

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра медицинской физики

Тема работы: «Метод двухмерной фотоплетизмографической
визуализации кожного кровотока в режиме пропускания»

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 462 группы

направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

код и наименование направления

факультета нано- и биомедицинских технологий

наименование факультета

Симоненко Алексея Дмитриевича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

9.06.17

дата, подпись

Сагайдачный А.А.

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:

д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

А.С. 9.06.17

дата, подпись

Скрипаль А.В.

инициалы, фамилия

Саратов 2017 г.

Введение

Визуализация и мониторинг переменного кровотока в живых тканях имеет большое значение, как в медико-биологических исследованиях, так и в клинической практике. Фотоплетизмография (ФПГ) - это еще один оптический прием, который может быть использован для неинвазивного обнаружения изменений объема крови на уровне микроциркуляторного русла. Технология ФПГ была включена в широкий спектр медицинских приборов для измерения насыщения крови кислородом, артериального давления и сердечного выброса, оценки вегетативных функций и выявления сосудистых заболеваний. Реализация технологии ФПГ является очень простой, поскольку она требует только двух оптоэлектронных компонентов: источника света, для освещения одной части тела, и фотоприемник, для измерения малых временных модуляций интенсивности света. При этом нет необходимости использовать когерентный свет в ФПГ системе, в отличие от лазерной доплеровской флоуметрии или метода лазерной спекл-визуализации.

Целью настоящей работы является визуализировать изменение объемного кровотока кистей с помощью метода двухмерной фотоплетизмографии в режиме пропускания для исследования частоты сердечного цикла.

В соответствии с поставленной целью сформулированы **задачи**:

- Собрать установку для исследования кожного кровотока с помощью метода фотоплетизмографии.
- Обработать полученные изображения и получить одномерный сигнал.
- Реализовать двухмерную визуализацию посредством программной обработки видеоизображения.
- Проанализировать потенциальную применимость разработанной технологии визуализации гемодинамических процессов.

Объект исследования: тыльная сторона ладони человека.

Предмет исследования: биологические сигналы человека, сигналы фотоплетизмографа.

Методы исследования: в ходе выполнения работы была создана установка для исследования и программа для обработки видеоизображения.

Структура работы: работа состоит из введения, 2 глав, заключения, списка использованных источников, содержащего 14 наименований. Общий объем работы составляет 49 страниц, содержит 41 рисунок,.

Краткое содержание

Экспериментальная установка

Прибор для исследования был сделан из таких составляющих, как подсветка, макет руки, камера и т.д. Экспериментальная установка для записи видеокладов объекта была реализована в геометрии пропускания, как показано на рис.1.

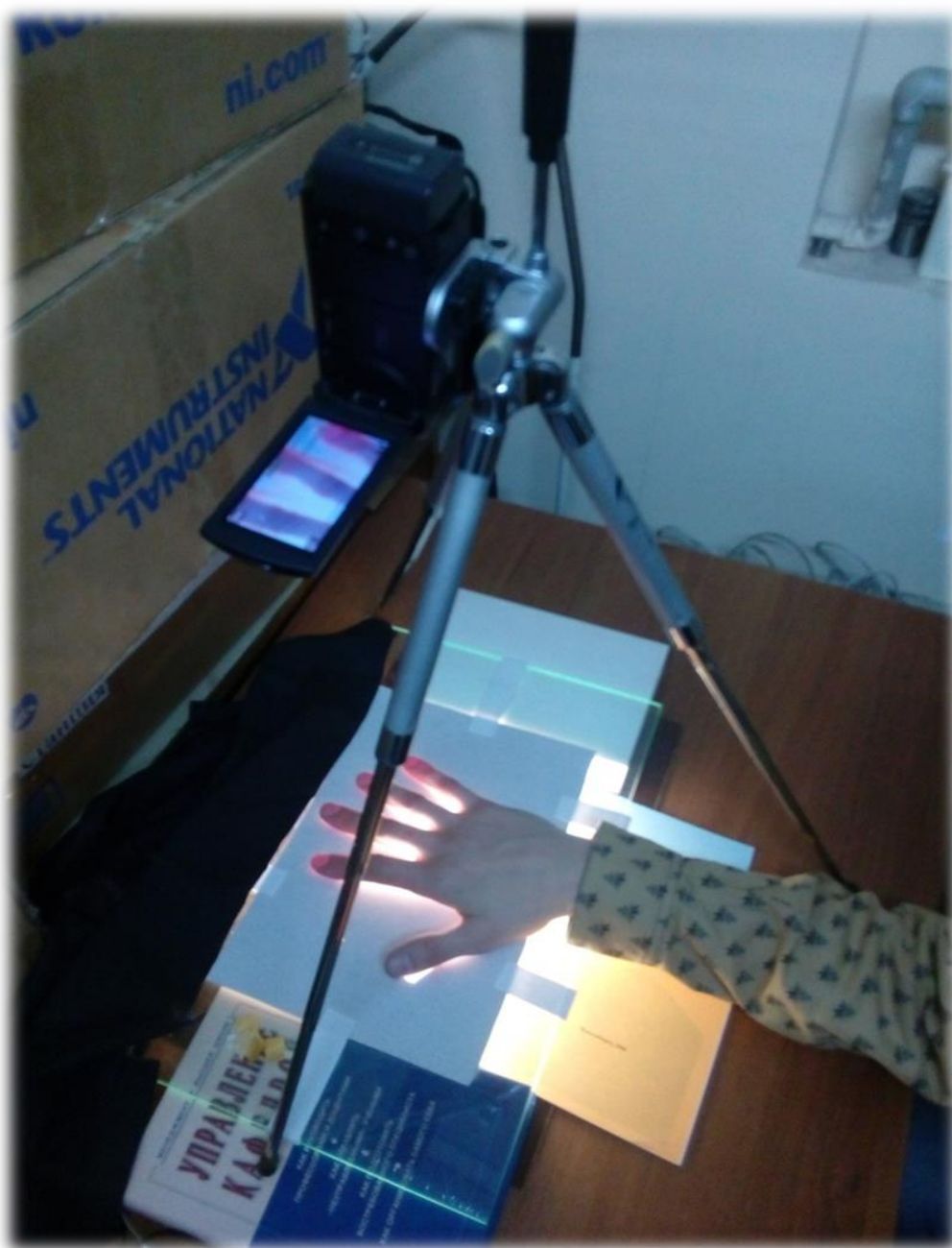


Рис.1 Экспериментальная установка

Программная обработка изображений, получение 1-D сигнала

Видеозаписи были сохранены как файлы в формате .MPG и переведены в формат изображения .JPG. С одной видеозаписи получилось 2000 кадров. Видеокадры со сфокусированными изображениями освещенной области были загружены на персональный компьютер с помощью универсальной последовательной шины (USB) и обработаны с помощью программы MathCAD 14.

Общий алгоритм работы программы приведен на рис. 2.

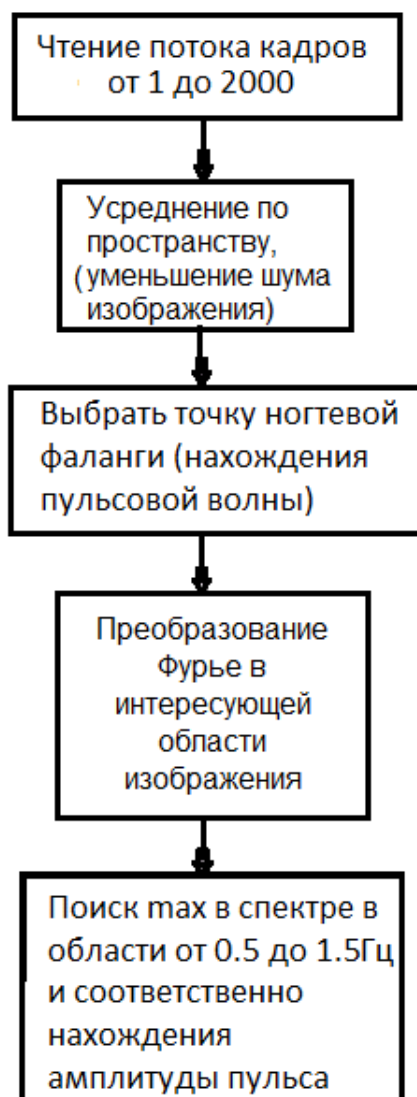


Рис.2 Блок-схема определения частоты сердечного ритма методом анализа видеоизображений

Результаты обработки одномерного сигнала

В следующих графиках зависимости амплитуды от времени, на рис. 3-4 мы наблюдаем пульсовые волны, полученные у испытуемых при частоте видеоизображения 25 кадров в секунду.

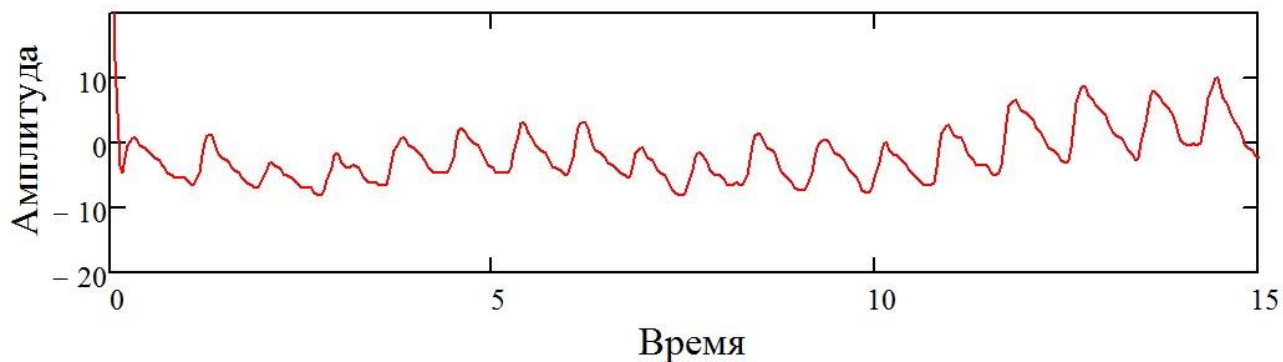


Рис.3 Пульсовая волна 1-го испытуемого при 25 fps

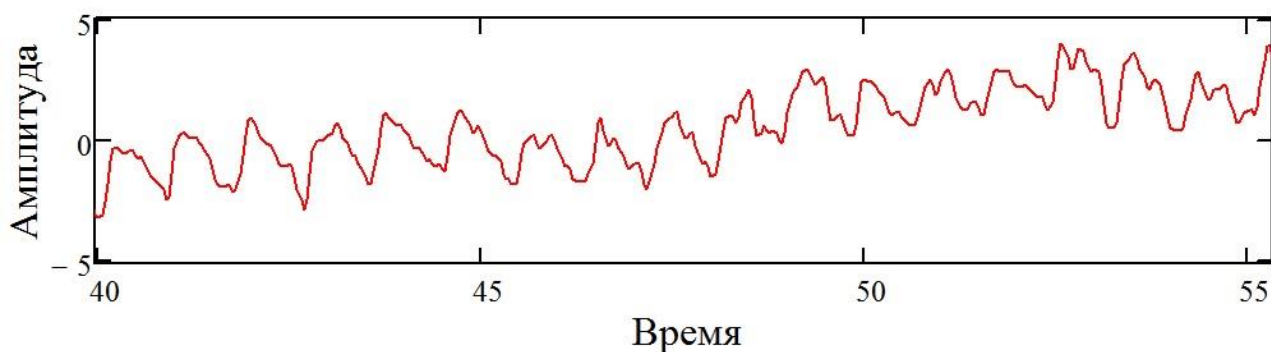


Рис.4 Пульсовая волна 2-го испытуемого при 25 fps

После была проанализирована пульсовая волна каждого испытуемого и найдена спектральная характеристика. На графиках изображены зависимости амплитуды от частоты на рис. 5-6

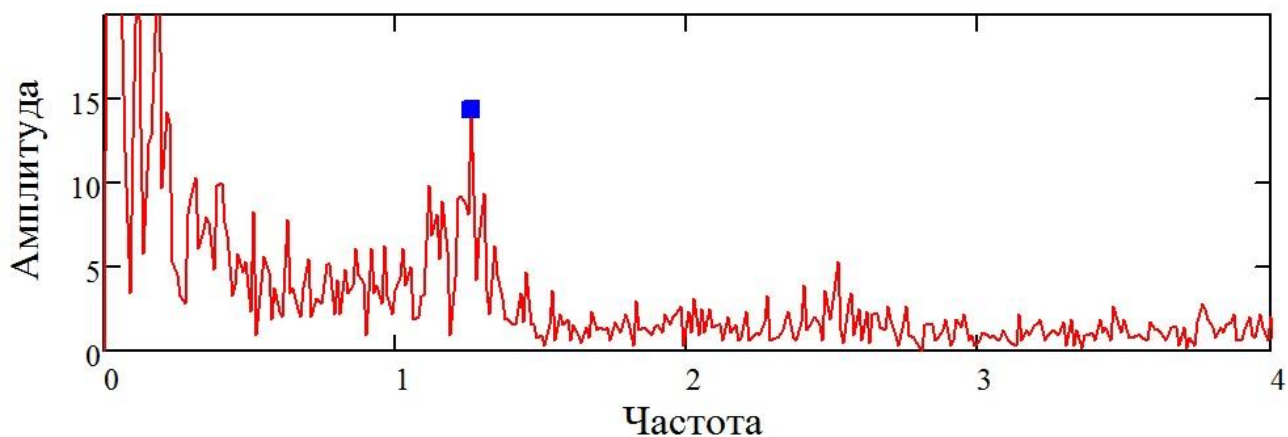


Рис.5 Амплитудно-частотная характеристика 1-го испытуемого, нахождения частоты сердечного цикла.

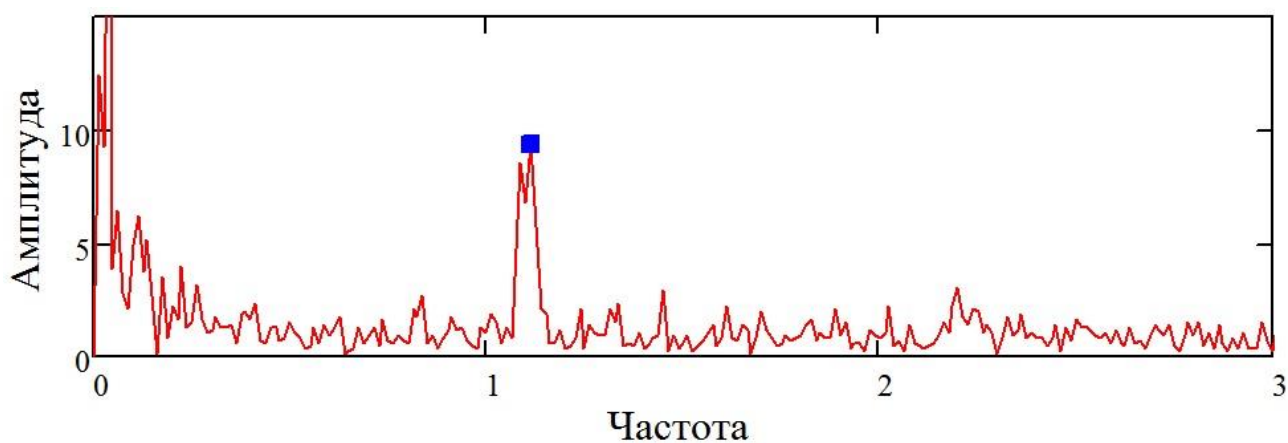


Рис.6 Амплитудно-частотная характеристика 2-го испытуемого, нахождения частоты сердечного цикла.

Результаты двухмерной визуализации, программная обработка

Для получения двухмерной визуализации была снова осуществлена программная обработка. Общий алгоритм работы программы приведен на рис.7.

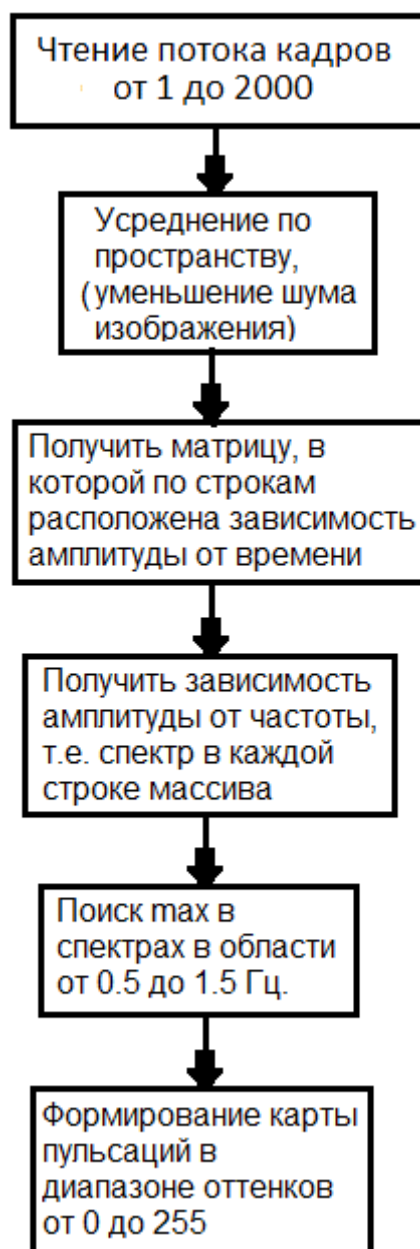


Рис.7 Блок-схема программной обработки для получения двухмерной визуализации

Полученные результаты можно увидеть на рис.8-9.

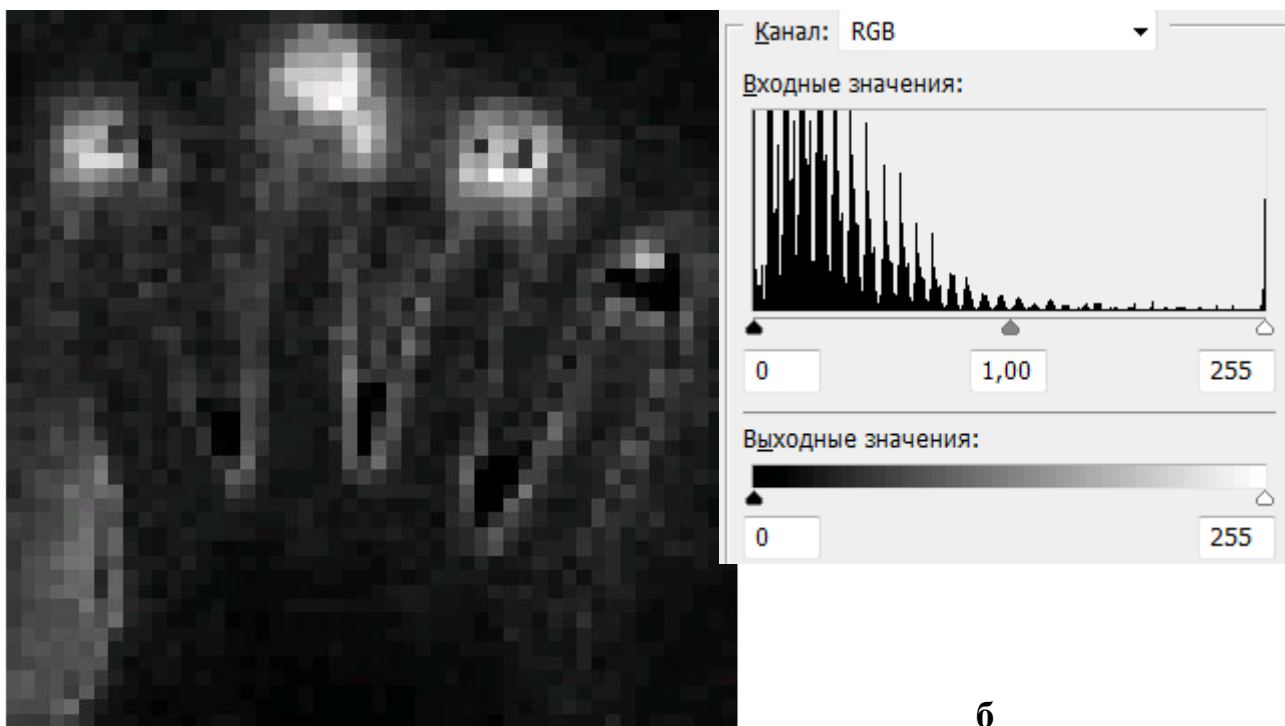


Рис.8 (а) 2D карта амплитуды пульсации крови для руки испытуемого при 25 кадров в секунду (fps) (б) Гистограмма и градиентная шкала изображения.

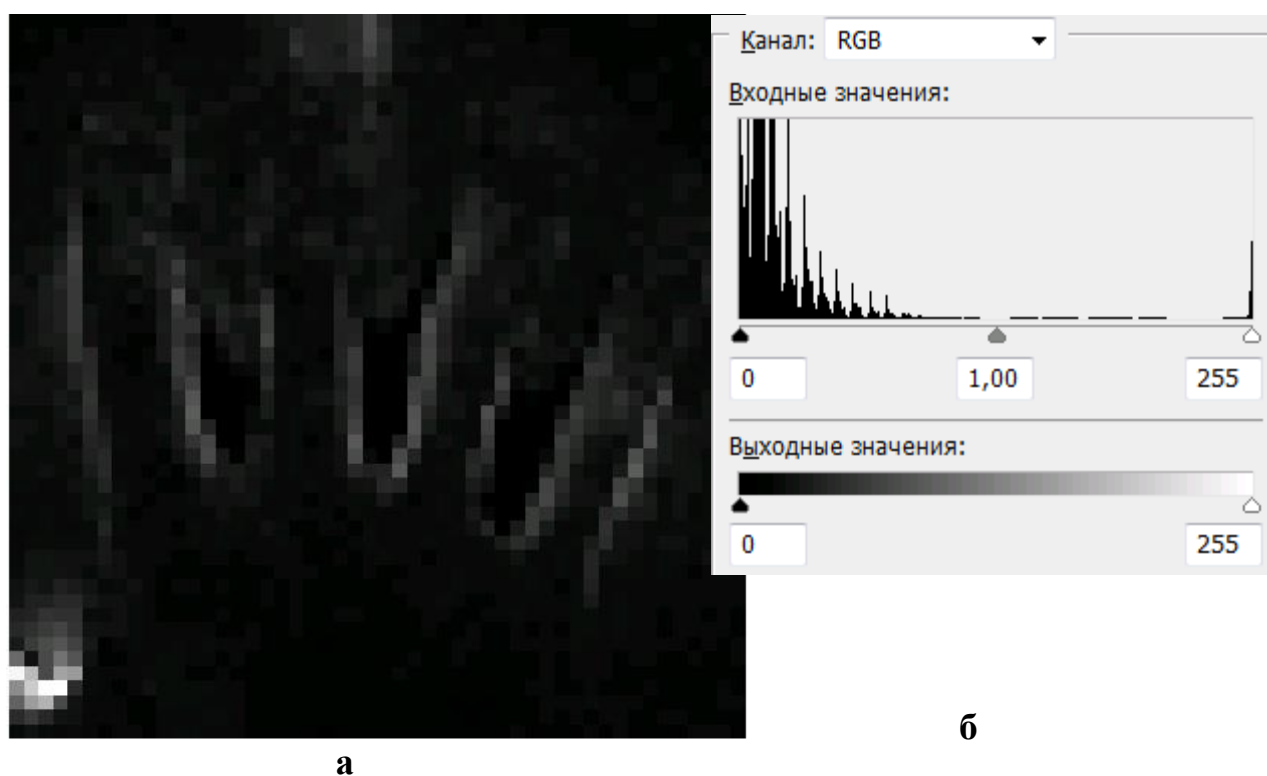


Рис.9 (а) 2D карта амплитуды пульсации крови для руки испытуемого при 25 кадров в секунду (fps) (б) Гистограмма и градиентная шкала изображения.

Мы получили амплитуду пульсации крови путем обработки изображений руки человека, записанных в режиме пропускания света. В этом исследовании обработка изображений была заключена в сердечном цикле, но потенциально сигнал мог быть зафиксирован в усиленном состоянии на любой биологически соответствующей частоте. Четко наблюдаемая модуляция прямо пропускаемого света на частоте сердечных сокращений позволила сделать вывод, что отношение амплитуды и времени модуляции значения в пикселе к их усредненному по времени значению представляет собой амплитуду пульсации крови. Если сравнивать данный метод с лазерной доплеровской визуализацией, то можно сказать, что эти методы дают нам дополнительную информацию о функционировании сердечно-сосудистой системы, но данный метод более выгоден, поскольку он обеспечивает 2D-отображение фазы пульсации крови и анализирует самые большие области пациента.

Заключение

В данной работе рассмотрены современные оптические методы визуализации гемодинамики на поверхности тела человека. Развита метод двухмерной фотоплетизмографической визуализации, открывающий возможность исследовать распределения амплитуды пульсации объемного кровотока на поверхности конечностей. Метод ФПГ-визуализации может использоваться для оценки параметров микроциркуляции в клинических условиях, включая диагностики сосудистых заболеваний и тестирование эффективности новых лекарственных средств. В настоящее время метод позволяет визуализировать колебания на частоте сердечных сокращений. В перспективе необходимо расширить частотную область анализа в сторону низкочастотного диапазона, охватывающего диапазон дыхательных, миогенных, нейрогенных и эндотелиальных колебаний.