

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	1	18	1.0

**«Система мониторинга сетей медицинского
газоснабжения»**

Service High Level Design (HLD)

HLD_####

Версия: 1.0

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	2	18	1.0

СОДЕРЖАНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ	3
1.1	Административная информация о документе.....	3
1.2	История изменений документа.....	3
1.3	Термины, определения и сокращения.....	4
1.4	Назначение документа.....	4
1.5	Связанные документы	5
1.6	Связанные услуги.....	5
2	ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	6
3	ОПИСАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ	7
3.1	Функциональность	9
3.2	Системные требования для установки.....	10
3.3	Схема решения и описание схемы	10
3.4	Описание системы резервного копирования.....	12
4	ЗАТРАТЫ НА РЕАЛИЗАЦИЮ	13
5	РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ	14
5.1	Стадии работ над проектом: instance – часть. Трудозатраты	14
5.2	Стадии работ над проектом: SaaS – часть. Трудозатраты Ошибка! Закладка не определена.	
5.3	Ответственность заказчика	16
6	МОНИТОРИНГ И SLA	17

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	3	18	1.0

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Административная информация о документе

Должность	Подпись	Дата	ФИО
Разработано:			
Инженер – программист			
Инженер – медтехник			
Начальник производственно-технического отдела			
Начальник отдела эксплуатации			
Согласовано:			
Главный врач			
Заместитель главного врача по технической части			
Начальник планово-экономического отдела			
Главный инженер			
14.06.2025			

1.2 История изменений документа

Дата	Версия	Автор замечания / должность	Текст замечания	Исправлено (описание исправления, место в документе)
14.06.2025	V1.0	Зеленин Е.В.		Первая редакция

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	4	18	1.0

1.3 Термины, определения и сокращения

Название	Расшифровка
IoT	Internet of Things
Газификатор	Установка, включающая в себя криоцилиндр с сжиженным газом (O ₂), испаритель для преобразования в газообразную форму и система трубопроводов с запорной и регулирующей арматурой.
Кислородный концентратор	Установка для генерации медицинского кислорода из воздуха
Кислородный баллон	Баллон для системы резервного снабжения кислородом
Рампа	Консоль для подключения большого количества кислородных баллонов
ЛПУ	Лечебно-профилактическое учреждение
СМГ	Система медицинского газоснабжения

1.4 Назначение документа

В HLD описывается высокоуровневое представление системы мониторинга медицинского газоснабжения.

В текущей версии документа описывается сервис диспетчерской службы по контролю за газоснабжением.

Назначение Сервиса – поддержание качества снабжения кислорода в ЛПУ на стабильно высоком уровне.

Сервис предлагает функционал, позволяющий:

1. Производить мониторинг текущего состояния сети газоснабжения в реальном времени
2. Прогнозировать сроки дозаправки газификатора жидким кислородом
3. Выявлять аварийные состояния на различных магистралях сети газоснабжения
4. Осуществлять настраиваемые уведомления ответственных работников
5. Прогнозировать возможные аварийные состояния на основании комплексного сбора данных с сети датчиков
6. Переключать источники снабжения ЛПУ кислородом в автоматическом и ручном режиме

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	5	18	1.0

1.5 Связанные документы

Номер документа	Название документа
2025-O01	Инструкция по работе с диспетчерской системой оператора
2025-И01	Инструкция дежурного инженера
2025-P01	Руководство по монтажу
2025-P02	Руководство по настройке сетевой и серверной инфраструктуры
2025-C01	Руководство по сервисному обслуживанию

1.6 Связанные услуги

№	Код услуги	Наименование услуги
1	2025УПМКО	Услуги по монтажу исполнительных устройств в сеть газоснабжения

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	6	18	1.0

2 ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В целях предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения бесперебойного снабжения медицинским кислородом отделений ЛПУ требуется реализовать следующий функционал:

1. Функции:

- Мониторинг давления сети медицинского газоснабжения на различных участках сети
- Мониторинг остатков кислорода в газификаторе
- Выявление предаварийных состояний на основе анализа показаний с сети датчиков
- Мониторинг состояния кислородного концентратора (наличие питания на вводах, температура в помещении, наличие утечки кислорода)
- Мониторинг давления кислородных баллонов в рампе для резервного снабжения
- Управление запорной и регулирующей арматурой, переключение источников снабжения

2. Спецификации и лицензирование;

3. Техническая схема реализации;

4. Трудозатраты участвующих в реализации подразделений;

5. Условия оказания технической поддержки

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	7	18	1.0

3 ОПИСАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ



Система медицинского газоснабжения (СМГ) – это протяженная сеть трубопроводов, пронизывающая большое количество помещений ЛПУ и включающая в себя как простейшую арматуру (краны, регуляторы давления), так и сложные установки (газификатор, кислородный концентратор).

Для анализа состояния СМГ предлагается использовать сеть из датчиков различного рода (датчики давления, температуры, расходомеры, датчики концентрации кислорода, токовые датчики, умные IP-камеры) с последующей агрегацией и анализом полученного среза данных.

По результатам обработки показаний сети сенсоров система принимает решения:

1. Уведомить оператора о событии (авария, предаварийное состояние, переключение источника снабжения, необходимость дозаправки, требуется вмешательство в ручном режиме)
2. Автоматически переключить источник снабжения (с уведомлением ответственного персонала о событии и причине переключения)
3. Произвести регулировку давления (с уведомлением персонала о причине регулировки)

Техническое решение обладает гибкостью и адаптируется к различным вариантам исполнения конечных устройств и архитектуры. Предполагается использование различных технологий для реализации функционала. Сбор данных и взаимодействие с исполнительными устройствами осуществляется с помощью шлюзов: LoraWAN, ModBUS (rs485), Ethernet, Wi-Fi. Шлюзы взаимодействуют с основным сервером по протоколу MQTT.

Вся обработка данных производится на стороне ЛПУ и не зависит от наличия сети интернет.

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	8	18	1.0

Центральным устройством, отвечающим за сбор и анализ данных, является виртуальный сервер на стороне ЛПУ.

В качестве системы мониторинга и уведомлений предлагается использовать систему Grafana с подключенным GSM шлюзом и Telegram ботом.

Первичная обработка данных производится с помощью NodeRED, обработанные данные записываются в базу данных временных рядов InfluxDB.

Для анализа, прогностических рекомендаций и вынесении решений предлагается использовать обученную нейро сеть и связку TensorFLOW + InfluxDB.

Все исполнительные устройства и сенсоры должны быть сертифицированы для использования в сетях медицинского газоснабжения (запорная и регулирующая арматура, датчики давления, концентрации кислорода и температуры).

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	9	18	1.0

3.1 Функциональность

Функциональные возможности системы (списком):

- Измерение давления на различных участках кислородной сети (выход газификатора, кислородная рампа, выход кислородного концентратора, входе в здание, по этажные измерения, давление в палатах, операционных, на магистральных участках)
- Распознавание показаний аналоговых манометров с помощью IP CAM
- Измерение температуры в помещении генератора кислорода
- Мониторинг питания генератора кислорода (потребление тока, наличие питания на вводах, стабильность питания)
- Измерение концентрации кислорода на выходе генератора
- Измерение остатка кислорода в газификаторе (обработка показаний манометров с помощью камер и распознавания)
- Анализ показаний сети датчиков с целью выявления нештатных ситуаций и прогноза аварий на участках
- Автоматическое переключение источника газоснабжения
- Автоматическая регулировка давления на различных участках кислородной сети
- Уведомления ответственного персонала о нештатных и предаварийных ситуациях
- Возможность организации рабочего места диспетчера
- Наглядное графическое отображение состояний ключевых участков кислородной сети через WEB-интерфейс

Подробная информация по работе с функционалом системы приведена в документах «Руководство администратора v1.0 Admin Manual» и «Руководство пользователя v1.0 User Manual».

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	10	18	1.0

3.2 Системные требования для развертывания системы

Системные требования к серверной части:

- Процессор четырёхъядерный с тактовой частотой: 2.2 ГГц
- Оперативная память не менее: 16 Гб
- Твердотельный накопитель не менее 512Гб
- Наличие резервного сервера
- Установка с использованием Гипервизора

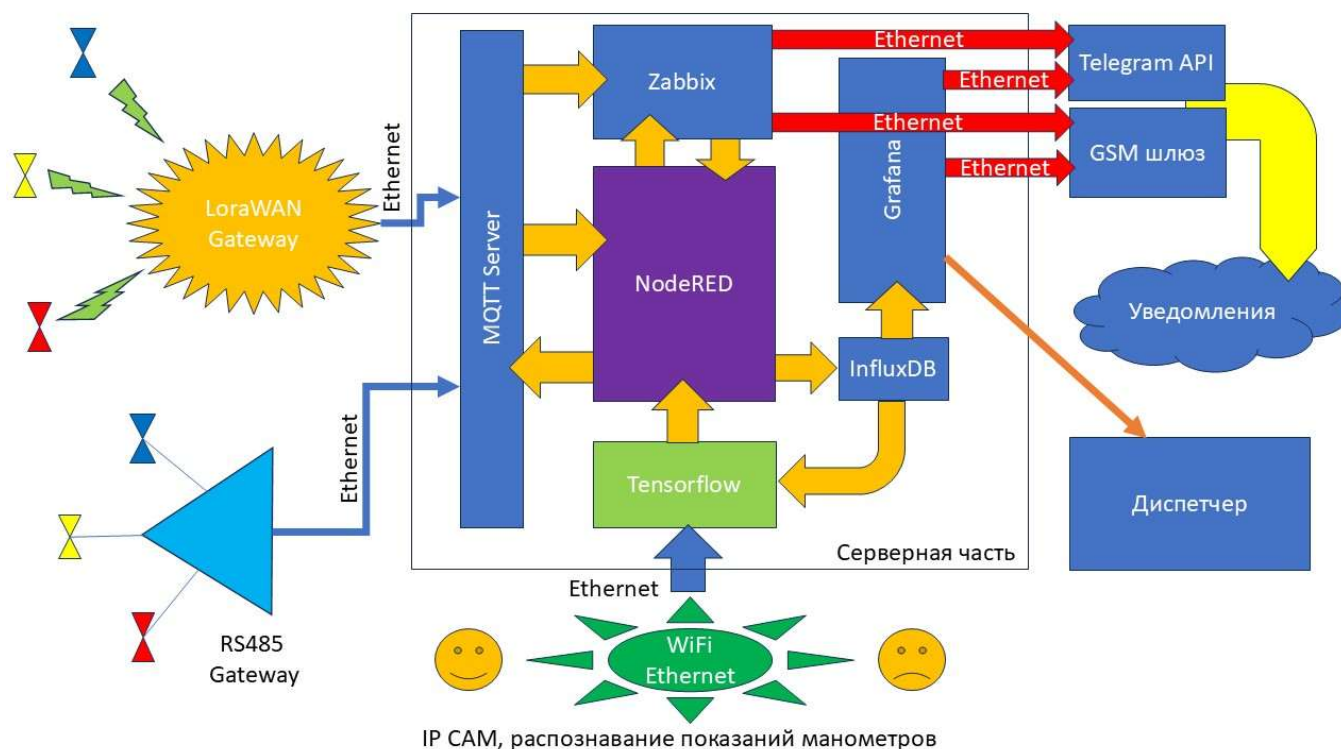
Требования к ПО:

Использование свободного ПО с открытым исходным кодом.

Требования к оборудованию:

Не менее 70% отечественных компонентов.

3.3 Схема решения и описание схемы



Сбор показаний с датчиков осуществляется по нескольким стандартам и протоколам. На удаленных участках (Газификатор, кислородная станция, генератор кислорода) предполагается использование LoraWAN датчиков давления и температуры. В случае использования оборудования не допускающего вмешательства в систему, предлагается использовать IP-камеры с последующим распознаванием показаний манометров (WiFi, Ethernet).

На участках сети внутри здания предлагается установка датчиков давления работающих через RS485 шлюз по протоколу токовая петля.

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	11	18	1.0

Шлюзы (LoraWAN, RS485 и т.д.) передают данные по MQTT на MQTT Broker. Логика работы реализуется с помощью NodeRED, принимающий данные с MQTT Broker, Tensorflow.

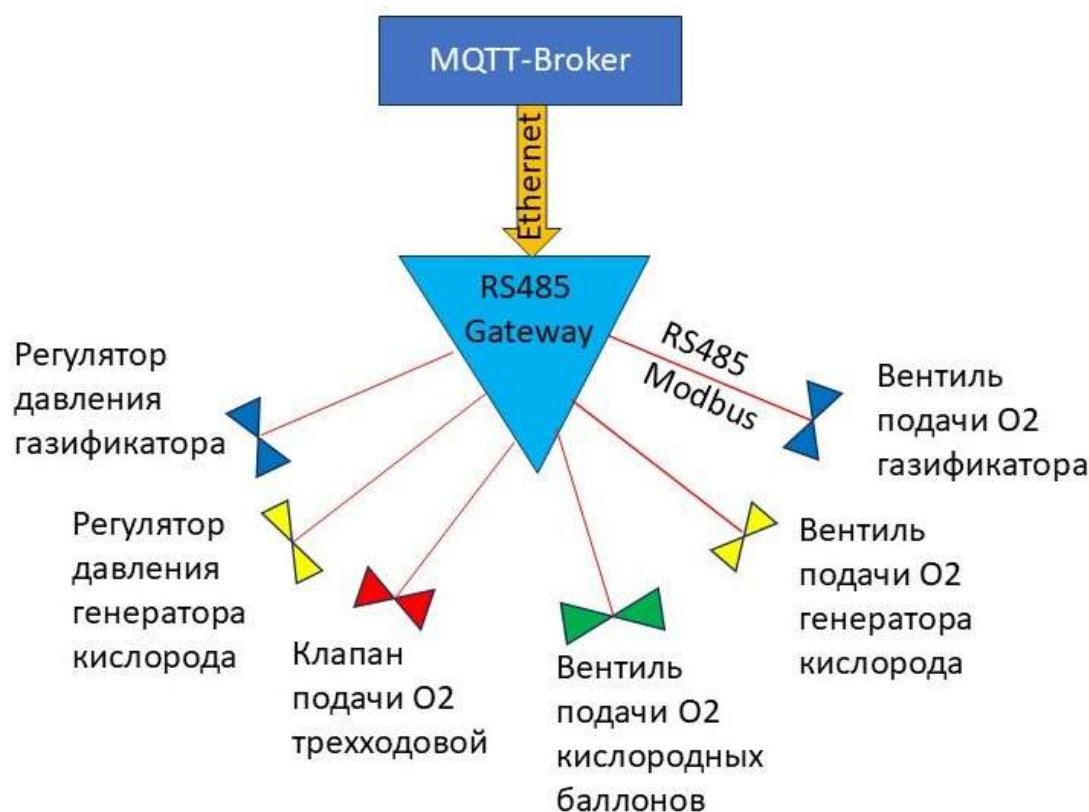
Tensorflow осуществляет обработку потока изображений с камер, а так же анализирует поступающий поток данных из InfluxDB, после чего передает в NodeRED результаты распознавания и прогнозирования.

После обработки входного потока данных, NodeRED осуществляет запись информации в InfluxDB, к которой подключен сервис Grafana. Это позволяет отображать данные наглядно через Web-интерфейс.

Так же, Grafana осуществляет уведомления пользователей о нештатных ситуациях: к ней подключен GSM шлюз и Telegram Bot.

Мониторинг аварийных состояний и доступности компонентов осуществляется с помощью системы Zabbix.

При желании, возможно подключение отдельно рабочего места диспетчера для контроля состояния сети в режиме реального времени.



Помимо уведомлений и мониторинга предлагается функционал автоматического реагирования на нештатные ситуации. Предполагаются следующие сценарии:

1. Регулировка давления.

В случае изменения объема потребления кислорода возможны ситуации при которых текущий уровень давления не достаточен для обеспечения работы оконечного оборудования на удаленных участках кислородной сети. В таких случаях в ручном режиме поднимается давление на основной магистрали. Система автоматического реагирования должна своевременно подстраивать уровень давления таким образом, чтобы давления на различных участках сети находилось в разрешенных для эксплуатации оборудования диапазонах.

2. Переключение источника снабжения.

В случае аварии на одном из источников снабжения, система должна автоматически переключаться на альтернативный источник.

3. Использование нескольких источников снабжения в случае недостаточной мощности.

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	12	18	1.0

4. Переключение исполнительных устройств оператором в ручном режиме

3.4 Описание системы резервного копирования

Отказоустойчивость виртуальной машины осуществляется с помощью создания полной резервной копии рабочей системы раз в месяц, репликации на резервный виртуальный сервер, а также регулярных снапшотов.

Создание резервных копий для виртуальной машины настраивается по расписанию:

1. Полный бэкап – 1 раз в месяц
2. Репликация – 1 раз в неделю
3. Снапшоты – 1 раз в день

Прерывание работы сервиса во время создания бэкапа не допускается.

Для обеспечения непрерывности работы сервиса будет использоваться стратегия резервирования.

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	13	18	1.0

4 ЗАТРАТЫ НА РЕАЛИЗАЦИЮ

Затраты на реализацию:

Описание	Стоимость (Курс: 82руб; Дата формирования цен: 15.06.2025)
Виртуальный сервер (основной + резервный)	100 000 руб
Датчик давления 3шт	3 x 12 960 = 38 880 руб
ESP 32 CAM + UART	20 x 1100 = 22 000 руб
Разработка платы управления исполнительными устройствами на базе stm32	450 000 руб
Изготовление платы управления	7 x 15 000 = 105 000 руб
Электромагнитный клапан Camozzi	5 x 8 900 = 54 000 руб
Электромагнитный клапан Camozzi трехходовой	2 x 18700 = 37 400 руб
Привод регулятора давления моторизированный	8 x 32 0000 = 256 000 руб
Lora Ebyte E22-900M30S	25 x 670 = 13 400 руб
LoraWAN Gateway XM1302	32 610 руб
Сетевой шлюз Modbus MQTT	2 840 руб
WiFi router Huawei AX3 WS7100	6 x 3096 = 18576 руб
Рабочее место диспетчера	1 x 45 000
Монтаж и пусконаладка системы	200 000 руб
Обучение персонала ЛПУ (опционально)	10 000 руб / человек
Обслуживание системы (ежемесячно)	10 000руб
	Разово: 1 676 266 Р
	Ежемесячно: 10 000 Р (В год: 120 000 Р)

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	14	18	1.0

5 РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ

Данная система разворачивается в ЛПУ в г.Киров.

Исходя из чего, ниже описаны две категории работ:

- 1) Разовое разворачивание инстанса в ЛПУ, где описаны работы по установке и настройке системы (подробнее в стадиях работ П5.1)
- 2) Типовое разворачивание проекта

5.1 Стадии работ над проектом: instance – часть. Трудозатраты

Перечисленные ниже работы относятся к разворачиванию инстанса в облаке.

№	Выполняемая работа	Ответственное подразделение	Трудозатраты, человеко-часы
1	Проектно-изыскательская работа		
	1.1. Формирование требований к ресурсам VM	Производственно-технический отдел	16
	1.2. Формирование требований к сетевой инфраструктуре	Отдел эксплуатации	16
	1.3. Выделение ресурсов под размещаемую систему	Планово-экономический отдел	16
2	Инсталляционные работы		
	2.1. Организация удаленного доступа к выделенным вычислительным ресурсам	Производственно-технический отдел	2
	2.3. Установка ОС	Производственно-технический отдел	3
	2.4. Установка Docker-окружения		2
	2.5. Разворачивание компонентов системы (внутри докер-окружения)	Производственно-технический отдел	2
3	Пусконаладочные работы		
	3.1. Организация доступа к системе мониторинга Zabbix.	Производственно-технический отдел	4
	3.2. Настройка генерации Zabbix	Производственно-технический отдел	10
	3.3. Настройка шаблонов мониторинга Zabbix триггеров, узлов связи	Производственно-технический отдел	4

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	15	18	1.0

	3.4. Настойка в ИС карточки объекта	Производственно-технический отдел	4
	3.5. Настройка схемы БД	Производственно-технический отдел	5
	3.6. Первоначальная настройка компонентов системы (загрузка справочников и т.д.)		12
	3.7. Создание учётной записи мастер-администратора		1
	3.8. Реализация интеграционных взаимодействий (по запросу клиента)		12
	3.9. Проверка работы инсталлированной системы		24
	3.10. Настройка правил на FW		6
4	Проведение приемосдаточных испытаний		
	4.1. Проверка доступности (аккаунта, созданного мастер-администратора , функциональности администратора)	Производственно-технический отдел	2
	4.2. Проверка прохождения сценариев тестирования		2
	4.3. Проверка успешности интеграционных взаимодействий		4
5	Завершение работы по построению системы		
	5.1. Подписание акта приёмки услуги (о завершении работы и сдачи системы в эксплуатацию)	Главный врач	1
6	Эксплуатация системы		
	6.1. Обновление ОС	Отдел эксплуатации	24
	6.2. Обновление компонентов системы	Отдел эксплуатации	24
	6.3. Мониторинг работоспособности ОС	Отдел эксплуатации	24
	6.4. Мониторинг работоспособности компонентов системы	Отдел эксплуатации	24
	6.5. Продление лицензии на поддержку RHEL Server	Отдел эксплуатации	4
	6.6. Продление SSL сертификатов для домена	Отдел эксплуатации	4
	6.7. Поддержка платформы виртуализации и системы бэкапирования с процессом бэкапирования VM	Отдел эксплуатации	24
	6.8. Решение проблем с сетевым доступом на FW	Отдел эксплуатации	24
	6.9. Реагирование на события от данного сервера в соответствии с применяемыми use case	Отдел эксплуатации	24
	6.10. Выделение и обновление виртуальных ресурсов	Отдел эксплуатации	24
	6.11. Обработка событий безопасности	Отдел эксплуатации	24

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	16	18	1.0

5.2 Ответственность сторон

Разработчик системы мониторинга обязуется:

1. Выполнить проектные работы в срок, установленный договором (6 мес)
2. Выполнить монтаж и опытную эксплуатацию системы мониторинга в оговоренные сроки (6 мес)
3. В ходе опытной эксплуатации вносить изменения в техническое задание и проектную документацию по мере выявления потребностей заказчика
4. После завершения опытной эксплуатации провести пуско-наладочные работы и передать заказчику полный комплект документации на систему мониторинга
5. В ходе выявления нештатных ситуаций немедленно уведомить заказчика о событиях (в течение 1 рабочего дня)
6. Обучить ответственный медперсонал приемам работы с системой

Заказчик обязуется

1. Предоставить все необходимые данные о работе сети медицинского газоснабжения ЛПУ (схемы, чертежи, поэтажные планы и прочую необходимую информацию)
2. Передавать разработчику регулярные отчеты о ходе эксплуатации системы мониторинга
3. Своевременно оплачивать счета за проектные работы в срок не позднее 7 рабочих дней после выставления счета
4. Подписать акт приема-передачи после завершения пуско-наладочных работ.
5. Произвести полную оплату проекта

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	17	18	1.0

6 МОНИТОРИНГ И SLA

Мониторинг доступности системы производится с помощью сервиса zabbix

Шаблон мониторинга: тестирование доступности сервисов инфраструктуры

Перечень тестов:

Тест	Тип теста	Условие fail	Период проверки
Доступность сервиса NodeRED	Отправка MQTT запроса	Нет ответа от системы	5 мин
Доступность сервиса MQTT	Отправка MQTT запроса	Нет ответа от системы	5 мин
Доступность сервиса Grafana	Доступ по порту	Система не отвечает	5 мин
Доступность сервиса Tensorflow	Доступ по порту	Система не отвечает	5 мин
Доступность сервиса InfluxDB	Доступ по порту	Система не отвечает	5 мин

Шаблон мониторинга: тестирование доступности оборудования

Перечень тестов:

Тест	Тип теста	Условие fail	Период проверки
Тест доступности Сервера	ping	Более 10 потерянных пакетов подряд	5 мин
Тест доступности резервного Сервера	ping	Более 10 потерянных пакетов подряд	5 мин
Тест доступности шлюза Modbus	ping	Более 10 потерянных пакетов подряд	1 мин
Тест доступности шлюза LoraWAN	ping	Более 10 потерянных пакетов подряд	1 мин
Тест доступности Wi-Fi точек доступа	ping	Более 10 потерянных пакетов подряд	1 мин
Тест доступности IP-камер	ping	Более 10 потерянных пакетов подряд	1 мин
Тест датчиков давления	Наличие показаний	Отсутствие показаний с датчиков на протяжении 5 минут	5 мин
Тест датчиков температуры	Наличие показаний	Отсутствие показаний с датчиков на протяжении 5 минут	5 мин
Тест датчиков тока и напряжения	Наличие показаний	Отсутствие показаний с датчиков на протяжении 5 минут	5 мин
Тест запорной арматуры	Открыть/Закрыть	Не изменения показаний датчиков давления в течение 1 мин	24ч
Тест регулирующей арматуры	Изменение параметра на 10%	Не изменения показаний датчиков давления в течение 1 мин	24ч

Название компании / логотип	«Система мониторинга сетей медицинского газоснабжения»		HLD_####
Дата	Страница	Всего страниц	Версия
###	18	18	1.0

Соглашение об уровне обслуживания (SLA)

Доступность системы:

1. Гарантируется доступность системы в 24/7 в 99.8% времени

Время реакции на инциденты:

1. Время перехода на ручное управление в случае отказа не более 5 минут.

Уведомления об инцидентах:

1. На телефоны ответственных сотрудников по каналу связи GSM
2. Бот в Telegram