

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «ВейвАксесс Сервис»

А.С. Азаров



19 августа 2025 года

Эхотрекер

Руководство администратора

На 16 листах

Аннотация

Настоящий документ представляет собой руководство администратора программного обеспечения «Эхотрекер (Echotracker)» (далее – ПО, Эхотрекер, Система).

Документ содержит описание действий по установке и настройке ПО, инструкцию по разворачиванию экземпляра ПО, а также контакты технических специалистов, которые могут проконсультировать по процессу развертывания и настройки экземпляра ПО и его функционирования.

Перечень сокращений.....	4
1 Общие сведения	7
1.1 Наименование программного обеспечения	7
1.2 Краткое описание возможностей средства автоматизации.....	7
1.3 Уровень подготовки пользователя	7
2 Назначение и условия применения.....	7
2.1 Задача.....	7
2.2 Потенциальные пользователи Решения	8
2.3 Основные процессы, подлежащие автоматизации	8
2.4 Условия применения ПО в соответствии с назначением.....	8
2.4.1 Внешнее окружение и технологии в части бэк-энда	8
2.4.2 Внешнее окружение и технологии в части фронт-энда	9
2.4.3 Внешнее окружение и технологии в части искусственного интеллекта	9
2.4.4 Требования к аппаратной платформе (оборудованию).....	9
2.4.5 Поддержка браузеров.....	11
3 Порядок установки и настройки и проверки работоспособности Системы.....	11
3.1 Предварительные условия для корректной установки системы	11
3.2 Предварительные условия для корректной установки системы	11
3.2.1 Требования к персоналу	11
3.2.2 Требования к ОС и предустановленным компонентам.....	11
3.2.3 Проверка комплектности.....	11
3.3 Действия по развертыванию системы	12
3.3.1 Предварительные шаги	12
3.3.2 Шаги, необходимые для развертывания системы.....	12
4 Аварийные ситуации	16
4.1 Действия в случае несоблюдения условий выполнения технологического процесса, в том числе при длительных отказах технических средств.....	16
4.2 Действия по восстановлению программ и/или данных при отказе носителей данных или обнаружении ошибок в данных.....	16
4.3 Действия в других аварийных ситуациях	16
5 Контактная информация	16

Перечень сокращений

Сокращение	Расшифровка
ALU	(англ. Arithmetic Logic Unit) – блок процессора, который служит для выполнения арифметических и логических преобразований над данными
CPU	(англ. Central Processing Unit) – центральный процессор – электронный блок либо интегральная схема (микропроцессор), исполняющая машинные инструкции (код программ), главная часть аппаратного обеспечения компьютера или программируемого логического контроллера
CUDA	(англ. Compute Unified Device Architecture) – архитектура, которая позволяет использовать графический процессор (GPU) для повышения производительности параллельных вычислений и представляет собой набор инструментов и библиотек для работы с графическим процессором
DICOM	(англ. Digital Imaging and Communications in Medicine) – стандарт обработки, хранения, передачи, печати и визуализации медицинских данных.
DNS	(англ. Domain Name System) система доменных имен – преобразует доменные имена, удобные для человеческого восприятия, в IP-адреса, понимаемые машиной
FLOPS	(англ. FLoating-point OPerations per Second) – внесистемная единица, используемая для измерения производительности компьютеров, показывающая, сколько операций с плавающей точкой в секунду выполняет данная вычислительная система
FP	(англ. floating-point) – разрядность чисел и точность вычислений с плавающей точкой: - FP16 – 16-разрядное вещественное число - FP32 (Single Precision) – 32-разрядное вещественное число, одинарная точность вычислений

Сокращение	Расшифровка
	- FP64 (Double Precision) – 64-разрядное вещественное число, двойная точность вычислений с плавающей запятой
GFLOPS	(англ. GigaFLOPS) – 10^9 FLOPS
GPU	(англ. Graphical Processing Unit) – графический процессор – один из видов микропроцессоров, который управляет памятью видеокарт и применяется в трудоемких алгебраических и геометрических расчетах, которые помогают спроецировать и визуализировать изображения на экран, для обработки больших данных
HTTP	(англ. HyperText Transfer Protocol) – «протокол передачи гипертекста» – сетевой протокол уровня приложений для обеспечения взаимодействия распределённых, объединённых, гипермедийных информационных систем.
IP	(англ. Internet Protocol) – маршрутизируемый протокол сетевого уровня стека TCP/IP
ML	(англ. Machine Learning) – класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение за счет применения решений множества сходных задач
RAM	(англ. Random Access Memory – «память с произвольным доступом») – оперативная память - это память со случайным доступом для временного хранения информации, с помощью чего обеспечивается работа компьютера
ROP	(англ. Raster Operations Pipeline или Render Output Unit) – блоки операций растеризации – осуществляют операции записи рассчитанных видеокартой пикселей в буферы и операции их смешивания (блендинга)
SSL	(англ. Secure Sockets Layer) – уровень защищённых сокетов – криптографический протокол для безопасной связи между браузером и сайтом

Сокращение	Расшифровка
TCP/IP	(англ. Transmission Control Protocol (TCP) и Internet Protocol (IP)) – набор сетевых протоколов передачи данных, используемых в сетях, включая сеть Интернет
URL	(англ. Uniform Resource Locator) – унифицированный указатель ресурса – универсальный указатель местоположения документа в Сети интернет
ГБ	Гигабайт
ИИ	Искусственный интеллект
ЛВС	Локальная вычислительная сеть
ПО	Программное обеспечение
ОС	Операционная система
РАСУДМ	Российская ассоциация специалистов ультразвуковой диагностики в медицине
ССЗ	Сердечно-сосудистые заболевания
СЭМД	Структурированный электронный медицинский документ, является стандартом Министерство здравоохранения Российской Федерации для обмена информацией в рамках государственных систем в здравоохранении и обеспечения электронного медицинского документооборота.
УЗ	Ультразвук, ультразвуковой

1 Общие сведения

1.1 Наименование программного обеспечения

Программное обеспечение Эхотрекер, Система.

1.2 Краткое описание возможностей средства автоматизации

Программное обеспечение Эхотрекер представляет собой рабочую станцию, предназначенную для хранения, просмотра, полуавтоматической аннотации и количественной обработки эхокардиографических изображений с цифровых УЗ-аппаратов и составления протокола эхокардиографического исследования. Аннотация изображений выполняется с использованием технологий искусственного интеллекта (компьютерное зрение).

Использование Эхотрекер позволяет обеспечить лучшее качество проведения и описания исследования за счет большей воспроизводимости измерений, сокращения времени на проведение измерений вручную и заполнение протокола, возможности использования экспертных функций (оценка глобальной и сегментарной сократимости) вне зависимости от класса УЗ-аппарата. Как следствие, врач и пациент получают более достоверное заключение, что способствует выбору корректной тактики ведения заболевания.

1.3 Уровень подготовки пользователя

Пользователи должны знать технологические процессы обработки информации, выполняемых ПО Эхотрекер автоматизированным способом и ознакомиться с эксплуатационной документацией, включая руководство пользователя.

2 Назначение и условия применения

2.1 Задача

Одним из ведущих методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний является эхокардиография – самый широко используемый и доступный метод кардиовизуализации, необходимый и достаточный для диагностики и ведения различных сердечно-сосудистых заболеваний. При статистике ССЗ в Российской Федерации, составляющей путь меньше 25 тыс. случаев на 100 тыс. человек, в год проводится более 12 млн. эхокардиографических исследований. При этом проведение одного исследования по рекомендациям, опубликованным РАСУДМ, занимает 45-60 минут.

Актуальность автоматизации в сфере эхокардиографии диктуется необходимостью повышения доступности исследования, стандартизации процессов и качества изображений, снижения вариабельности результатов, оптимизации времени врачей (больше времени пациенту, меньше на рутинные операции) и концентрации его усилий на решении более сложных клинических задач.

2.2 Потенциальные пользователи Решения

Целевой аудиторией проекта являются врачи функциональной диагностики, кардиологи, реаниматологи, выполняющие диагностическую эхокардиографию на цифровых УЗ-аппаратах различного уровня

2.3 Основные процессы, подлежащие автоматизации

Система Эхотрекер предполагает два основных варианта использования при работе с эхокардиографическим исследованием:

- 1) Проведение измерений структур миокарда, оценки гемодинамики и описание исследования для создания протокола с показателями из перечня СЭМД «Протокол трансторакальной эхокардиографии стандартный»;
- 2) Расчет показателей деформации левого желудочка – определение глобальной и сегментарной сократимости для оценки состояния миокарда и выявления патологий на ранней стадии.

2.4 Условия применения ПО в соответствии с назначением

2.4.1 Внешнее окружение и технологии в части бэк-энда

Python, FastAPI, ASGI, Uvicorn, Pydantic, pydicom, pynetdicom, PostgreSQL, SQLAlchemy, psycopg2, alembic, MinIO, Nginx, Keycloak, Poetry.

Реализация на языке программирования Python 3.11 с использованием веб-фреймворка FastAPI и ASGI веб-сервера Uvicorn. Для автогенерации программного интерфейса, валидации и сериализации данных применяется библиотека Pydantic совместно с внутренними инструментами типизации. Взаимодействие с dicom файлами и устройствами выполняется посредством библиотек pydicom и pynetdicom. Для обеспечения высокой доступности и горизонтального масштабирования применяется Celery. В качестве основного хранилища выполненных измерений и метаданных исследований используется PostgreSQL, изображения хранятся в совместимом с интерфейсом AWS S3 хранилище MinIO. В качестве вспомогательных сервисов применяются Nginx для проксирования HTTP запросов и Keycloak, отвечающий за менеджмент учетных записей и авторизации. Для управления зависимостями и упаковки используется инструмент Poetry.

2.4.2 Внешнее окружение и технологии в части фронт-энда

JavaScript, React, Redux, cornerstone, axios, yarn.

Реализация на языке программирования JavaScript с использованием фреймворка React. Для отрисовки и разметки измерений используются библиотека react-cornerstone-viewport и функционал библиотеки cornerstone-tools расширенный с помощью собственного плагина. Хранение сессионных данных и управление состоянием приложения производится с помощью библиотеки Redux. Для взаимодействия клиентской составляющей приложения с серверной частью посредством HTTP запросов используется библиотека axios. Для установки и отслеживания версий зависимости используется пакетный менеджер yarn.

2.4.3 Внешнее окружение и технологии в части искусственного интеллекта

Python, jsonlines, cvat-sdk, OpenCV, ResNet34, U-net, OpenPose, pydicom, numpy, pandas, scipy, albumentations, pytorch, catalyst, hydra, clearml, poetry, nbtime, pre-commit, flake8, matplotlib, seaborn, jupyter-notebook, VSCode.

Реализация на языке программирования Python 3.9 с использованием фреймворка pytorch для обучения моделей на архитектурах ResNet34, U-net и OpenPose. Получение данных dicom-файлов с помощью библиотеки pydicom. Для организации и мониторинга экспериментов применялись фреймворк hydra платформа ClearML. Для реализации алгоритма speckle tracking использован метод вычисления оптического потока Лукаса-Канаде из библиотеки OpenCV. Для взаимодействия сервиса интеллектуальной обработки с другими сервисами приложения реализуются интерфейсы взаимодействия.

Модуль ML-обработки собран в отдельный пакет (waml-echosg-med) и при развертывании системы устанавливается в окружение python.

2.4.4 Требования к аппаратной платформе (оборудованию)

Требования к ресурсам зависят от количества обрабатываемых данных. В случае использования больших файлов и большого количества запросов к системе указанные рекомендации могут нуждаться в корректировке. Для обеспечения исправной работы ПО Эхотрекер, развертывание системы необходимо выполнять на оборудовании, обладающей характеристиками не ниже перечисленных следующих:

- количество ядер CPU: не менее 4;
- максимальная частота CPU: не менее 2,2 ГГц;
- RAM: не менее 16 ГБ;
- накопитель: не менее 500 ГБ.

Для удовлетворительной скорости работы ML-модуля системы рекомендуется наличие в комплектации аппаратного обеспечения GPU ядер. Рекомендуется GPU с высокой производительностью, такой как NVIDIA GeForce RTX 4060ti и выше, с поддержкой технологии CUDA для научных вычислений. В качестве графического процессора с минимальными характеристиками рекомендуется использовать NVIDIA GeForce GTX 1650.

Графический процессор должен иметь следующие минимальные характеристики:

Графический процессор	
Тактовая частота, МГц: Base Clock / Boost Clock	1485/1665
Число шейдерных ALU	896
Число блоков наложения текстур	56
Число ROP	32
CUDA-ядра	896
Оперативная память	
Разрядность шины, бит	128
Тип микросхем	GDDR5 SDRAM
Тактовая частота, МГц (пропускная способность на контакт, Мбит/с)	2000 (8000)
Объем, Мбайт	4 096
Шина ввода/вывода	PCI Express 3.0 x16
Производительность	
Пиковая производительность FP32, GFLOPS (из расчета максимальной указанной частоты)	2984
Производительность FP64/FP32	1/32
Производительность FP16/FP32	2/1
Пропускная способность оперативной памяти, Гбайт/с	128

2.4.5 Поддержка браузеров

Для успешной работы пользовательского интерфейса клиентской части системы необходимо использовать актуальные релизные версии браузеров. Эхотрекер поддерживает работу со следующими браузерами:

- Google Chrome (последняя стабильная версия);
- Yandex Browser (последняя стабильная версия).

3 Порядок установки и настройки и проверки работоспособности Системы

3.1 Предварительные условия для корректной установки системы

3.2 Предварительные условия для корректной установки системы

3.2.1 Требования к персоналу

Установку должен производить пользователь, обладающий на данном компьютере (далее “хост”) правами администратора операционной системы.

3.2.2 Требования к ОС и предустановленным компонентам

Развёртывание рекомендуется выполнять на виртуальных машинах под управлением ОС Ubuntu 20.04.

Для инсталляции и успешной работы специального программного обеспечения системы необходимо предварительно установить обеспечивающие программы общего назначения:

- docker 24.0.5 и новее;
- docker-compose-plugin v2.21.0 и новее.

3.2.3 Проверка комплектности

На хосте должны иметься следующие образы, входящие в комплектацию системы:

- images.tar - слепок образов docker (список поставляемых образов ниже);
- docker-compose.common.yml - основной файл конфигурации для запуска многоконтейнерных систем;
- docker-compose.ports.yml - файл с конфигурацией портов;
- .env - файл с настройками переменных окружения;
- conf - директория с файлами конфигураций сервисов, требующих пред настройки;
- install-base.sh - скрипт для первоначальной настройки системы;
- start-echotracker.sh - скрипт для первоначального запуска системы.

3.3 Действия по разворачиванию системы

3.3.1 Предварительные шаги

3.3.1.1 Настройка портов

Если требуется использование ПО за рамками хоста в ЛВС, то для этого нужно изменить правила фаервола. Для изменения правил фаервола необходимо воспользоваться инструкцией к используемой ОС. Доступ должен быть разрешен к следующим портам:

- 80/http;
- 443/https.

3.3.1.2 Настройка DNS, сертификатов

- Необходимо создать доменное имя, например, echotracker-example.com.

- Необходимо создать SSL-сертификат для домена из предыдущего пункта.

- Сертификаты поместить в директорию по пути `conf/certs`.

- Затем указать их названия в конфигурационном файле `nginx.conf` по пути `conf/nginx.conf` в строках 49 и 50, указав имя сертификата и ключа соответственно.

3.3.2 Шаги, необходимые для разворачивания системы

Разворачивание системы происходит с помощью подготовленного `docker-compose.yml` файла конфигурации, некоторые значения которого подставляются из переменных окружения или файла `.env` - их необходимо будет изменить перед запуском. После завершения подготовительного этапа в файле конфигурации `.env` (или переменных окружения) необходимо задать значения для следующих переменных:

- `IMAGE_TAG` - версия ПО
- `KEYCLOAK_ADMIN` - имя пользователя с правами администратора
- `KEYCLOAK_ADMIN_PASSWORD` - пароль для пользователя с правами администратора
- `AUTH_SERVICE_EXT_URL` - ссылка на `keycloak/realms_name`
- `MINIO_ROOT_USER` - пользователь администратора MinIO
- `MINIO_ROOT_PASSWORD` - пароль администратора MinIO
- `PACS_AWS_BUCKET_NAME` - название бакета с фреймами
- `PACS_AWS_QUEUE_BUCKET_NAME` - название бакета для загрузки файлов
- `AUTH_SERVICE_EXT_URL` - url авторизации
- `AWS_ENDPOINT_URL` - url Minio api

))) WaveAccess | Services

- AWS_ACCESS_KEY_ID - то же, что и MINIO_ROOT_USER
- AWS_SECRET_ACCESS_KEY - то же, что и MINIO_ROOT_PASSWORD
- RABBITMQ_DEFAULT_USER – имя пользователя для доступа к Rabbit

- RABBITMQ_DEFAULT_PASS – пароль для доступа к Rabbit
- ML_SERVICE_URL - указание url для ML-service, если он расположен на отдельном сервере. Если нет, то удалить переменную

Требования к паролям:

- Минимальная длина пароля 8 символов
- Требуется хотя бы одна заглавная буква латинского алфавита
- Требуется хотя бы одна строчная буква латинского алфавита

После выполнения настройки выполняется запуск ПО. Для этого необходимо ввести следующую команду в эмулятор терминала:

```
bash install-base.sh
bash start-echotracker.sh
```

Необходимо дождаться успешного запуска всех сервисов. Проверить статус контейнеров можно командой:

```
docker ps -a
```

Все контейнеры должны иметь статус “healthy” и не должно быть завершенных “exited” контейнеров, кроме сервиса “createbuckets” - это задача, выполняющаяся единожды и завершающаяся после выполнения

Наличие образов и их версии можно проверить командой:

```
docker images
```

Ожидается наличие следующих образов (версии могут быть изменены в составе поставки)

- echotracker/ohif-service:1.3.0;
- echotracker/api-service:1.3.0;
- echotracker/main-service:1.3.0;
- echotracker/pacs-service:1.3.0;
- echotracker/calc-service:1.3.0;
- echotracker/ml-service:1.3.0;

- echotracker/poller-service:1.3.0.

Следующие образы являются сторонним ПО и скачиваются автоматически в процессе подготовки комплекта поставки системы с ресурсов <http://hub.docker.com> и RedHat <http://Quay.io> :

- nginx:1.23.3;
- postgres:15.2-alpine3.17;
- quay.io/keycloak/keycloak:23.0.2;
- metabase/metabase:v0.46.1;
- amir20/dozzle:v4.10.19;
- jodogne/orthanc-plugins:1.10.1;
- minio/minio:RELEASE.2023-04-13T03-08-07Z
- minio/mc:RELEASE.2023-04-12T02-21-51Z

Для корректного запуска системы необходимо предварительно выполнить несколько действий:

1. Установить docker, docker-compose-plugin (выполняется в скрипте `install-base.sh`);
2. Подготовить docker volume для контейнеров (выполняется в скрипте `start-echotracker.sh`);
3. Подготовить docker network для контейнеров (выполняется в скрипте `start-echotracker.sh`);
4. Открыть используемые порты на хосте для доступа к ПО с других устройств в локальной сети.

Настройка docker производится при запуске скрипта настройки, при возникновении непредвиденных ситуаций, действия по настройке могут быть выполнены вручную согласно пунктам изложенным ниже.

3.3.2.1 Подготовка docker volume для контейнеров

Необходимо создать docker volume со следующими названиями:

- main-db;
- pacs-db;
- keycloak-db;
- ml-service-checkpoints;
- minio-data.

Для этого достаточно по очереди прописать следующие команды в эмулятор терминала:

```
docker volume create main-db
docker volume create pacs-db
docker volume create keycloak-db
docker volume create minio-data
```

3.3.2.2 Подготовка docker network для контейнеров

Необходимо создать docker network со следующим названием:

- strain_network.

Для этого достаточно прописать следующую команду в эмулятор терминала:

```
docker network create echotracker_network
```

3.3.2.3 Настройка Keycloak

1. По адресу /auth необходимо открыть консоль администратора.
2. Импортировать нового клиента на вкладке Clients из файла conf/keycloak_configuration.json.
3. В настройках установить правильный root url (IP хоста или адрес, если есть DNS сервер).
4. В новом клиенте lv создать роль admin.
5. На вкладке Users добавить пользователей, которым будет доступен сервис Эхотрекер.
6. На вкладке Groups создать группу с произвольным названием, которая будет содержать пользователей с повышенным уровнем доступа к системе.
7. В настройках группы во вкладке Role mapping присвоить роль админа кнопкой Assign Role.
Чтобы увидеть созданную ранее роль требуется изменить настройки фильтрации на filter by clients. Далее необходимо выбрать роль admin с лейблом lv и подтвердить действие кнопкой Assign.
8. В настройках группы во вкладке Members добавить пользователей, которым требуется более высокий уровень доступа.

4 Аварийные ситуации

4.1 Действия в случае несоблюдения условий выполнения технологического процесса, в том числе при длительных отказах технических средств

В случае несоблюдения условий выполнения технологического процесса, в том числе при длительных отказах технических средств, необходимо обратиться в службу технической поддержки пользователей.

4.2 Действия по восстановлению программ и/или данных при отказе носителей данных или обнаружении ошибок в данных

При отказе носителей данных или обнаружении ошибок в данных необходимо обратиться в службу технической поддержки пользователей.

4.3 Действия в других аварийных ситуациях

В случае возникновения аварийных ситуаций, связанных с Системой, необходимо обратиться в службу технической поддержки пользователей.

5 Контактная информация

Фактический адрес размещения инфраструктуры разработки: 197046, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пр. Каменноостровский, дом 11, корпус 2, литер А, помещение 107(308).

Фактический адрес размещения разработчиков: 197046, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пр. Каменноостровский, дом 11, корпус 2, литер А, помещение 107(308).

Фактический адрес размещения службы поддержки: 197046, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пр. Каменноостровский, дом 11, корпус 2, литер А, помещение 107(308).

Адрес веб-сайта: <https://www.waveaccess.ru/echo.aspx>