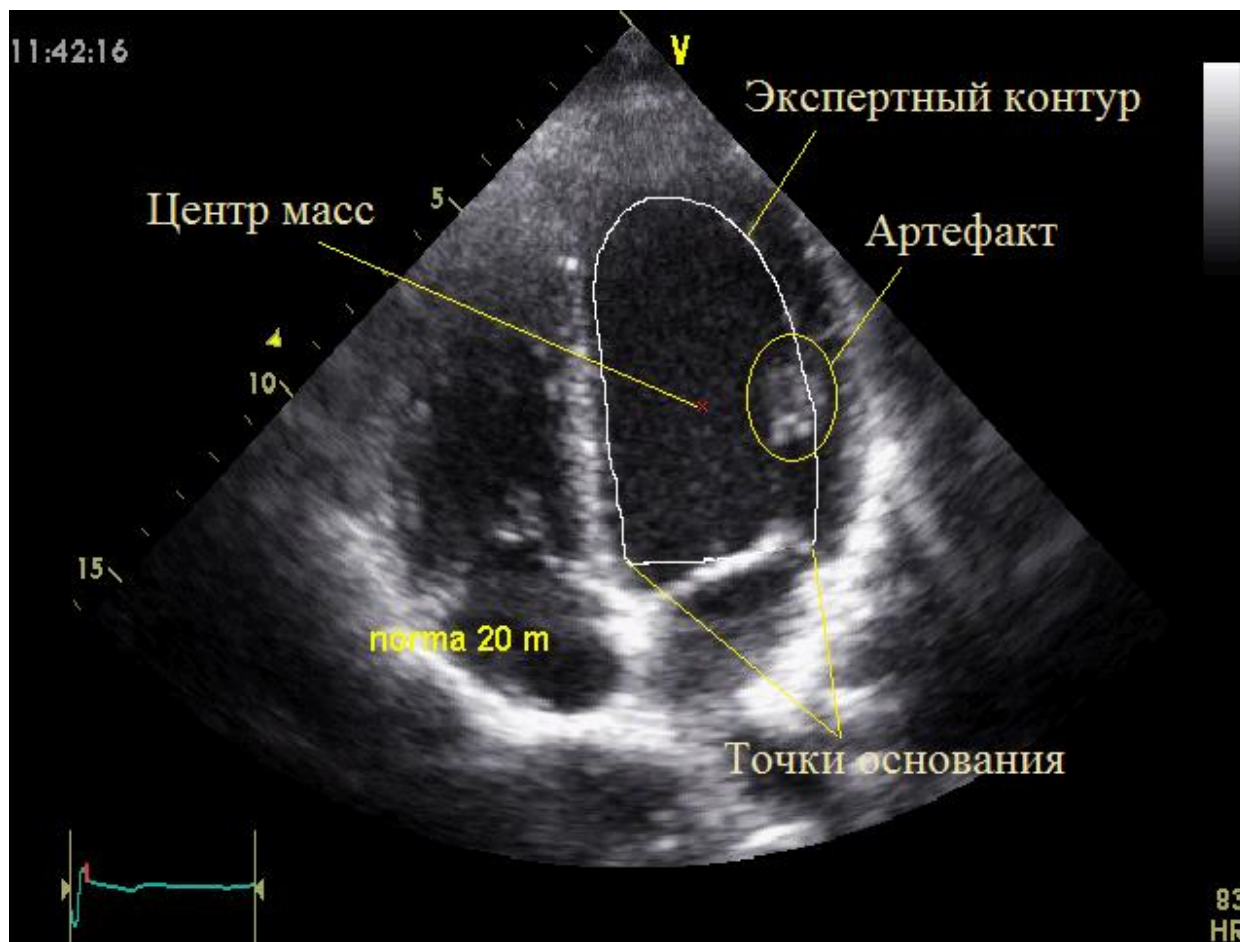
Уральский
федеральный
университет

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОКОНТУРИВАНИЯ
ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА НА ЭХОГРАФИЧЕСКИХ
ИЗОБРАЖЕНИЯХ У ЗДОРОВЫХ ПАЦИЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ
АВТОМАТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА**

Докладчик
Зюзин Василий Викторович

Аспирант
Кафедра РЭИС

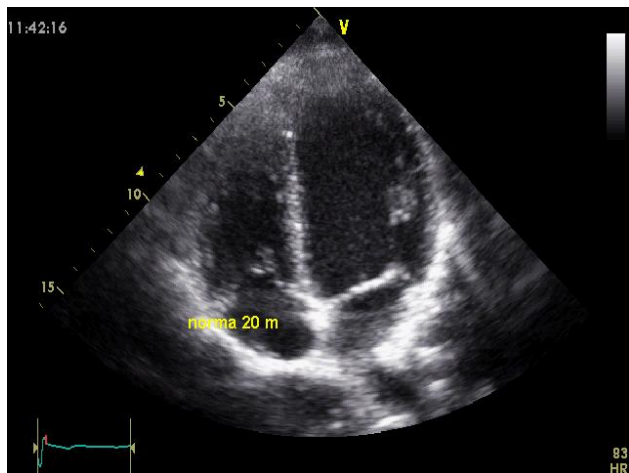
Постановка задачи



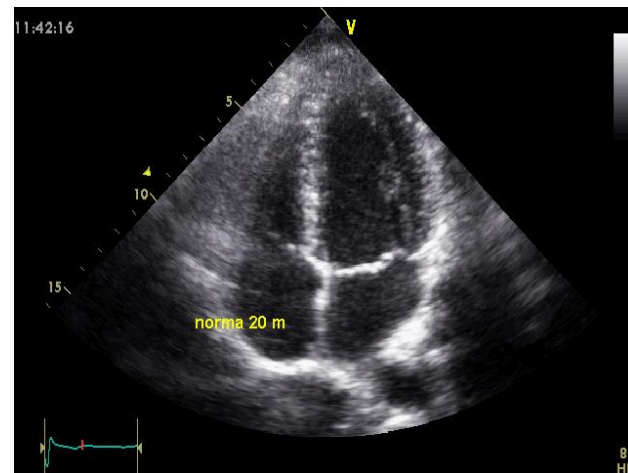
Типичный УЗ-кадр видеопоследовательности сердечных сокращений
На кадре отмечен экспертный контур левого желудочка, центр масс контура, артефакт (папиллярные мышцы), точки основания (крепление митрального клапана)

Постановка задачи

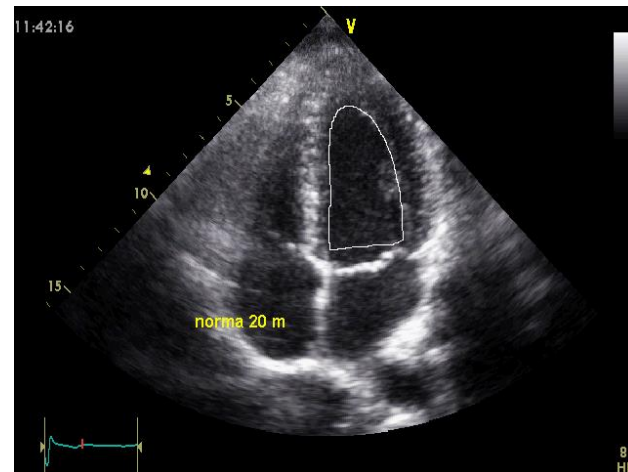
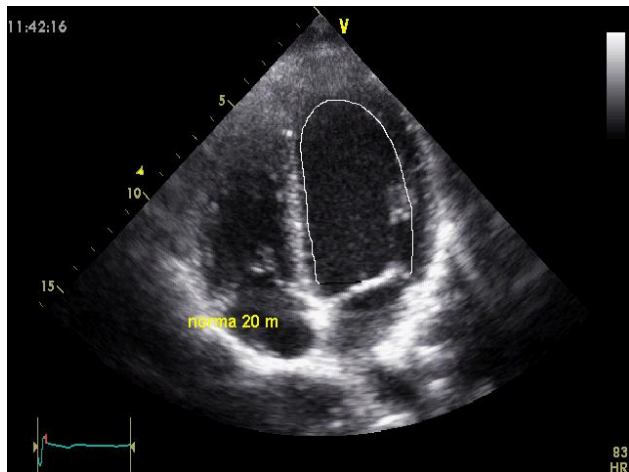
Диастола



Систола

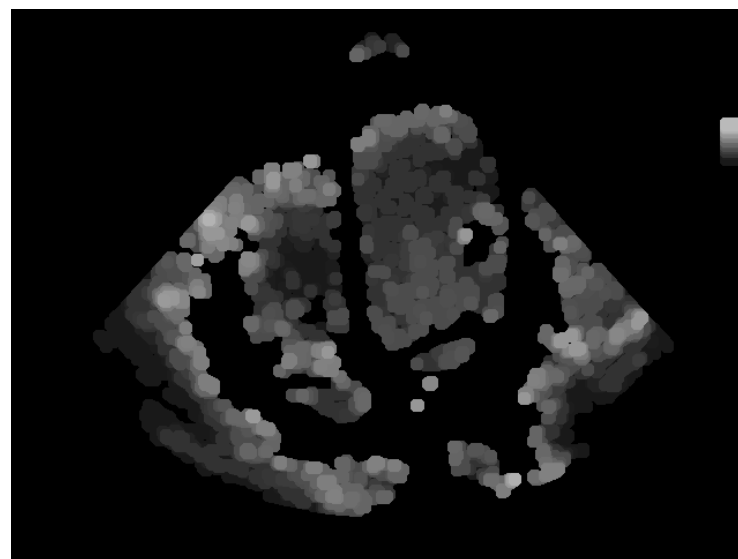
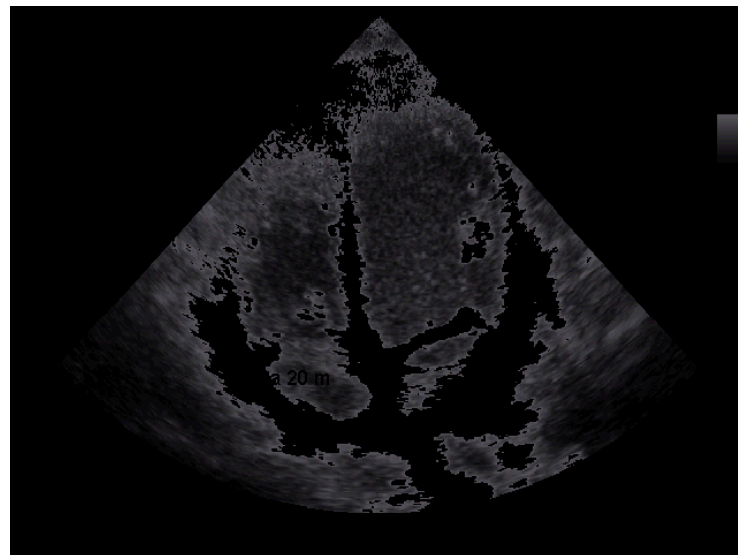


Около 20 кадров
для одного
сердечного цикла



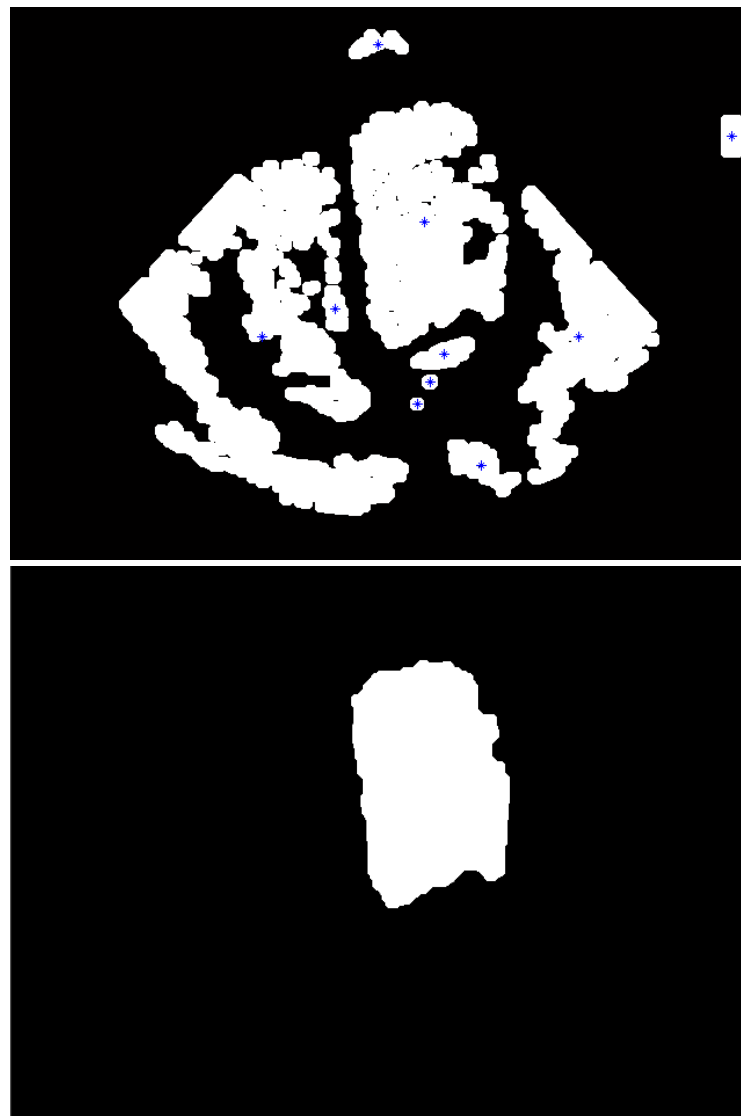
Автоматический алгоритм

1. Преобразование исходного кадра в полутоновое изображение;
2. Двухпороговая сегментация изображения по параметру интенсивности (нижний порог – 13, верхний порог - 90);
3. Морфологическая обработка изображения (открытие, элемент диск с радиусом 6);
4. Преобразование в бинарное изображение;

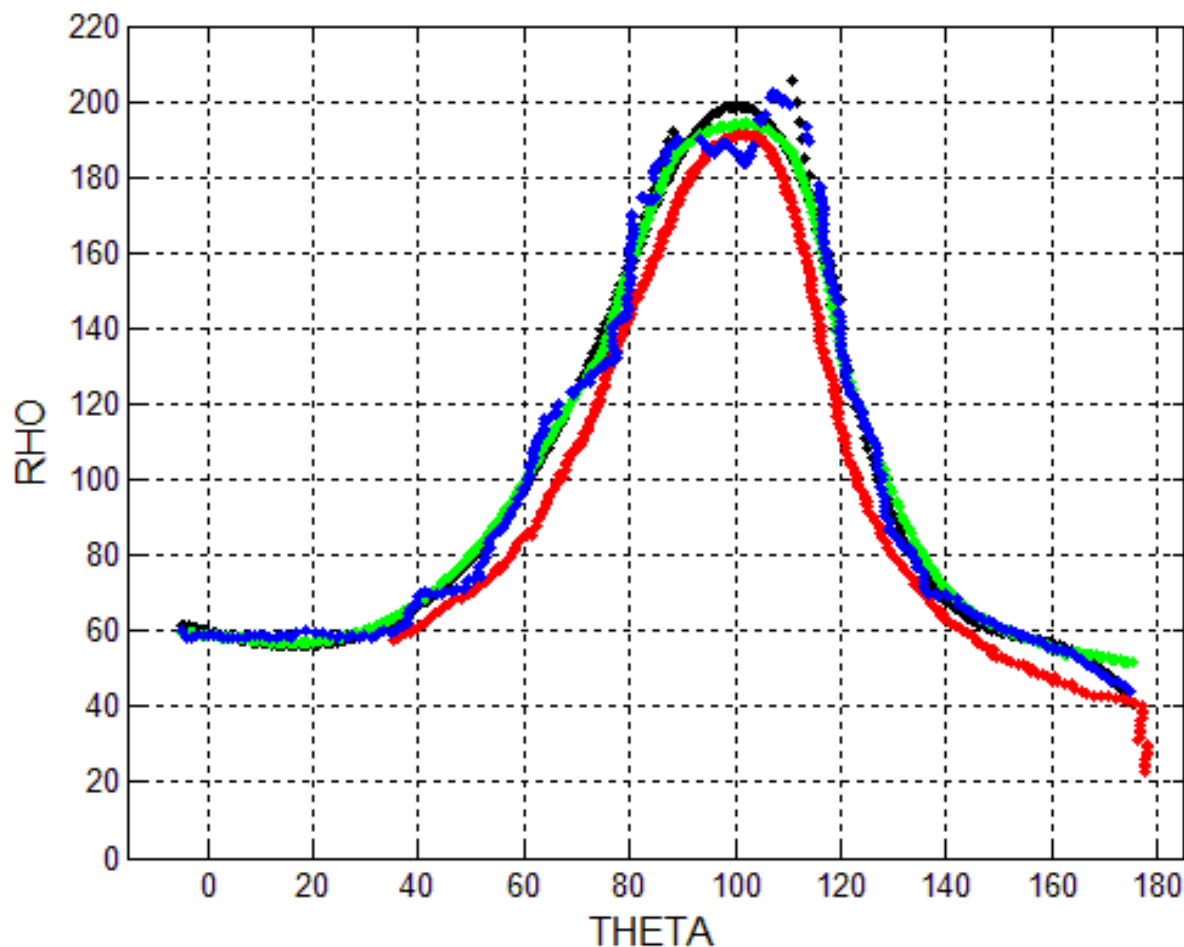


Автоматический алгоритм

5. Определение центров масс отдельных объектов на изображении;
6. Определение области ЛЖ на бинарном изображении (условие: ЦМ области с наименьшим расстоянием до точки (340, 176));
7. Морфологическая операция закрытия (структурирующий элемент диск с радиусом 10).



Улучшение формы контура



Результат построения сигнатуры контура

Красные точки – сигнатура экспертного контура, синие точки – граница области ЛЖ, черные точки – аппроксимирующие кривые границ ЛЖ, зеленые точки – скользящее сглаживание аппроксимирующих кривых

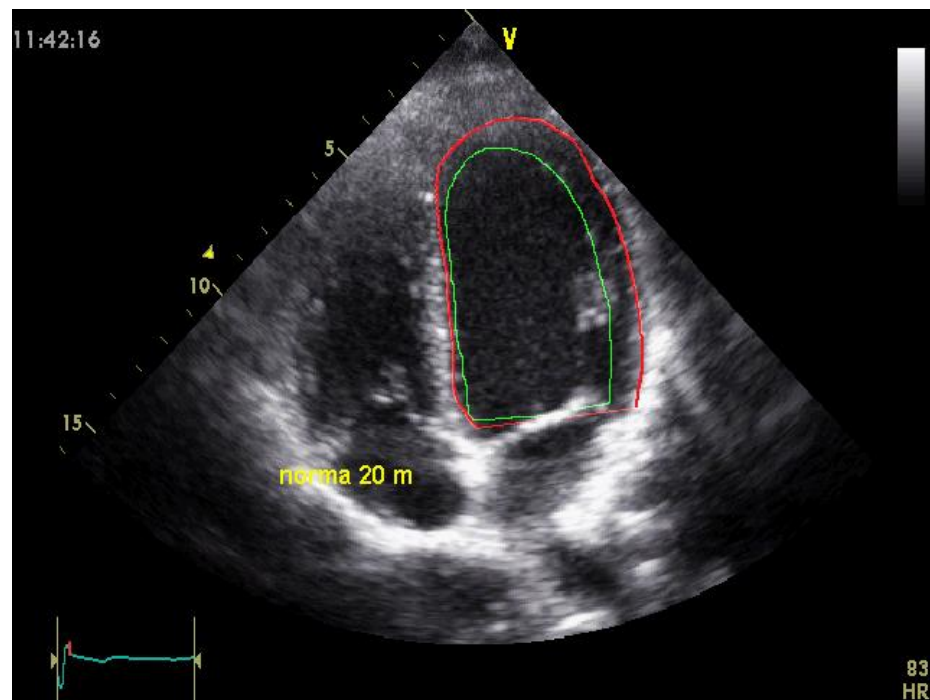
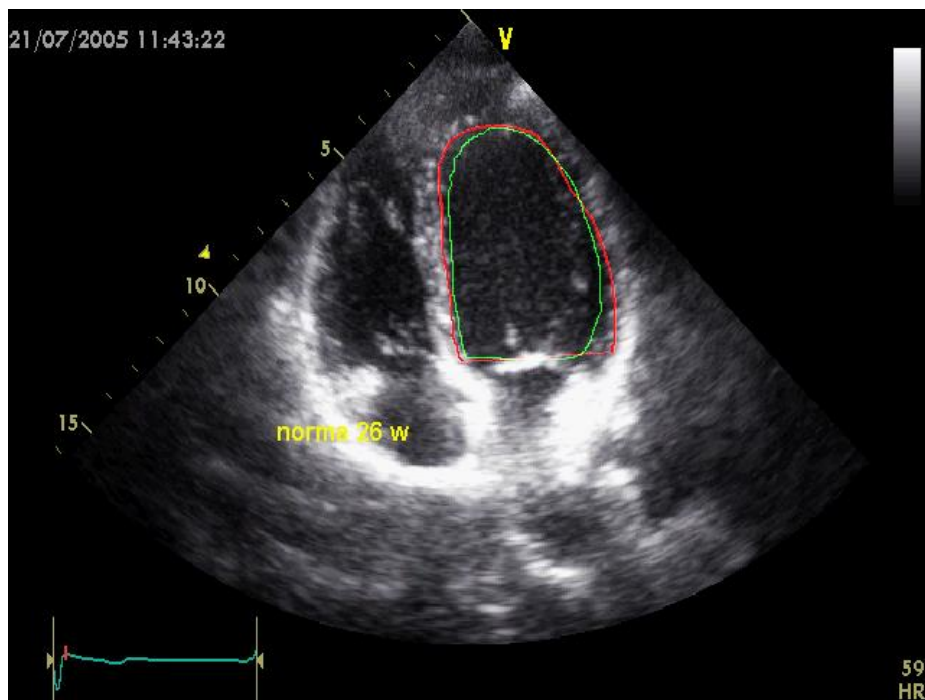
Примеры построенных контуров

Средние значения количественных показателей для контуров с **удовлетворительной формой**

$$Precision = 0,946 \pm 0,037 \quad Recall = 0,816 \pm 0,031$$

неудовлетворительной формой

$$Precision = 0,672 \pm 0,050 \quad Recall = 0,416 \pm 0,121$$

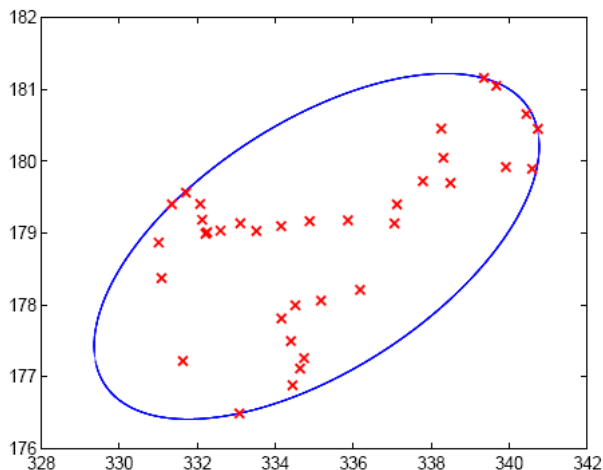


Положение центров масс контуров

- Значимое отличие центров масс контуров.
- Идентификация контуров правильной и неправильной формы по значению координат центров масс.



Центры масс экспертных контуров



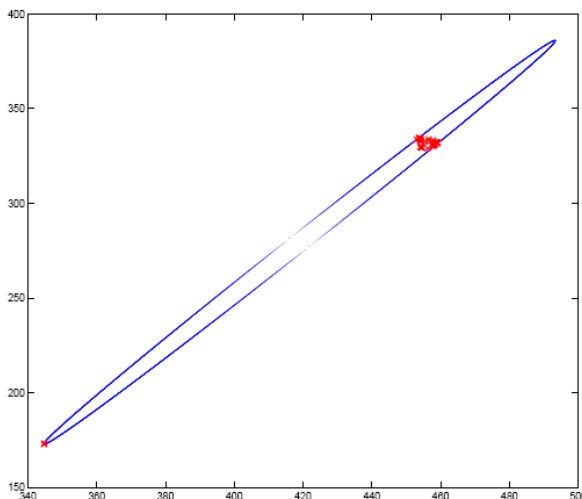
$$K = \frac{S_{ellipse}}{S_{diast\ contour}}$$

Отношение площади эллипса, охватывающего центры масс экспертных контуров левого желудочка, к площади области левого желудочка в диастоле.

Пациент	B	C	D	E	F	G	H	I
K	0,0033	0,0059	0,0080	0,0076	0,0044	0,0084	0,0074	0,0082
Пациент	K	L	N	O	R	T	V	X
K	0,0055	0,0049	0,0101	0,0107	0,0105	0,0118	0,0059	0,0118

Площадь эллипса, охватывающего ЦМ ЛЖ, **не превосходит 1,2% площади ЛЖ в диастоле.**

Центры масс контуров (автомат)

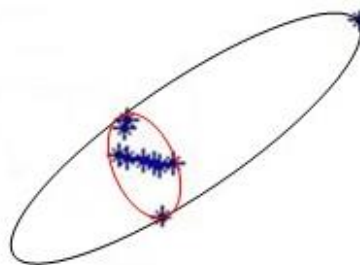
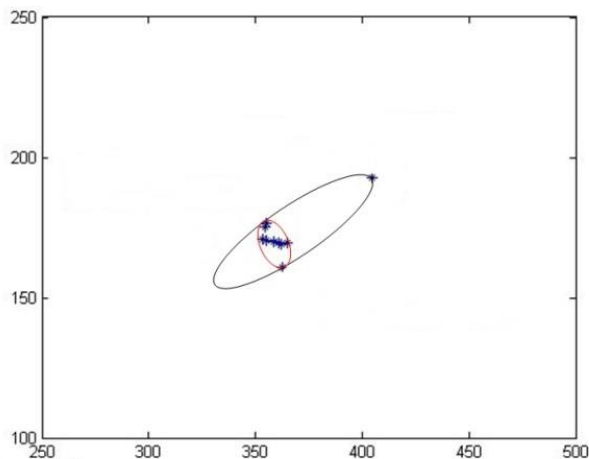


$$K = \frac{S_{ellipse}}{S_{diast\ contour}}$$

Отношение площади эллипса, охватывающего ЦМ ЛЖ контуров, построенных автоматическим алгоритмом к площади ЛЖ в диастоле.

Пациент	B	C	D	E	F	G	H	I
К	0,0164	0,0615	0,0052	0,0064	0,0062	0,0396	0,0228	0,0481
Пациент	K	L	N	O	R	T	V	X
К	0,2098	0,0010	0,0216	0,0126	0,0124	0,0095	0,0344	0,1333

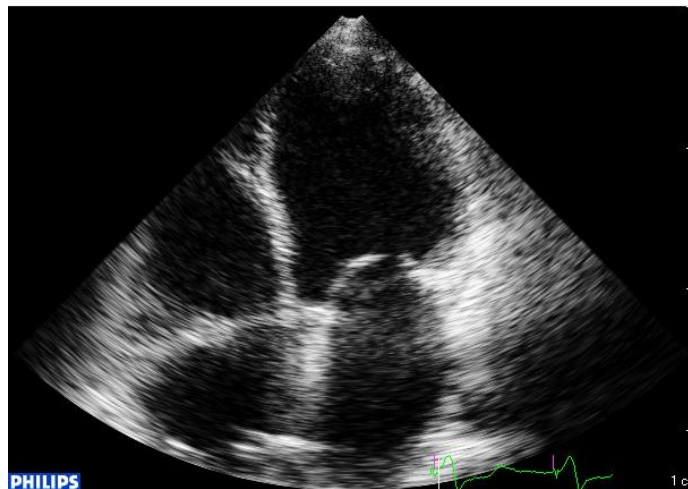
Алгоритм по идентификации контуров неправильной формы



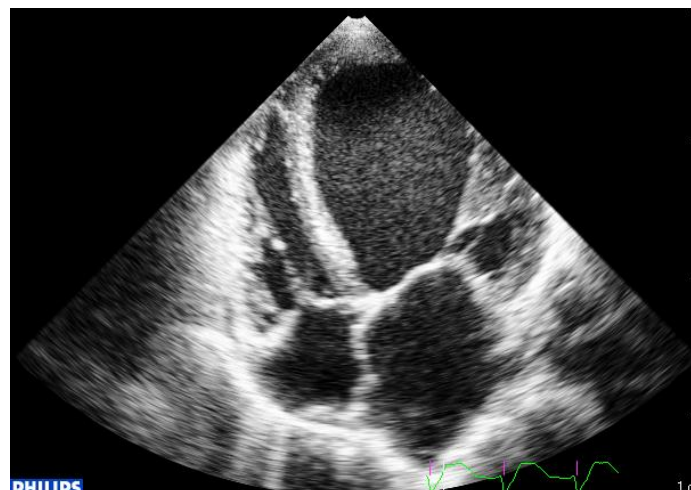
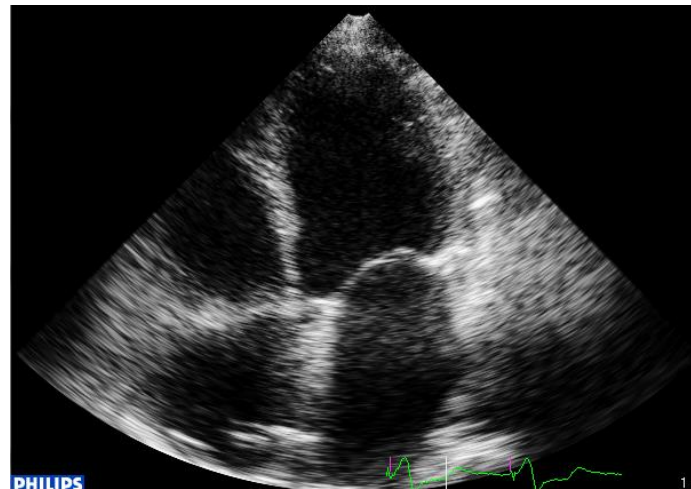
1. Вычисление координат центров масс на каждом видеокadre.
2. Построение минимального эллипса включающего центры масс всех контуров.
3. Вычисление площади эллипса.
4. Вычисление отношения площади эллипса к площади левого желудочка в диастоле.
5. Если отношение больше 1,2% тогда следует применить кластеризацию данных.
6. Определить контуры неправильной формы, которые относятся к удаленному кластеру.

Пациенты после трансплантации сердца

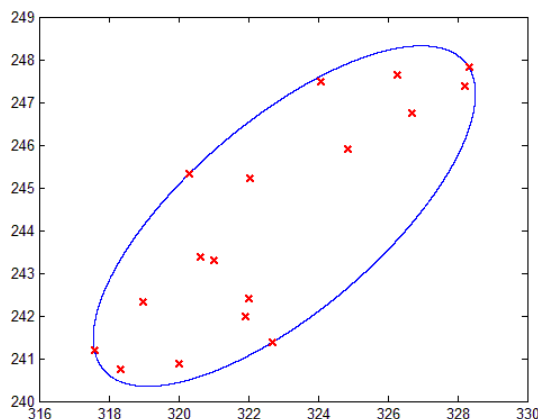
Диастола



Систола



Центры масс экспертных контуров пациентов после трансплантации сердца



$$K = \frac{S_{ellipse}}{S_{diast\ contour}}$$

Отношение площади эллипса, охватывающего ЦМ ЛЖ экспертных контуров, к площади ЛЖ в диастоле.

Пациент	1	2	3	4	5	6	7
К	0,0018	0,0167	0,0269	0,0011	0,0010	0,0151	0,0008
Пациент	8	9	10	11	12	13	14
К	0,0051	0,0023	0,0007	0,0016	0,0027	0,0030	0,0015

Площадь эллипса, охватывающего ЦМ ЛЖ, **не превосходит 3% площади ЛЖ в диастоле.**

Заключение

Неудовлетворительное качество построения контура связано:

1. Со спецификой проведения правой границы, обусловленной тем, что реальная граница левого желудочка расположена левее контрастной ткани (наличие неконтрастной ткани – эндокарда, которую врачи-кардиологи просматривают в динамике);
2. Низкий контраст мышечных тканей относительно области левого желудочка;
3. Наличие более одного артефакта внутри области левого желудочка.

Определен критерий оценки кинематики центра масс области левого желудочка по обнаружению в видеопоследовательности контуров правильной и неправильной формы.

Площадь минимального эллипса не превосходит **1,2%** площади области контура левого желудочка в диастоле для пациентов **без патологий** сердечной мышцы.

Площадь минимального эллипса не превосходит **3%** площади области контура левого желудка в диастоле для пациентов **после трансплантации** сердечной мышцы.

В дальнейшем следует дать оценку кинематике центра масс области левого желудочка для пациентов **с ишемией** сердца.

Спасибо за внимание!