НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

факультет електроніки

_____
(повна назва інституту/факультету)

кафедра мікроелектроніки

_____
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Борисов О.В.

_____ _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

“___”_____20__ р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

з напряму підготовки 6.050801 Мікро-та наноелектроніка
(код і назва)

на тему: Мікроэлектронна система мониторинга параметрів інкубатора <<HERAEUS>>_____

Виконав: студент 4 курсу, групи ДП-53
(шифр групи)

Біліджи Мустафа

_____ _____
(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Керівник: к.т.н. Осінов С.М.

_____ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з нормоконтролю проф., к.т.н., доц.. Орлов А.Т. _____

Консультант з інформаційних питань доц.. к.т.н., Діденко Ю.В. _____

Рецензент _____ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

АНОТАЦІЯ

Робота зроблена у 51 сторінках, містить 6 розділи, ___ зображень, ___таблиці, та _____ джерел у списку літератури.

Метою цієї дипломній роботи синтез мікроелектронної системи для моніторингу температури по 15-ти незалежним каналам для виконання процедури калібрування інкубаторів . HERAEUS

Розглянуто різні варіанти для формування цієї системи, декілька видів датчиків, велику увагу приділено датчикам з однопровідним інтерфейсом та вимірювачам на їх основі, зроблено експериментальні дослідження системи моніторингу температури. В цій роботі наведено результати експериментів, та зроблені висновки про доцільність використання системи у медичній практиці.

ANNOTATION

Work is done in 51 pages, contains 6 divisions, ___ images, ___table, and _____ sources in the list of literature.
By an aim it to the diploma works synthesis of the microelectronic system for monitoring of temperature for to the 15-ти independent channels for implementation of procedure of calibration of incubators HERAEUS.

Different variants are considered for forming of this system, a few types of sensors, large attention is spared to the sensors with a однопровідним interface and measuring devices on their basis, experimental researches of the system of monitoring of temperature are done. To this work the results of experiments, and drawn conclusion, are driven about expedience of the use of the system in medical

СОДЕРЖАНИЕ.

ВСТУПЛЕНИЕ

Микроэлектроника является одной из наиболее интенсивных и динамичных отраслей современного производства. В медицине микроэлектронные системы занимают весомое место, а с распространением технологии IOT применения систем становится все более популярным. В полной мере это относится к созданию и развитию оборудования для ембриологии, в частности, инкубаторов для содержания и поддержки жизнедеятельнсти эмбрионов. Преимущественное направление для применения инкубаторов- сельское хозяйство и медицина планирования семьи.

В сельском хозяйстве это искусственного выведение молодняка из яиц сельскохозяйственной птицы, в медицине - решение вопросов искусственного оплодотворения яйцеклеток.

Предметом внимания сельскохозяйственных и медицинских предприятий является качество контроля микроклимата в местах хранения биологического, генетического материалов. Микроелектронна система мониторинга микроклимата инкубатора и оперативное оповещение об опасных ситуациях – является составляющей, которая позволяют повысить экономическую эффективность, уменьшить вероятность гибели биологического материала, который хранится, а следовательно и уменьшить финансовые расходы.

В связи с этим актуальной и целесообразной задачей является разработка микроэлектронной системы способной быстро и точно измерять физические параметры среды в инкубаторе, транслировать их на экран компьютера, посылать sms-сообщения на телефон, иначе быть все более интеллектуальной. Для реализации такого подхода необходимо

использование принципов технологии IoT (технология Интернет-вещей), что позволит изменять предельные значения и наблюдать за показателями. Внедрение технологии связано с ростом аппаратных затрат, а цена системы должна быть экономически оправданой. Решение этой задачи однозначно связано с увеличением интеграции системы.

Целью дипломного проекта является синтез микроэлектронной системы для дистанционного контроля микроклимата, в частности, температуры в инкубаторе HERAEUS (страна производитель – США).

РАЗДЕЛ 1. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНКУБАТОРА HERAEUS.

Серия инкубаторов HERAEUS производится в компании Thermo Fisher Scientific, США.

Инкубаторы обладают техническими возможностями: интерактивное сенсорное управление, выбор типа контроля датчиков, функции "авто-старт" и др. Основное назначение инкубатора - работа с клеточными и тканевыми культурами, в том числе при выращивании яйцеклеток и эмбрионов при температуре равной, или отличающейся от температуры тела. Они обеспечивают все необходимые условия для защиты и выращивания биоматериалов.

Ключевые особенности инкубаторов HERAEUS:

- точный и надежный контроль концентрации CO2 в рабочей камере,

-предлагается возможность выбора между стандартным термокондуктометричний или инфракрасным датчиками контроля CO2, с функцией автокалибрования.

Термокондуктометричний датчик будет оптимальным вариантом в условиях постоянной температуры и влажности, в то время как

инфракрасный датчик более практический при частой перемене температуре и влажности, например при частом открывании дверц.

В верхней части рабочей камеры установлен вентилятор, который помогает обеспечивать равномерность температуры (± 0.5 ° C) и концентрации CO2 по всему объему. Пример регистрации параметров представлен на рис.2

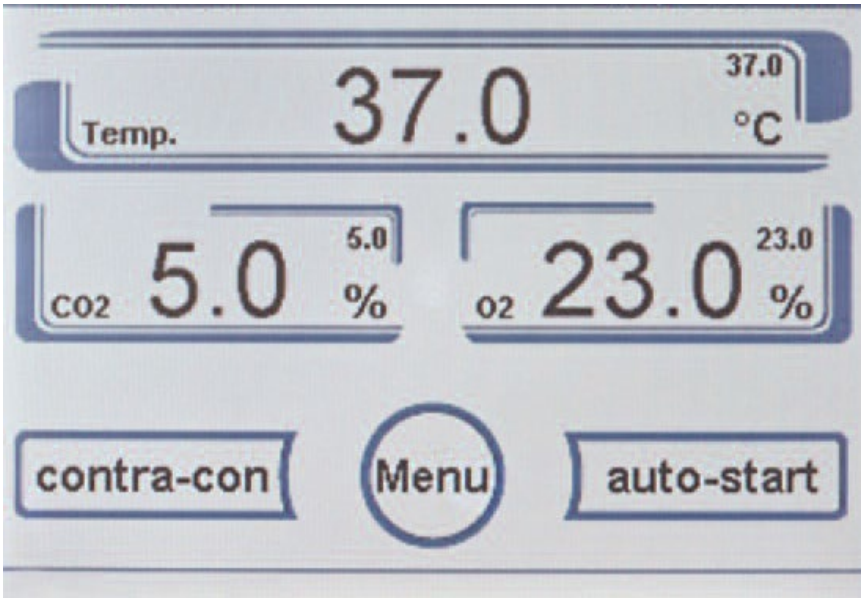


Рис. 1. Экран инкубатора

Все сообщения о работе инкубатора (рабочие и заданные параметры, сигналы об отклонении от заданных условий работы, необходимость пополнения встроенного резервуара для воды и так далее) выводятся на сенсорный экран Сенсорный экран -Thermo Scientific iCAN расположен на лицевой панели дверей в ее верхней части . Имеется меню опций экрана которое позволяет получать дополнительную информацию о состоянии инкубатора.В инкубаторе имеется оригинальная система поддержки влажности обеспечивает быстрое время возобновления этого параметра после открывания дверей. Встроенный резервуар для воды и подогрев нижней части рабочей камеры, который срабатывает только при

открытых дверях, обеспечивают ускоренное время восстановление рабочего состояния. После открывания дверей инкубаторов серии HERAEUS влажность возобновляется в 5 раз быстрее по сравнению со временем возобновления влажности в инкубаторах со стандартным поддоном для воды. Встроенный датчик уровня воды отслеживает необходимость долива резервуара путем отображения сообщений на сенсорном экране.

Функция "авто-старт" проверяет все системы перед работой. Инкубатор имеет встроенный интерфейс RS – 232, что позволяет следить по состоянию инкубатора через компьютер.

1.1 Применение инкубаторов в медицине

Первая и главная процедура это хранение биологического материала для последующих процедур и его развития, а также инкубация клеточной массы.

Инкубация клеточной массы - разновидность фармакотерапии (гемокорекции). Суть метода заключается в обработке культуры клеток крови лекарственными веществами. В ходе обработки проводится модификация клеток и насыщение их лекарственным препаратом (антибиотиком, пентоксифиллином и другим). Обработанные подобным способом клетки можно считать микроконтейнеры, способными доставить лекарства в ячейку патологического процесса.На время инкубации биоматериал помещают в питательную среду с благоприятными показателями температуры, влажности, содержимого углекислого газа, а иногда и оксигена. Все это крайне важно для того, чтобы клетки не чувствовали перегрева и переохлаждения, дефицита питательных веществ, других стрессов, а все биохимические и обменные процессы протекали нормально и естественно.

Подбирается питательная среда в зависимости от типа клеток и дифференцируется по структуре, pH, содержимому глюкозы, сыворотки крови, катализаторов роста. В любом случае процесс инкубации контролируется и регулируется, за биоматериалом ведется постоянное наблюдение.

Для того, чтобы биоматериал "чувствовал" себя хорошо, рос и вызревал, не чувствуя стрессовых влияний перегрева, переохлаждения, гипоксии, используют системы инкубации клеток, миссия которых - создать и длительное время поддерживать особенную среду с наиболее благоприятными условиями для культивируемых образцов.

Функции таких систем не ограничиваются контролем температуры и влажности. Они также регулируют состав воздуха, концентрацию углекислого газа и кислорода, автоматически вентилируют камеру с заданной периодичностью.

Преимущества лучших моделей инкубаторов :

- гибкость, быстрое изменение физических условий в камере при изменении настроек;
- надежность, многостепенная защита от ошибок пользователя и сбоев;
- возможность адаптации к любому биоматериалов - достаточно задать программу, и система самостоятельно будет поддерживать параметры так долго, как это необходимо;
- энергоэффективность.

Чем больше разных функций доступно системе, тем шире область ее приложения и тем эффективнее в эксплуатации. Системы инкубации чаще всего задействуют в оснастке биохимических и клинических лабораторий, научно-исследовательских центров и институтов, фармацевтических компаний.

Процесс выращивания новой клетки связан и с некоторыми рисками. Клетки уязвимы к заражению вирусами, бактериями, дрожжами, потому необходимо соблюдении правил асептики, применения стерильных инструментов, тщательном тестировании всех ингредиентов питательной среды или замене их готовыми очищенными растворами.

Процесс выращивания клеток требует определенных адаптационных процессов . Производители инкубационного оборудования уделяют внимание каждому фактору, который может влиять на клетку, и учитывают все потенциальные угрозы в конструкции предлагаемой аппаратуры. Другая угроза - перенаселение инкубатора "жителями". Если клеток становятся слишком много, им становится не имеют что есть и чем дышать, в питательной среде накапливаются токсичные продукты метаболизма, снижается уровень pH поєтому нужна быстрая замена питательной среды.

1.2 Инкубация в сельском хозяйстве.

Применение инкубаторов в сельском хозяйстве , в частности в ветеренарии, имеет свои особенности

Все промышленные инкубаторы разрабатываются с учетом ветеринарных норм и требований. Которі зависят от того, для яиц какой птицы они предназначены. Инкубаторы бывают куриные, перепелиные, утиные, гусиные. С каждым годом появляются новые разработки в этом направлении, которые помогают достигать максимальной выводимости. Новые разработки в сфере промышленных инкубаторов учитывают так же и энергозатраты, и человеческий фактор. Чем меньше зависит система от человека, тем большая вероятность исключения ошибок. Оптимальная ситуация когда весь процесс инкубации контролируется компьютером.

Промышленные инкубаторы поддерживают необходимую температуру и влажность воздуха, своевременно подают свежий воздух, переворачивают с необходимой частотой лотки с яйцами. У них созданы все условия для получения стопроцентной выводимости яиц. Инкубаторы классифицируют по разным признакам. Например, по способу компоновки и обслуживания выделяют инкубаторы шкафного и комнатного типов, а также разделяются по назначению.В рамках настоящего проекта принципиально то, что вне зависимости от аспектов применения инкубаторов потребность в микроэлектронных системах для мониторинга температуры является одинаково принципиальной.

1.3 Современые функциональные схемы мониторинга параметров

Главными критериями для систем мониторинга параметров остается скорость получения информации ,форма получения информации и стоимость получения информации.Новая парадигма для существовования систем мониторинга связана с режимом работы в Интернет.Информация может быть доставлена практически куда-угодно и когда-угодно. Влияние этого процесса трудно переоценить,число датчиков в мире значительно превышает число населения на планете и естественно что датчики преображаются по своим свойства и речь идет о б интеллектуализации датчиков.Концептуально это новый класс электронных измерительных устройств.

Традиционные датчики несовершенны и меют ряд технических и экономических недостатков.Для эффективной работы датчик необходимо калибровать,его выходные данные должны быть приведены к некоторому предопределенному стандарту.При этом не во всех случаях требуется одинаковая степень точности.

Еще одна проблема датчиков связана с тем,что свойства датчика изменяются со временем т.е. наблюдается явление дрейфа параметров.Это приводит к нежелательным последствиям и это надо учитывать в технических решениях.

Раздел 2. Интерфейс 1-Wire

Однопроводной интерфейс 1--Wire , разработанный в конце 90-х годов фирмой Dallas Semiconductor Corp., регламентирован разработчиками для применения в трех основных сферах-приложениях:

• приборы в специальных корпусах MicroCAN для решения проблем идентификации, переноса или преобразования информации (технология iButton)

• программирование встроенной памяти интегральных компонентов,

• системы автоматизации (технология сетей 1-Wire-сетей).

Если первое применение широко известно на мировом рынке, и уже давно пользуется заслуженной популярностью, а второе с успехом обеспечивает возможность легкой перестройки функций полупроводниковых компонентов с малым количеством внешних выводов, производимых фирмой Da11as Semiconductor Corp., то системы автоматизации на базе 1-Wire-шины еще не получили должного признания. Ранее такая ситуация определялась, крайне ограниченным набором компонентов для организации применений в области автоматизации. Однако, в последнее время появляется все больше сообщений и конкретных примеров использования 1-Wire-интерфейса в самых различных областях, все больше разработчиков проявляют интерес

к этой технологии, что связанно, прежде всего, со значительным расширением номенклатуры однопроводных компонентов.

В качестве среды для передачи информации по однопроводной линии чаще всего возможно использование обычного телефонного кабеля и, следовательно, скорость обмена в этом случае не велика. Однако, если внимательно проанализировать большинство объектов требующих автоматизации, то более чем для 60% из них предельная скорость обслуживания в 15,4 кБит/сек будет более чем удовлетворительной. А другие преимущества 1-Wire, такие как:

• простое и оригинальное решение адресуемости абонентов,
• несложный протокол,
• простая структура линии cnязи,
• малое потребление компонентов,
• легкое изменение конфигурации сети,
• значительная протяженность линий связи,
• исключительная дешевизна всей технологии в целом,

... говорят о необходимости обратить самое пристальное внимание на этот эффективный инструмент для решения задач комплексной автоматизации в самых различных областях деятельности.

Основные принципы. 1-Wire-net представляет собой информационную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну линию данных и один возвратный (или земляной) провод. Таким образом, для реализации среды обмена этой сети могут быть применены доступные кабели, содержащие неэкранированную витую пару той или иной категории, и даже обычный телефонный провод. Такие кабели при их

прокладке не требуют наличия какого-либо cuециального оборудования, а ограничение максимальной длины однопроводной линии регламентировано разработчиками на уровне ЗООм.Основой архитектуры 1-Wire-сетей, является топология общей шины, когда каждое из устройств подключено непосредственно к единой магистрали, без какихлибо каскадных соединений или ветвлений. При этом в качестве базовой используется структура сети с одним ведущим или мастером и многочисленными ведомыми. Хотя существует ряд специфических приемов организации работы однопроводных систем в режиме мультимастера.

Конфигурация любой 1-Wire-сети может произвольно меняться в процессе ее работы, не создавая помех дальнейшей эксплуатации и работоспособности всей системы в целом, если при этих изменениях соблюдаются основные принципы организации однопроводной шины. Эта возможность достигается благодаря присутствию в протоколе 1-Wire-интерфейса специальной команды поиска ведомых устройств (Поиск ПЗУ), которая позволяет быстро определить новых участников информационного обмена. Благодаря наличию в составе любого устройства, снабженного сетевой версией 1Wire-интерфейса, уникального индивидуального адреса (отсутствие совпадения адресов для приборов, когда-либо выпускаемых Dallas Semiconductor Corp., гарантируется самой фирмой-производителем), такая сеть имеет практически неограниченное адресное пространство. При этом, каждый из однопроводных приборов сразу готов к использованию в составе 1-Wire-сети, без каких-либо дополнительных аппаратно-программных модификаций. Однопроводные компоненты являются самотактируемыми полупроводниковыми устройствами, в основе обмена информацией между которыми, лежит управление изменением длительности временных интервалов

импульсных сигналов в однопроводной среде и их измерение. Передача сигналов, для 1-Wire-интерфейса, асинхронная и полудуплексная, а вся информация, циркулирующая в сети, воспринимается абонентами либо как команды, либо как данные. Команды сети генерируются мастером и обеспечивают различные варианты поиска и адресации ведомых устройств, определяют активность на линии даже без непосредственной адресации отдельных компонентов, управляют обменом данными в сети и т.д.

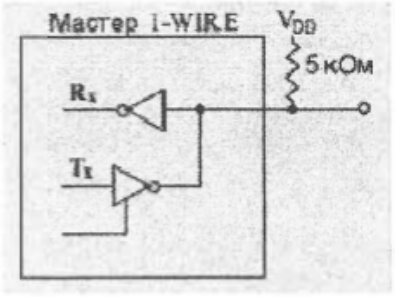


Рис.3 Структура интерфейса 1-wire

Принцип работы. Пока шина свободна, она подтягивается к положительному уровню питания и удерживается в нем. В этот момент все устройства на шине заряжают внутренний конденсатор и получают энергию. Как только мастер хочет обратиться к · какому-либо устройству, он опускает шину в ноль на заданный промежуток времени и возвращает её назад, затем ждет ответа - если на шине присутствует хотя бы один ведомый, он обязан ответить кратковременным опусканием же шины в ноль. Далее примерно таким же образом ведущий передаёт адрес, к кому конкретно он хочет обратится, команду и получает какие-либо данные.

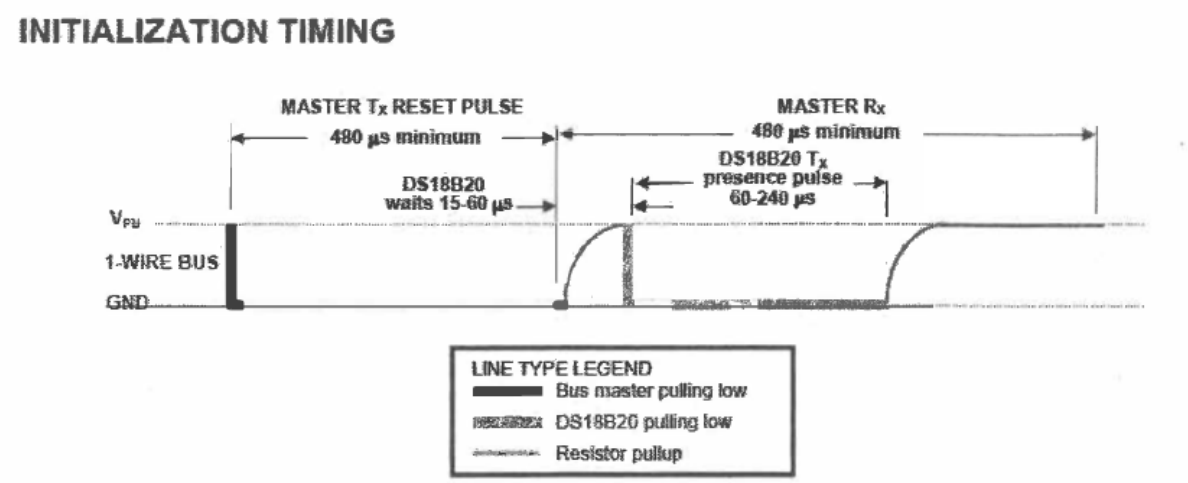


Рис.4. Диаграмма инициализации.

Пояснения к рисунку: Master Tx reset pulse - запись импульса сброса мастера, Master Rx - считывание мастера, presense pulse - импульс отклика, Bus master pulling low - шина мастера, DS 18B20 pu1ling low - DS 18B20 притянутый вниз, Resistor pullip -резистор , waits -задержка.

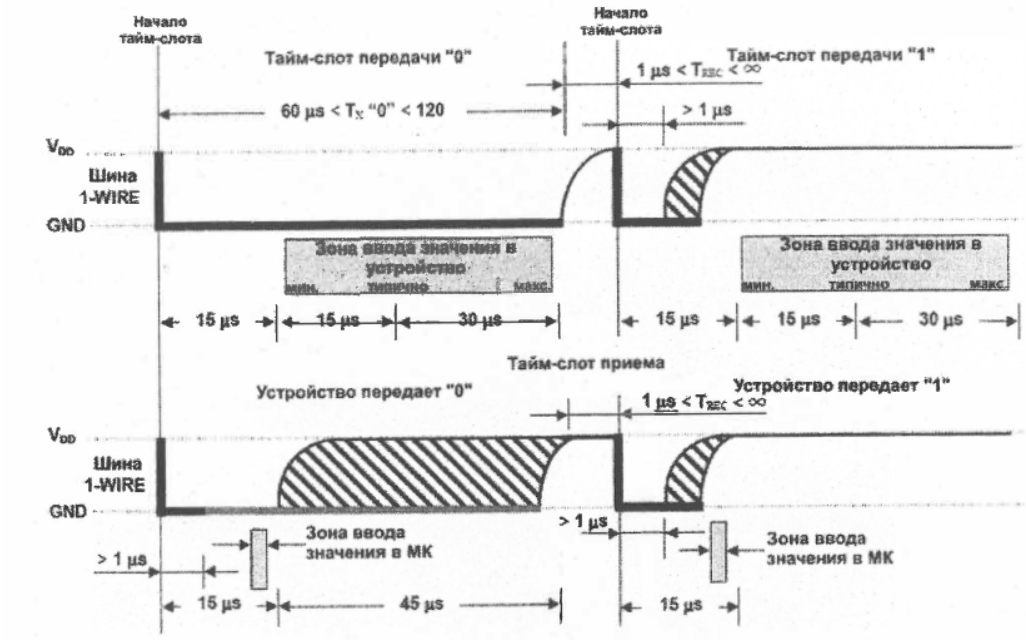


Рис.5. Временные диаграммы приемо-передачи.

РАЗДЕЛ 3. Датчик DS18B20

DS 18B20 цифровой термометр с программируемым разрешением, от 9 до 12-Ьit, которое может сохраняться в EEPROM памяти прибора. DS18B20 обменивается данными по 1-Wire шине и при этом может быть как единственным устройством на линии так и работать в группе. Все процессы на шине управляются центральным микропроцессором .

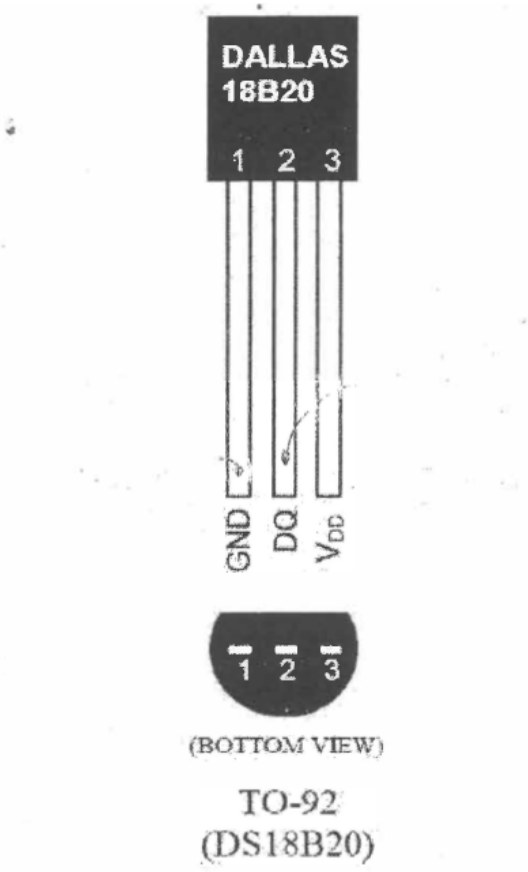


Рис.6.Внешний вид датчика

Перевод к рисунку: bottom view -вид снизу.

Диапазон измерений от -55°C до + 125°C и точностью O.5°C в диапазоне от 10°C до +85°C. В дополнение, DS 18B20 может питаться напряжением линии данныix ("parasite power"), при отсутствии внешнего источника напряжения.

Каждый DS18B20 имеет уникальный 64-битный последовательный код, который позволяет, общаться с множеством датчиков DS18B20 установленных на одной шине. Такой принцип позволяет использовать один микропроцессор, чтобы контролировать множество датчиков DS18B20, распределенных по большому участку. Приложения, которые могут извлечь выгоду из этой особенности, включают системы контроля температуры в зданиях, и оборудовании или машинах, а так же контроль и управление температурными процессами.

64-битовый ROM запоминает уникальный последовательный код прибора. Оперативная память содержит 2-байтовый температурный регистр, который хранит значение температуры по окончанию температурного преобразования. Два однобайтовых регистра температуры контроля температуры (триггерной схемы TH и TL), и к регистру конфигурации. Регистр конфигурации позволяет пользователю устанавливать разрешающую способность цифрового преобразователя температуры к 9, 10, 11, или 12 битам, это и влияет на время конвертирования температуры. TH, TL и регистры конфигурации энергонезависимы (EEPROM), таким образом они сохранят данные, когда прибор - выключен. DS18B20 использует исключительно 1-Wire протокол - при этом формируется соединение, которое осуществляет коммуникацию на шине, используя всего один управляющий сигнал. Шина должна быть подключена к источнику питания через подтягивающий резистор, так как все устройства связаны с шиной, используют соединение через Z- состояния или вход открытого стока. Используя эту шину микропроцессор (устройство управления)

идентифицирует и обращается к датчикам температуры, используя 64-битовый код прибора. Поскольку каждый прибор имеет уникальный код, число приборов, к которым можно обратиться на одной шине, фактически неограниченно. Другая особенность DS18B20 способность работать без внешнего питания. Эта возможность предоставляется через подтягивающий резистор. Высокий сигнал шины заряжает внутренний конденсатор (CPP), который питает прибор, когда на
шине низкий уровень. Этот метод носит название «Паразитное питание». При этом максимальная измеряемая температура составляет + 100 °C. Для расширения диапазона температур до + 125 °C необходимо использовать внешнее питание.

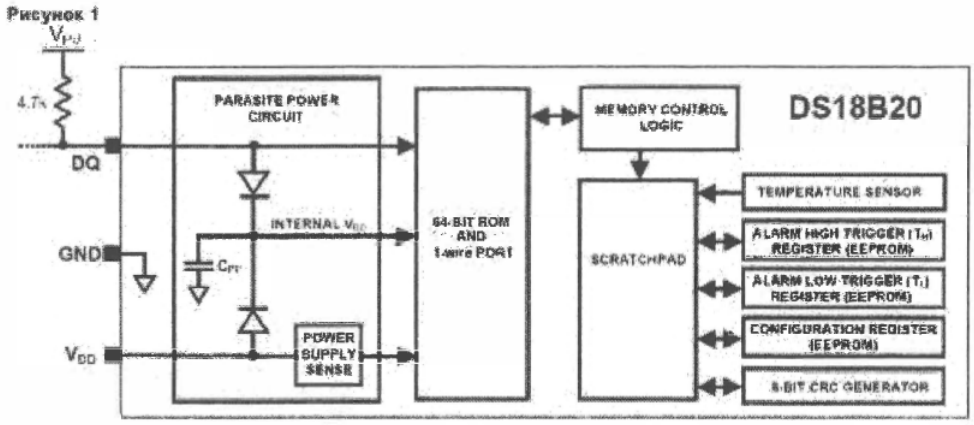


Рис.6.Внутренная структура датчика

Перевод к рисунку: Parasite power circuit - цепь паразитного питания, power supply sense - плюс питания, memory control logic - управление памятью, scratchpad - регистр записи, temperature sensor - температурный сенсор, alarm high trigger register -старший байт регистра тревоги, alarm low trigger register младший байт регистра тревоги, configuration register - регистр конфигурации, crc generator -генератор crc (контрольной суммы).

Точность измерения в диапазоне от -10 до 85 градусов Цельсия составляет ±0.5 градуса, что вполне достаточно для использования в

системах термоконтроля складских помещений, но можно провести индивидуальную калибровку датчиков и получить точность в ±0.1 градуса Цельсия. Пояснение к рисунку: ось х-температура от О до 80, ось у -погрешность в градусах Цельсия.

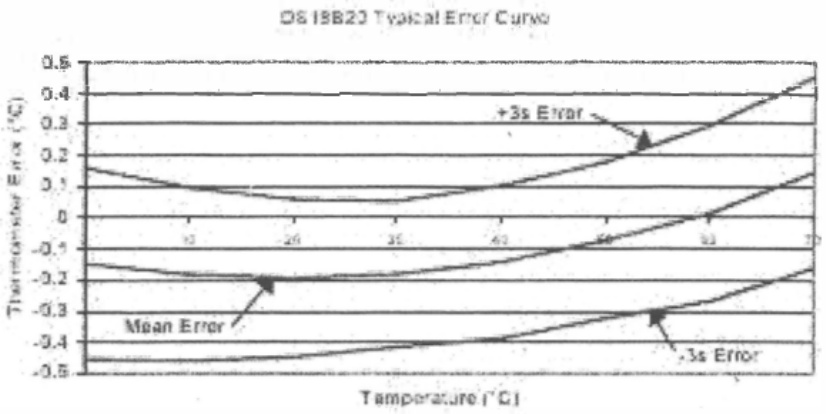


Рис.7. График погрешности датчика

РАЗДЕЛ.4 Результат эксперименного измерения температуры

Датчики в группе 1

1	17,2°C	9	16,9°C
2	17,1°C	10	17,3°C
3	17,2°C	11	17,1°C
4	16,9°C	12	16,9°C
5	16,9°C	13	17,0°C
6	17,2°C	14	17,1°C
7	17,2°C	15	16,9°C
8	17,1°C		

26,94 °C		
2	5	9
26,5	26,4	26,2

Датчики в группе 2

1	18,2°C	9	18,1°C
2	18,2°C	10	18,0°C
3	18,2°C	11	18,4°C
4	18,2°C	12	18,1°C
5	18,2°C	13	17,9°C
6	18,2°C	14	18,0°C
7	18,2°C	15	18,2°C
8	18,2°C		

Датчики в группе 3

1	16,4 °C	9	16,8°C
2	17,0 °C	10	17,2°C
3	16,5°C	11	16,9°C
4	16,8°C	12	16,7°C
5	16,8°C	13	16,7°C
6	16,9°C	14	17,0°C
7	16,9°C	15	16,9°C
8	16,9°C		

Рис 1. Температурная измерение образуового термометра.

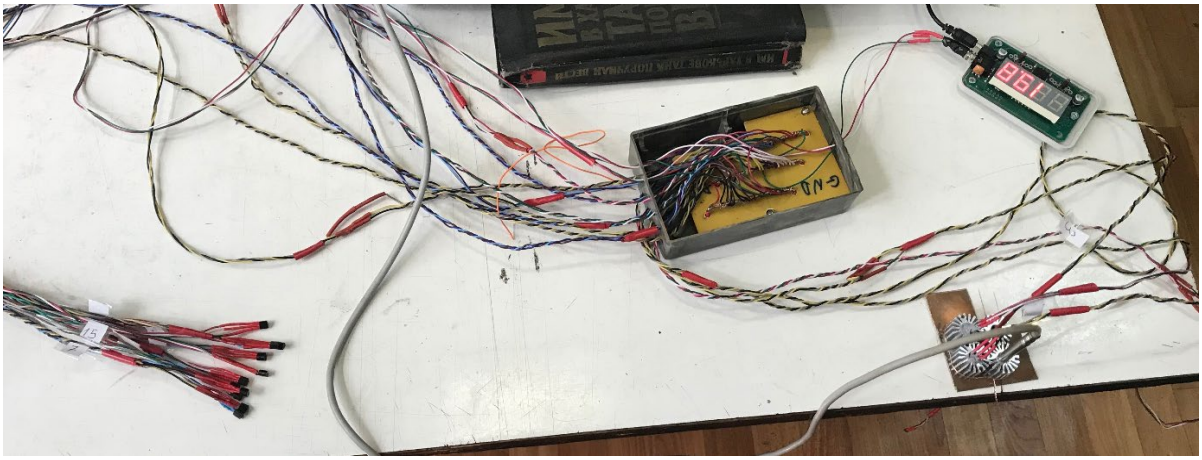


Рис 2. Общая смеха измереный в сборе

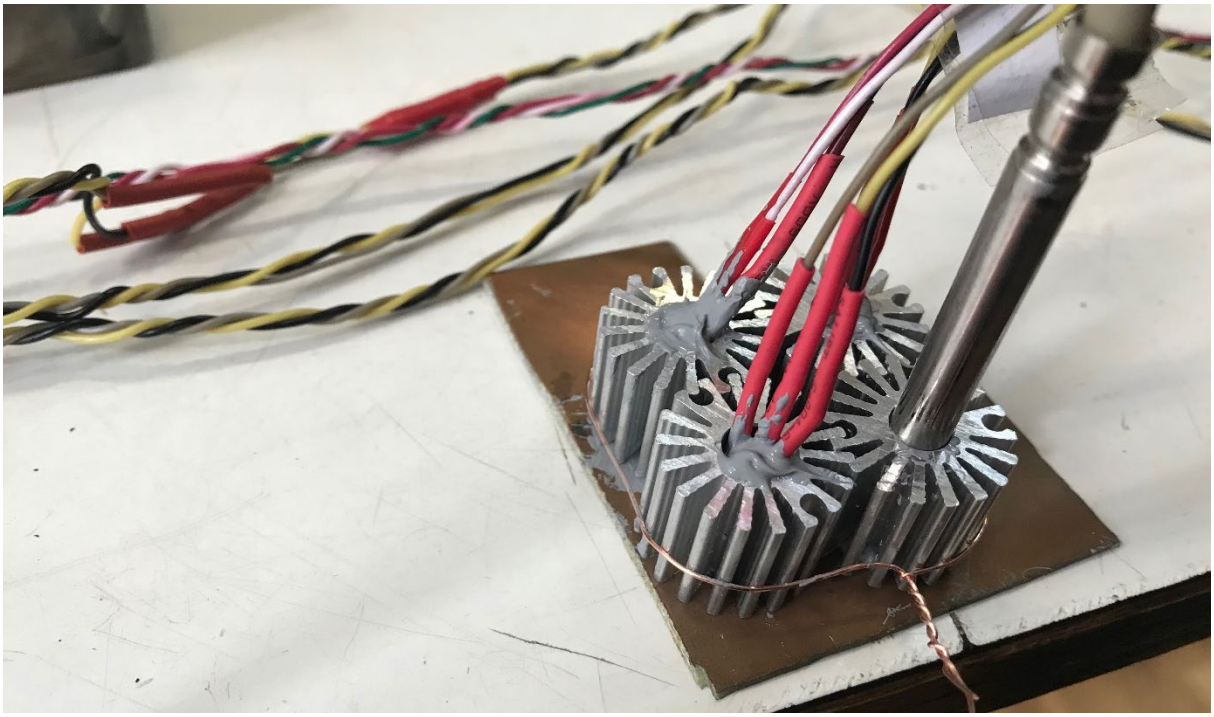


Рис 3. Схема размещения датчиков в радиотарах.

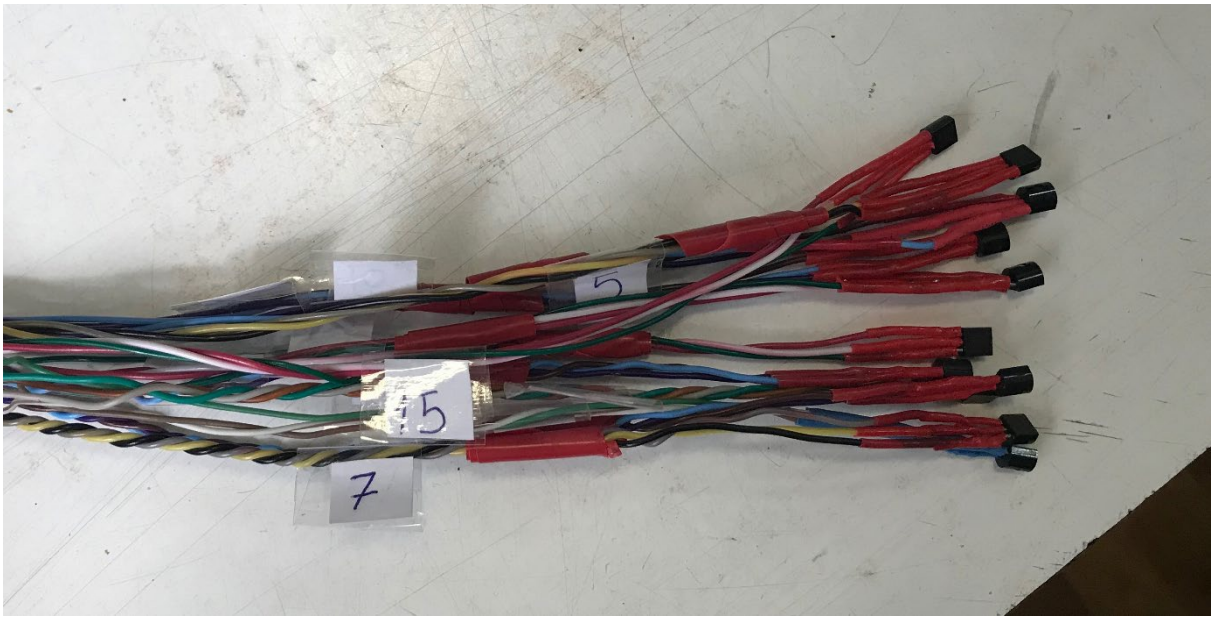


Рис 4. Датчики в сборе.

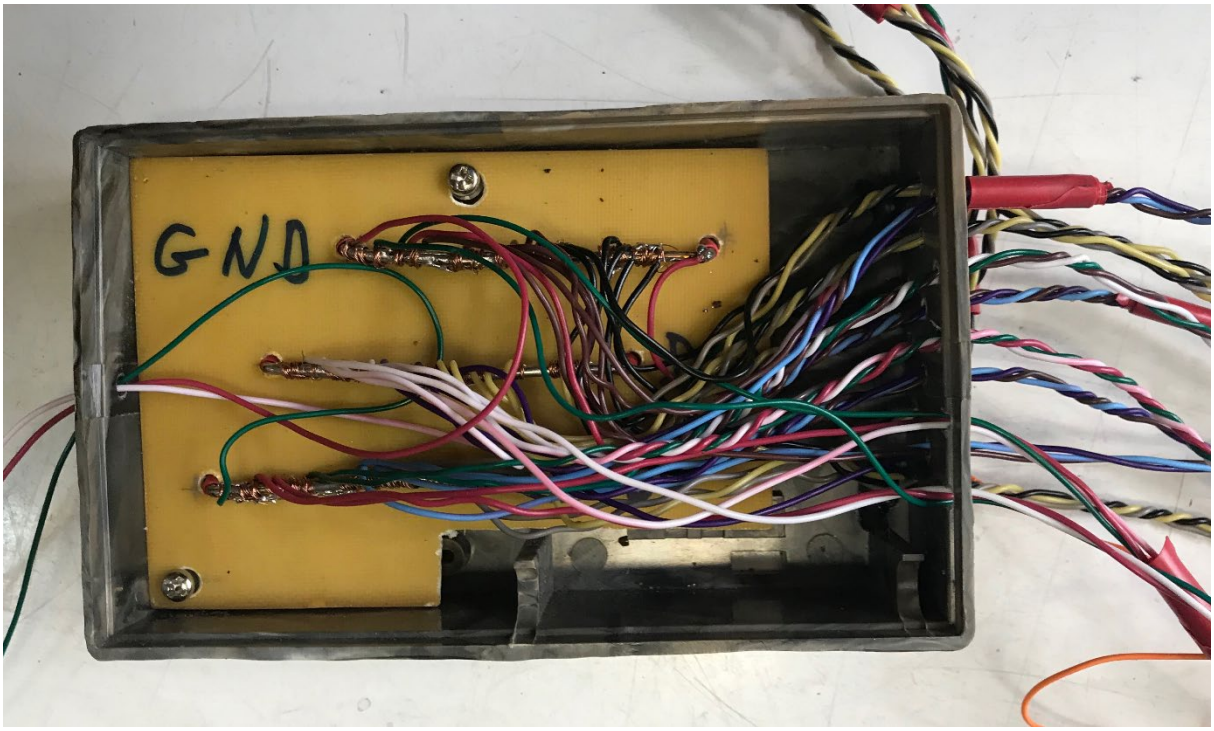


Рис 5. Клеммная коробка.

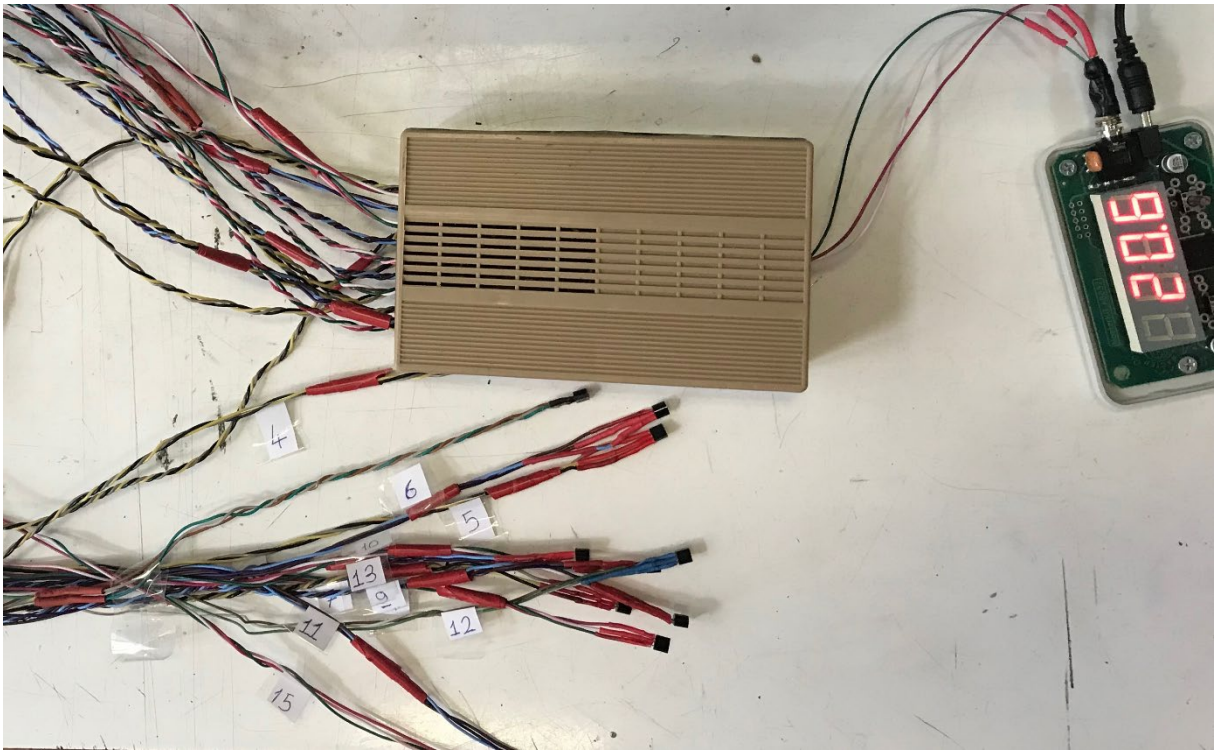
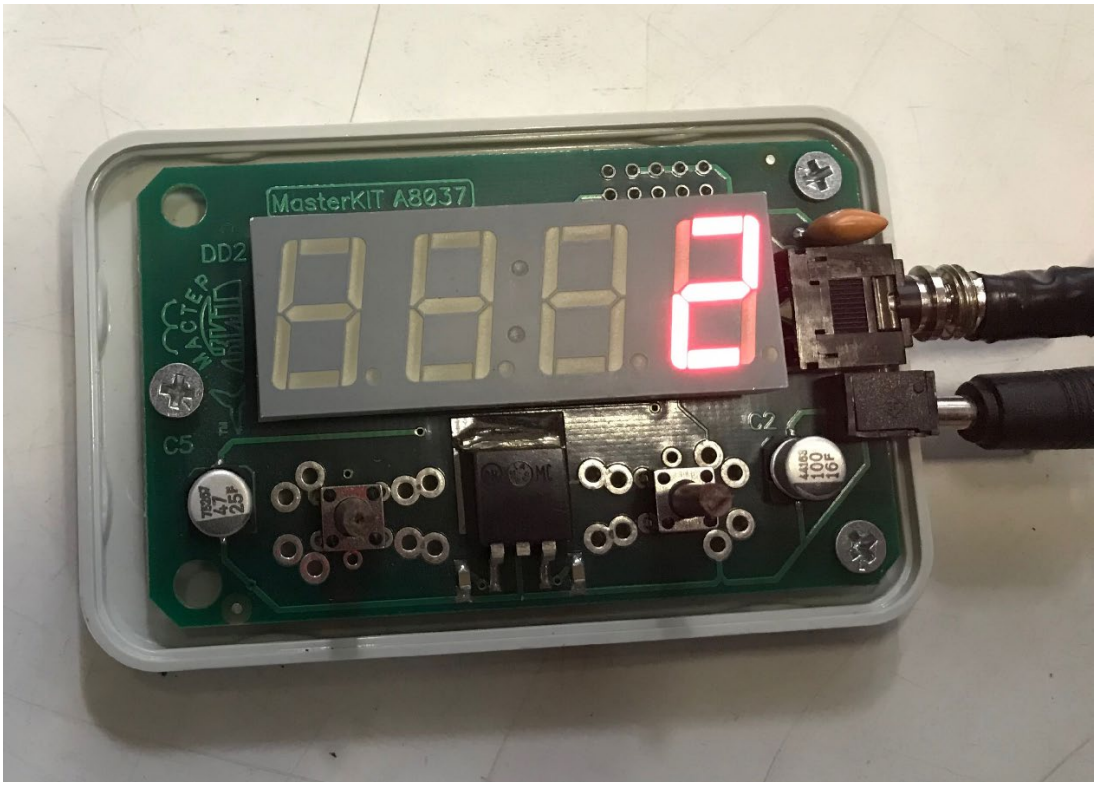


Рис 6. Общий вид схемы измереный с клеммной коробкой.



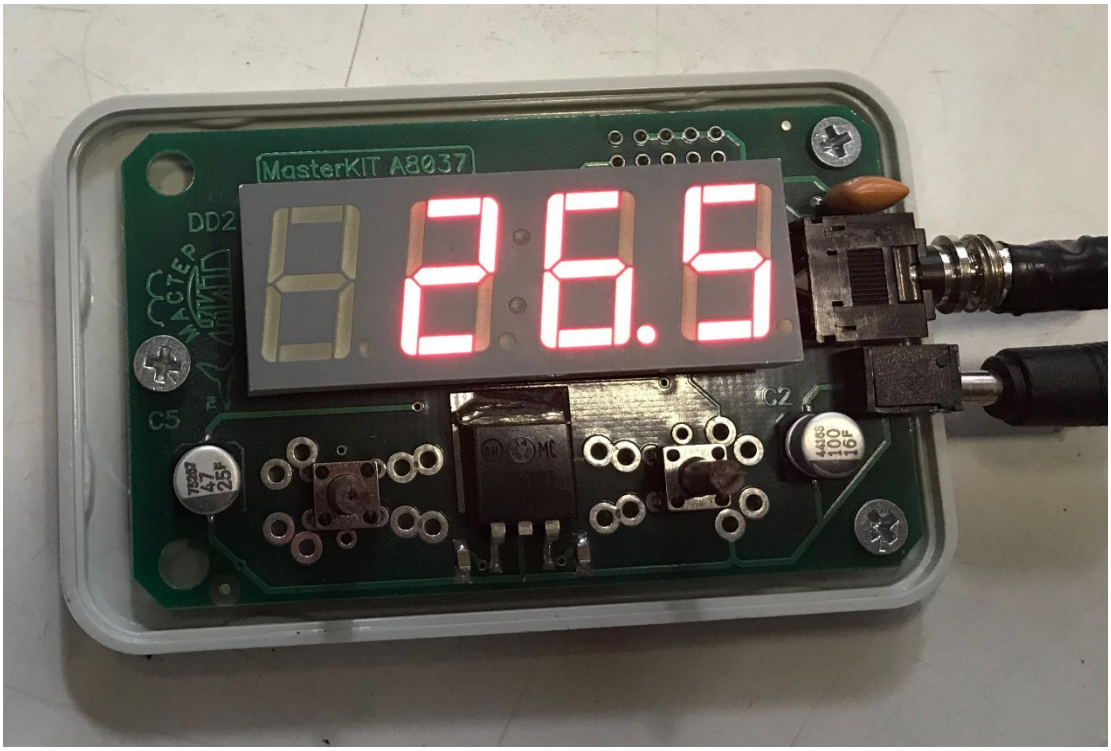
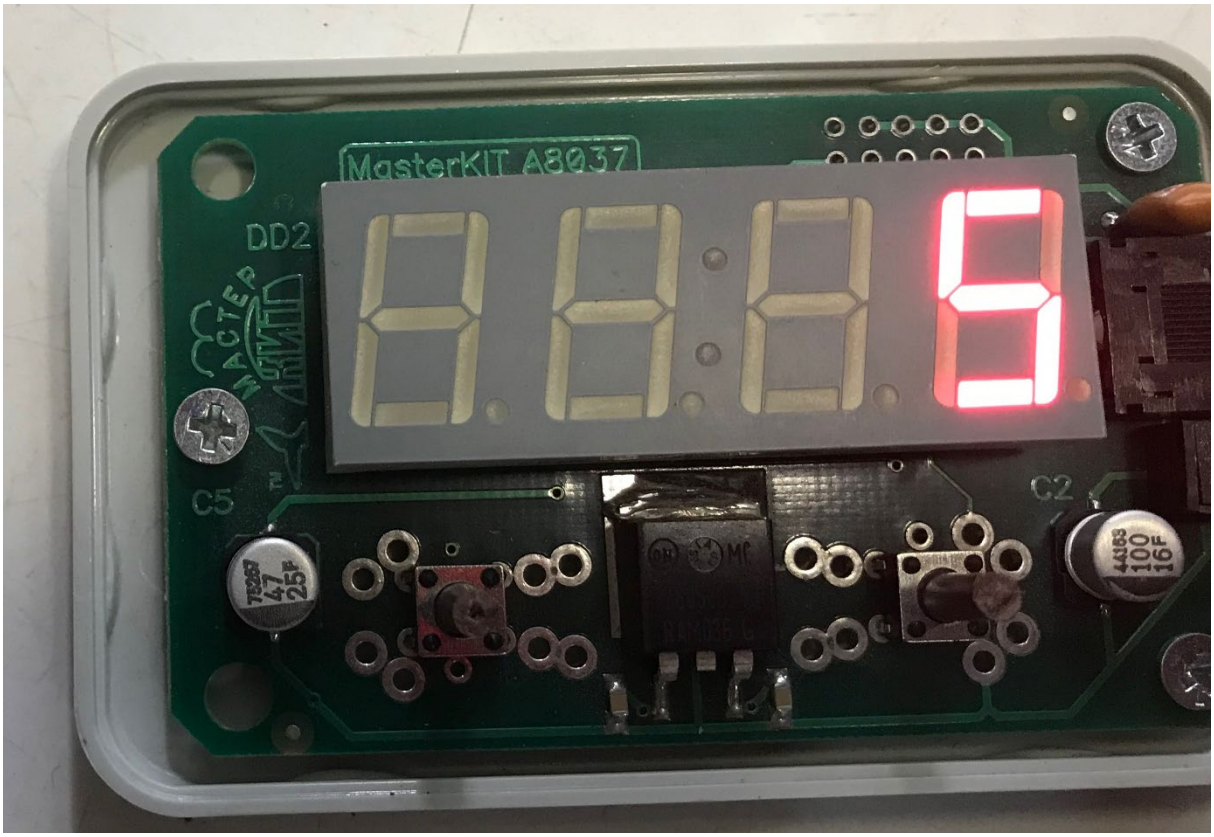


Рис 7. Температурное значение по каналу измерения N-2.



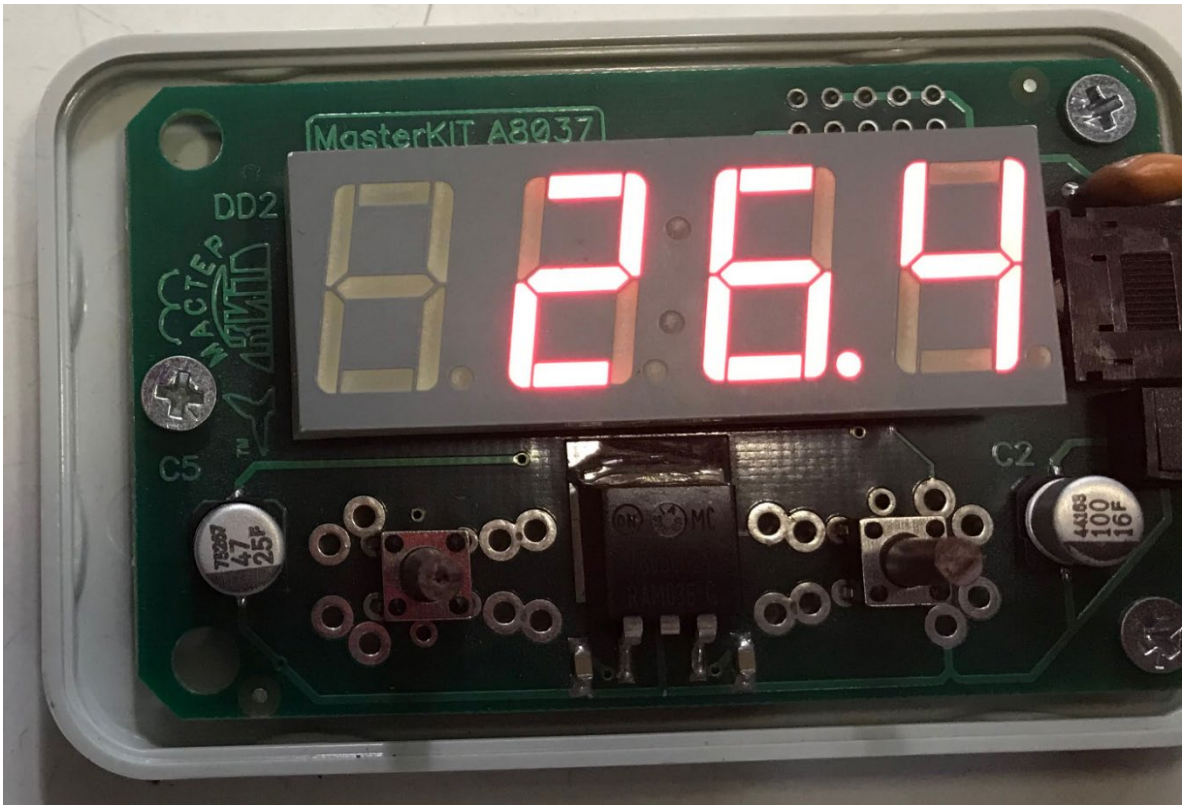
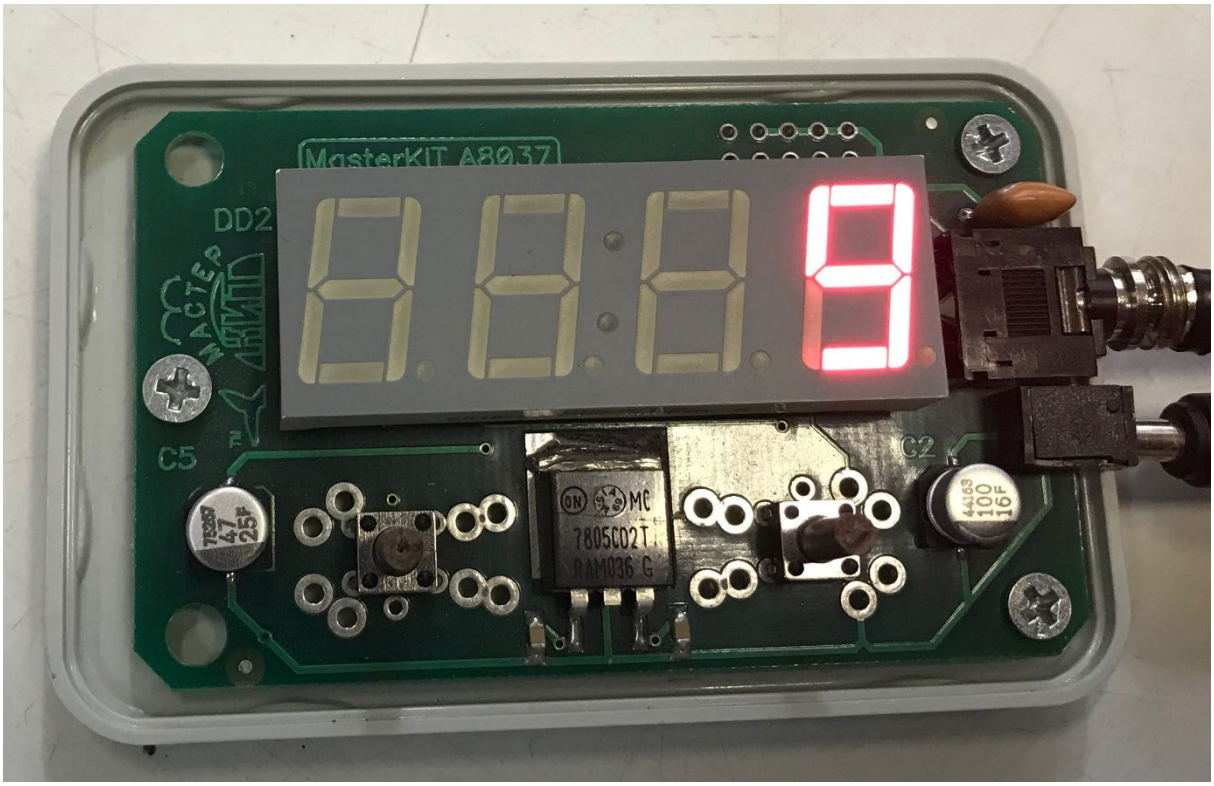


Рис 8. Температурное значение по каналу измерения N-5.



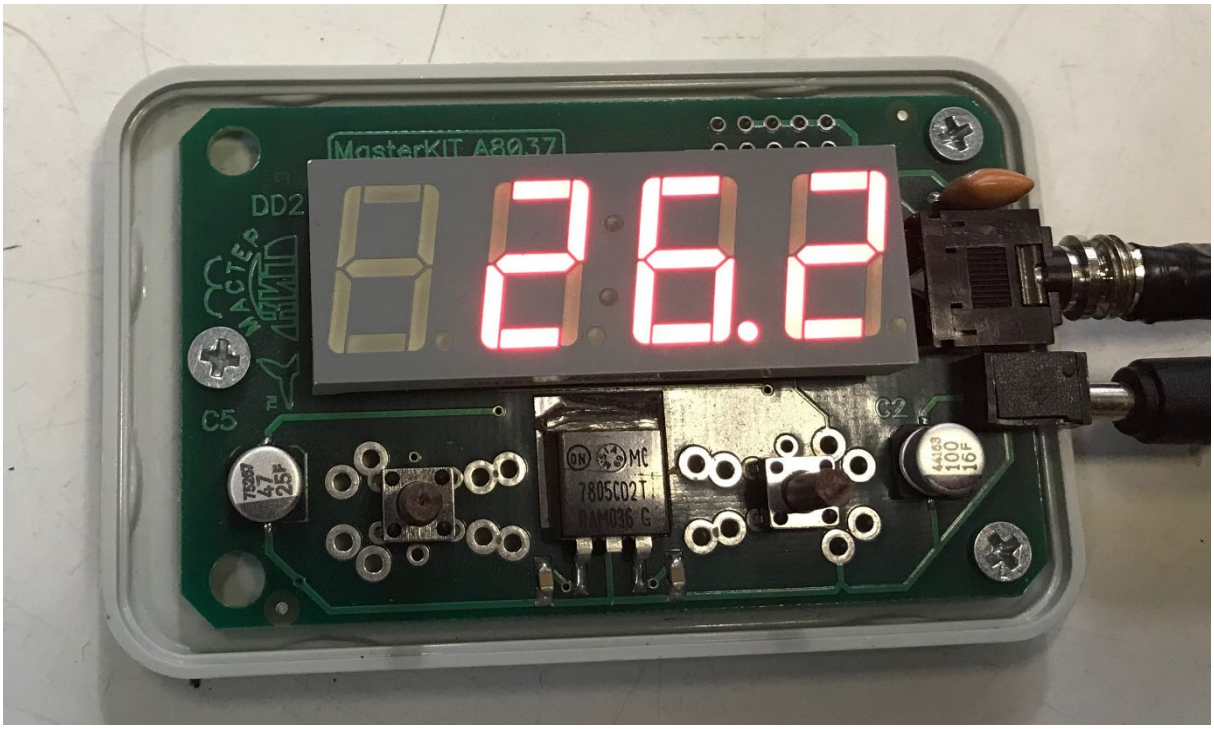


Рис 9. Температурное значение по каналу измерения N-9.

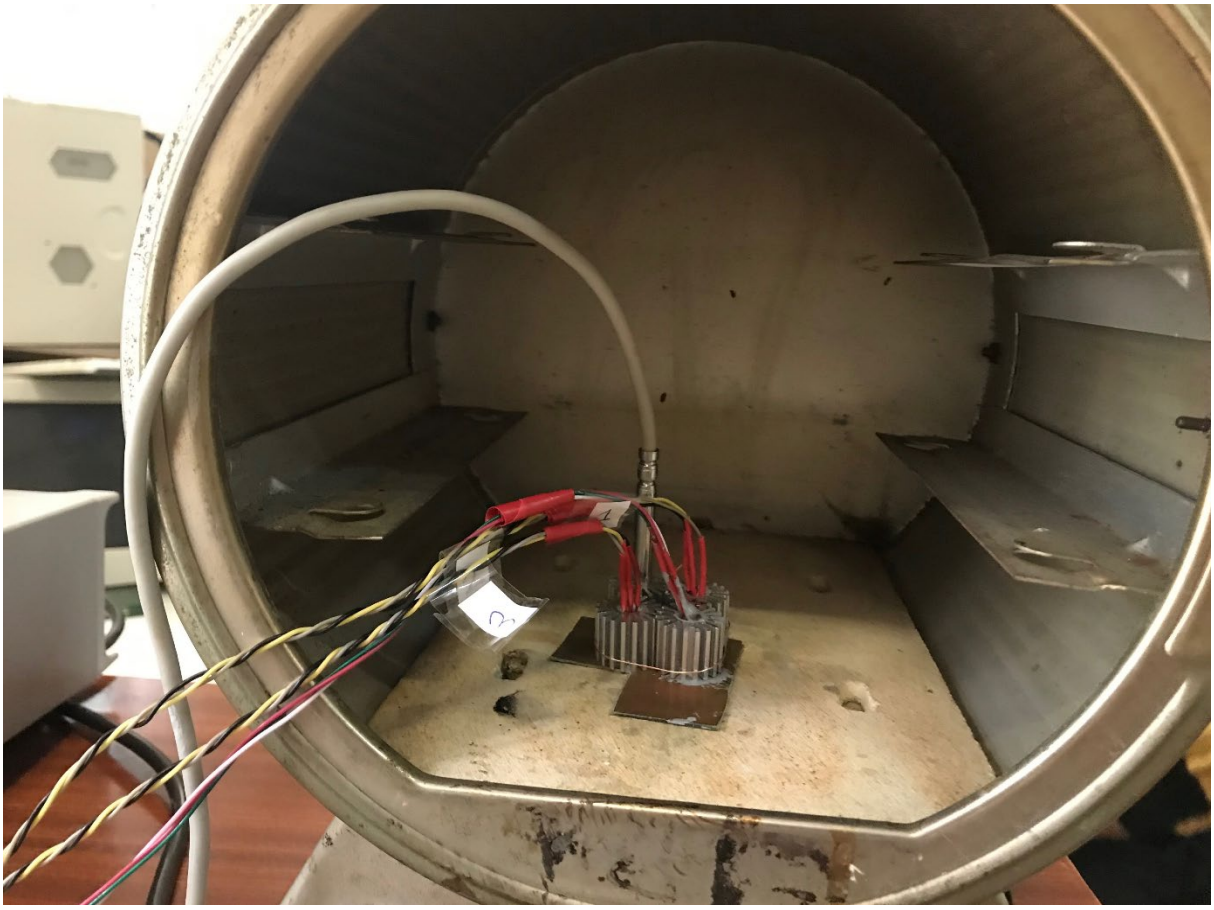


Рис 10. Схема размещения датчиков в термошкафу.

Устройство должно эксплуатироваться только в местах, которые соответствуют определенным условиям окружающей среды, перечисленным ниже:

• Без сквозняков и в сухом месте.

• Минимальное расстояние до соседних поверхностей должно соблюдаться со всех сторон

• Операционная должна быть оборудована соответствующей вентиляцией помещения.

• Твердая, ровная, огнеупорная поверхность.

• Виброустойчивая основа (напольная подставка, лабораторный стол), способная выдержать вес устройства и принадлежностей (особенно, если несколько устройств уложены друг на друга).
• Электрическая система устройства рассчитана на рабочую высоту до 2000 м над уровнем моря.
• Чтобы обеспечить постоянную температуру инкубации 37 ° C, температура окружающей среды должна находиться в диапазоне от +18 ° C до +33 ° C.
• Относительная влажность до 80% (макс.).
• Нет прямого воздействия солнечного света.
• Устройства, выделяющие чрезмерное тепло, не должны размещаться вблизи места расположения HERAcell® 150i / 240i.

Вентиляция помещения:

При подаче CO2 / O2 / N2 рабочее пространство инкубатора находится под небольшим давлением. Давление сбрасывается через отверстие для компенсации давления в операционную. Компенсация давления и любое открытие стеклянной двери / газонепроницаемого экрана во время работы устройства приведет к выделению очень небольших количеств CO2 / O2 / N2 в операционную; вентиляция помещения должна быть способна безопасно отводить выпущенный газ в открытую. Кроме того, теплоотвод от устройства во время непрерывной работы может вызвать изменение климата в помещении.

• Поэтому HERAcell® 150i / 240i должен устанавливаться только в помещениях с достаточной вентиляцией.
• Не устанавливайте устройство в выемках помещения без вентиляции.

• Вентиляция в помещении должна быть технической вентиляцией, которая соответствует требованиям BGR 120 (Руководство для работников, Германия) или какой-либо другой подходящей системы вентиляции с соответствующей мощностью.

Описание инкубатора

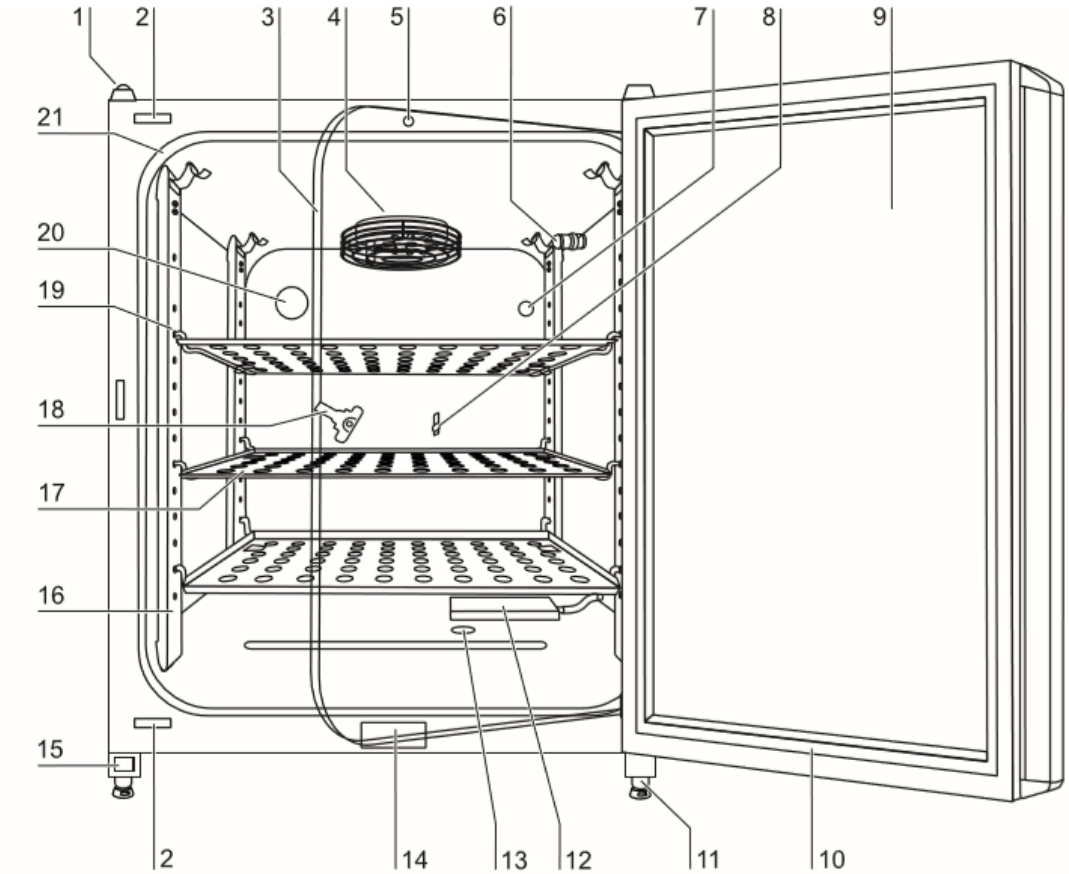
HERAcell® 150i, вид спереди

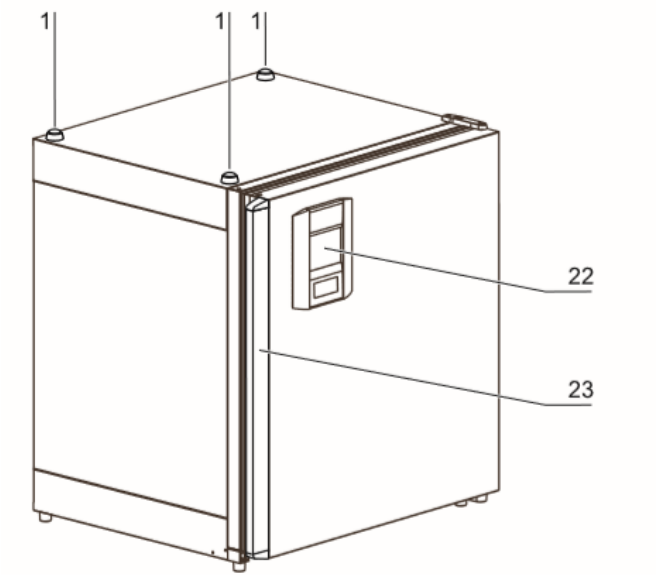
[1]элементы штабелирования
[2] заглушки
[3] стеклянная дверь
[4] измерительная ячейка с колесом вентилятора и датчиками
[5] дверной выключатель
[6] датчик кислорода (опция)
[7] отверстие для компенсации давления со вставкой
[8] измерение открывание
[9] Наружная дверь
[10] Наружное уплотнение двери, сменное
[11] Подставка, регулируемая по высоте
[12] Увлажнение газа (опция)
[13] Датчик уровня воды
[14] Фирменная табличка
[15] Выключатель питания
[16] Опорная рейка
[17] Полка
[18] Защелка, стеклянная дверь
[19] Крюк для крепления полки
[20] Порт доступа с заглушкой

[21] Уплотнение стеклянной двери, сменное

[22] Сенсорный экран iCan ™ (панель управления)

[23] Ручка двери





вид спереди

Атмосфера рабочего пространства

В рабочем пространстве инкубатора моделируются особые физиологические условия окружающей среды для приготовления и культивирования культур клеток и тканей. Атмосфера рабочего пространства определяется следующими факторами:

• Температура

• Относительная влажность

• Концентрация CO 2

• Концентрация O 2 (опция)

Температура:

Для обеспечения бесперебойной работы температура в операционной должна составлять не менее 18 ° C, а температура инкубации должна

превышать эту температуру как минимум на 3 ° C. Система отопления контролирует температуру инкубации от этого температурного порога до 55 ° C. Принцип нагрева воздушной рубашки и дополнительного раздельного обогрева наружной двери и стеклянной двери / газонепроницаемого экрана сводит к минимуму риск образования конденсата на боковых стенках, на потолке рабочего пространства и на стеклянной двери / газе. экран.

Относительная влажность:

Обогрев рабочего пространства способствует конденсации воды, тем самым обеспечивая постоянную влажность внутри рабочего пространства. Для выполнения работ всегда храните достаточное количество обработанной воды следующего качества:

• HERAcell ® 240i: количество 4,5 л, •
• HERAcell ® 150i: количество 3,0 л,

Рекомендация по качеству воды:

Для бесперебойной работы оборудования наполните резервуар для воды стерилизованной дистиллированной водой или аналогичной. Допустимая проводимость должна быть в диапазоне от 1 до 20 мкСм (удельное сопротивление в диапазоне от 50 кОм до 1 МОм).

Сенсорная система

Колесо вентилятора и два модуля датчиков встроены в опорную плиту [1] измерительной ячейки:

• Датчик [2] для определения температуры рабочего пространства и тепловой защиты,
• Датчик CO 2 [3] для определения содержания CO2 в атмосфере рабочего пространства.

Датчик O2 (опция) [4] для сбора содержания O2 в атмосфере рабочего пространства устанавливается в различных местах рядом с измерительной ячейкой:

• HERAcell ® 150i в боковой стенке в верхней части [5],
• HERAcell ® 240i в потолке рабочего пространства [4].

Датчик для измерения температуры рабочего пространства, а также датчик CO2 и датчик O2 являются неотъемлемой частью системы управления устройства. Их измеренные значения сравниваются с выбранными установленными значениями. На основании этих данных система управления контролирует нагрев и подачу CO2 / O2 / N2. Вентилятор перемешивает подаваемые газы и обеспечивает равномерное распределение температуры в рабочем пространстве.

Тепловая защита была запрограммирована на заводе и не может быть изменена. Защищает хранящиеся культуры от перегрева. Если заданная температура превышена более чем на 1 ° C, срабатывает термозащита, и температура рабочего пространства автоматически снижается до выбранного заданного значения, так что процесс инкубации может

продолжаться даже в случае сбоя. Любое срабатывание тепловой защиты одновременно вызывает визуальную тревогу.

Если тепловая защита включена:

• выдается сообщение об ошибке;
• срабатывает аварийное реле.

Если сообщение об ошибке принято, на дисплее отображается значок «Перегрев», чтобы указать реакцию тепловой защиты, а дисплей температуры выделен красным цветом.

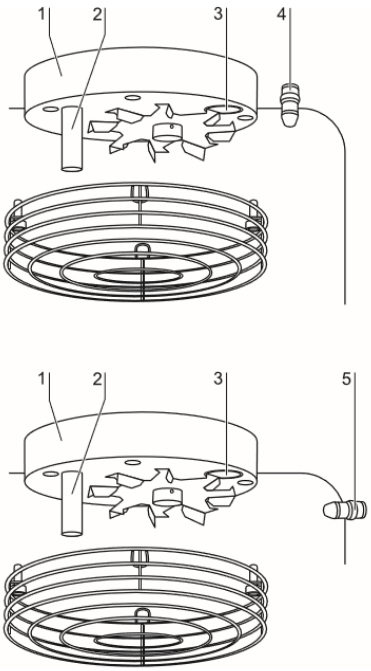


Рис: Датчики температуры, CO2 и O2

Интерфейс поставки:

Все подключения питания установлены на интерфейсе питания (блок управления [1]) на задней панели устройства.

Интерфейс RS 232:

через интерфейс RS 232 [5] инкубатор может быть подключен к последовательному интерфейсу ПК. Это соединение позволяет с помощью компьютера получать и документировать основные рабочие параметры (температура, концентрация CO2 / O2 / N2, коды ошибок и т. Д.).

Интерфейс USB (опционально):

В качестве альтернативы интерфейсу RS 232 [5], инкубатор может быть подключен к ПК через дополнительный интерфейс USB [6]. Это соединение - совместимое с полной скоростью USB 1.1 / USB 2.0 - позволяет получать данные и документировать основные рабочие параметры (температура, концентрация CO2 / O2 / N2, коды ошибок и т. Д.).

Система обогрева:

Нагревание воздушной рубашки используется для обогрева рабочего пространства. Расположение нагревательных элементов обеспечивает предотвращение образования конденсата над резервуаром для воды, насколько это возможно. Наружная дверь устройства также отапливается. Тепло, излучаемое на внутреннюю стеклянную дверь / газонепроницаемый экран, предотвращает образование конденсата. Рабочее пространство устройства всегда остается видимым, несмотря на высокую влажность.

РАЗДЕЛ 5.техническое обслуживание

Подготовка калибровки температуры:

Определить точное измеренное значение прибора встроенный датчик температуры, измерение сравнения температуры должно выполняться каждые три месяца.

Если во время этой проверки обнаружено значительное отклонение температуры, требуется калибровка температуры. Во время этого процесса контроль температуры. Устройство настроено на значение, измеренное при измерении сравнения температуры. Используйте калиброванный измерительный прибор с точность <± 0,1 ° C для этого теста. Минимизировать временные колебания температуры во время измерение, измерительный прибор размещен в рабочее пространство в изотермическом контейнере (например,чаша, наполненная глицерином). Центр рабочего пространства эталонное местоположение для сравнения измерение.

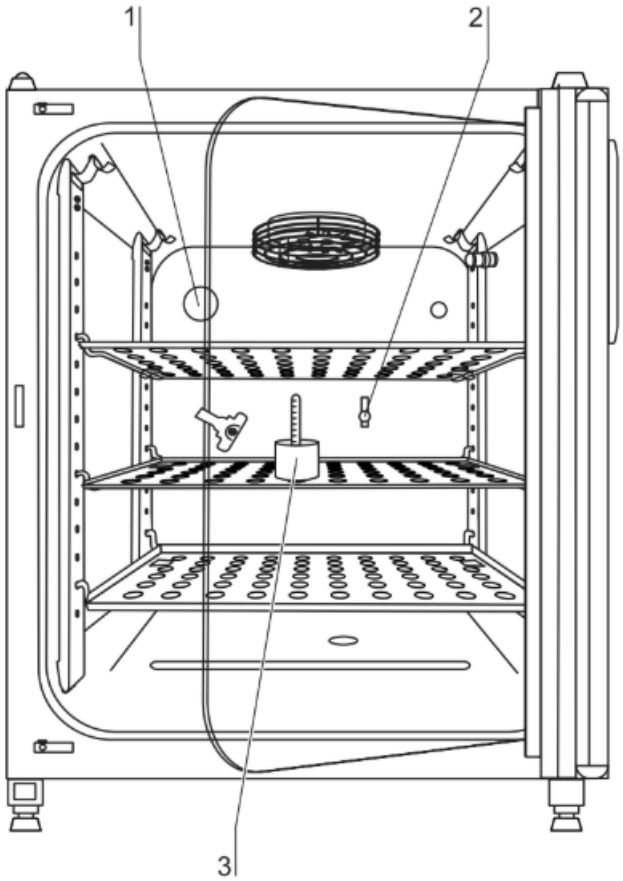


Рис: Подготовка калибровки температуры

Сравнительная процедура измерения:

1. Включите устройство с помощью выключателя питания.
2. Установите заданное значение температуры и позвольте устройство для нагрева. Это может занять до нескольких часов.
3. Поместите измерительный прибор [3] на центральная область рабочего пространства. Альтернативно, датчик температуры может быть расположен в этом месте. Проложите соединительный кабель через измерительное отверстие [2] в стеклянной дверце или через отверстие для доступа [1] на задней панели устройства.
4. Закройте двери.

5. Подождите, пока значение температуры, отображаемое на измерительном приборе, не стабилизируется.

6. Откалибруйте регулятор температуры, как описано в (см. Главу 10.4,)

5.1 Процедура калибровки температуры

Пример измерения:

• Заданное значение температуры: 37 ° C

Опорная температура: 36,4 ° C

1. Нажмите **ДИСПЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ** [1].

> Отображается меню температуры.

2. Чтобы выйти из меню температуры:

> Нажмите клавишу **END** [2].

3. Чтобы войти в подменю калибровки:

> Нажмите клавишу **КАЛИБРОВКИ** [2].

4. Введите измеренное значение (целевое значение):

Значение таргетинга можно увеличивать или уменьшать с шагом; если вы удерживаете нажатой кнопку + [4] или кнопку - [6], функция переключается на быстрое увеличение / уменьшение; после прибл. 3 секунды, происходит другое увеличение / уменьшение.

Чтобы увеличить значение таргетинга: > Нажмите кнопку + [6].

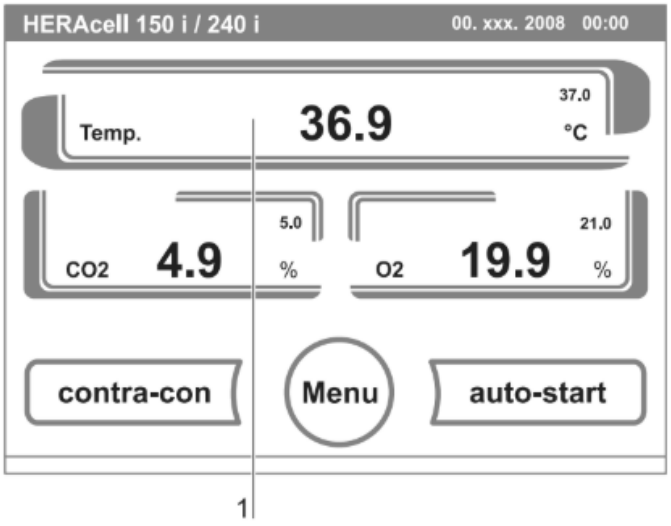
Чтобы уменьшить заданное значение:

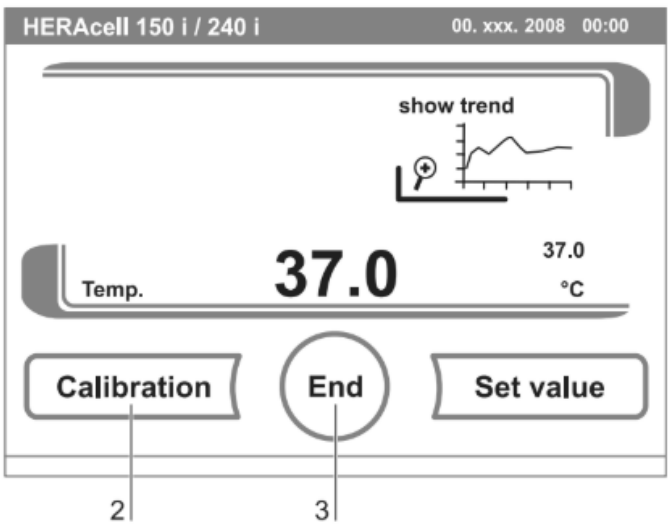
> Нажмите клавишу - [4].

5. Чтобы принять и сохранить значение таргетинга:

> Нажмите клавишу **ВВОДА** [5].

> Система вернется в главное меню. Дисплей температуры показывает текущее фактическое значение, измеренное в рабочем пространстве.





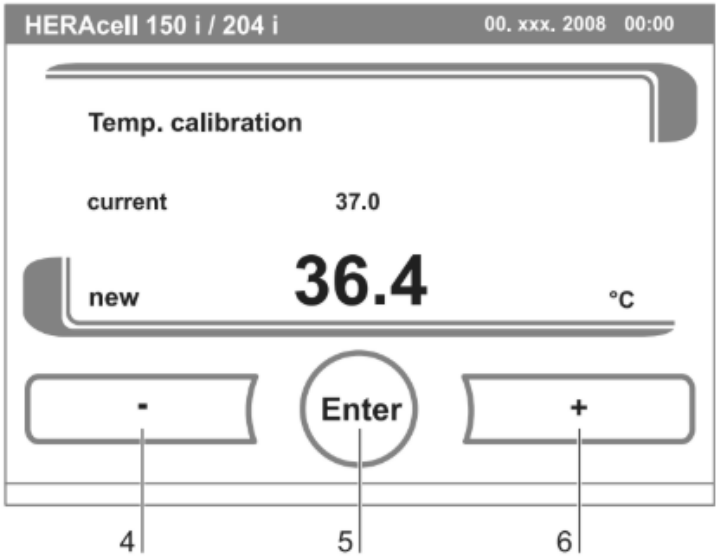


Рис: Процедура калибровки температуры

5.2 Подготовка калибровки CO2

Чтобы определить точное измеренное значение встроенного в устройство датчика CO2, измерение сравнения CO2 должно проводиться каждые три месяца. Если во время этой проверки обнаружено значительное отклонение, требуется калибровка CO2. Во время этого процесса контроль CO2 устройства устанавливается на значение, измеренное во время сравнения измерение. Используйте калиброванный измерительный прибор с точностью <± 0,3% CO2 для этого теста.

Подходящий инструмент:

• Портативный ИК-прибор для считывания**.**

Измерительный образец отбирается через герметичное измерительное отверстие стеклянной двери. Сравнительное измерение должно быть выполнено, когда устройство полностью разогрето.

5.3 Сравнительная процедура измерения:

1. Включите устройство с помощью выключателя питания.
2. Установите значение CO2 и запустите устройство с автоматическим запуском.
3. Вставьте щуп измерительного прибора через измерительное отверстие [1] в рабочее пространство. Подождите, пока значение CO2, отображаемое прибором, не стабилизируется.

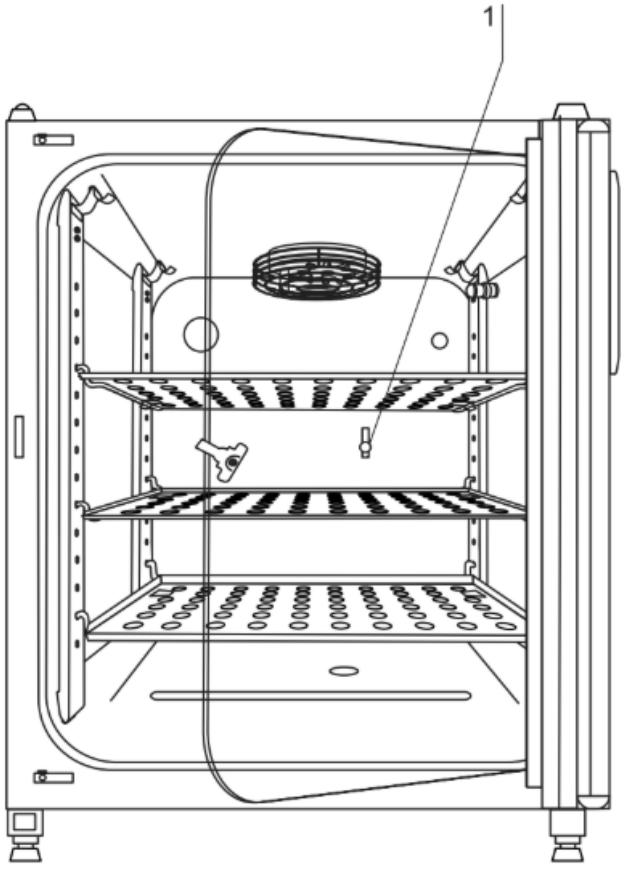


Рис: Подготовка калибровки CO2

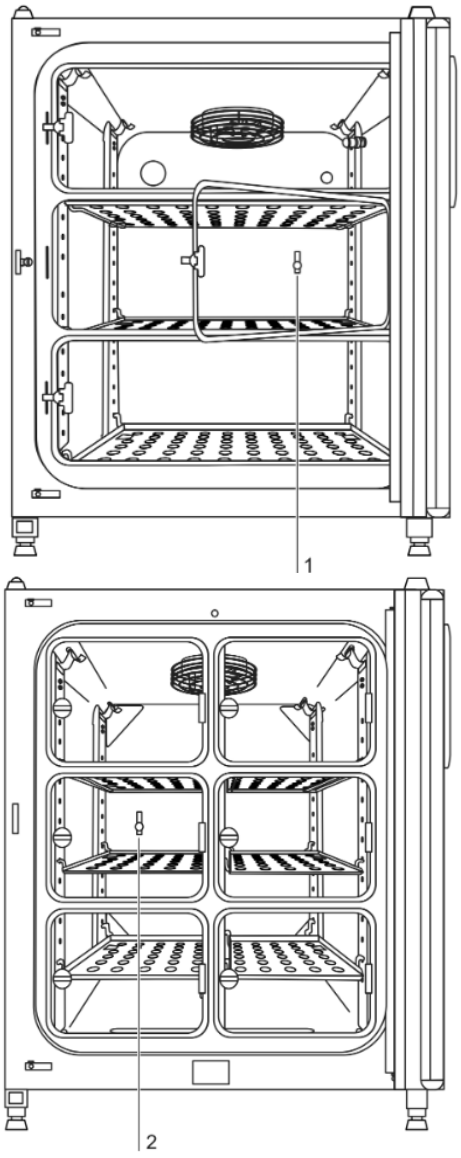
4. Для устройств, оснащенных опциональным газонепроницаемым экраном, измерительное отверстие расположено:

- на HERAcell® 150 i [1] в центре газонепроницаемого экрана,

- на HERAcell® 240 i [2] в левом центральном газонепроницаемом экране.

5.Снимите измерительный щуп, закройте измерительное отверстие и закройте дверцы.

6. Откалибруйте контроль CO2.



рис

5.4 Процедура калибровки CO2

Пример измерения:

• Установленное значение CO2: 5%. Опорная температура: 5,6%.

1. Нажмите клавишу CO2 **DISPLAY** [1].

> Отображается меню CO2.

2. Чтобы выйти из меню CO2:

> Нажмите клавишу **END** [3].

3. Чтобы войти в подменю калибровки:

> Нажмите клавишу КАЛИБРОВКИ [2].

4. Чтобы ввести измеренное значение (целевое значение):

Значение таргетинга можно увеличивать или уменьшать с шагом; если вы удерживаете нажатой кнопку + [4] или кнопку - [6], функция переключается на быстрое увеличение / уменьшение; после прибл. 3 секунды, происходит другое увеличение / уменьшение.

Чтобы увеличить значение таргетинга:

> Нажмите кнопку + [6].

Чтобы уменьшить заданное значение:

> Нажмите клавишу - [4].

5. Чтобы принять и сохранить значение таргетинга:

> Нажмите клавишу **ВВОДА** [5].

> Система вернется в главное меню. Дисплей температуры показывает текущее фактическое значение, измеренное на дисплее CO2.

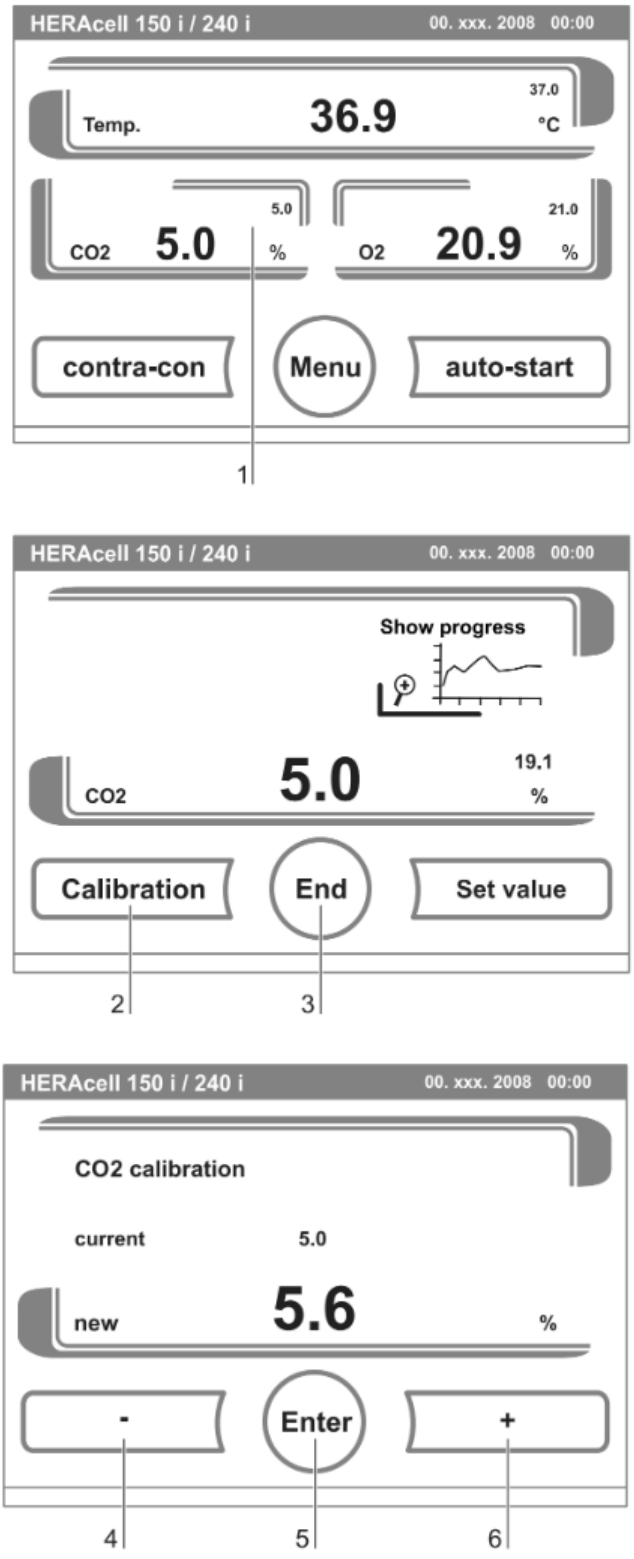


Рис: Процедура калибровки CO2

Замена уплотнителя двери

Уплотнение двери (магнитное уплотнение) [3] наружной двери находится в удерживающей прорези. Для замены уплотнения не требуется никаких инструментов.

1. Извлеките магнитное уплотнение [3] из направляющего паза [1].

2. Установите новое уплотнение в угол [2] и вдавите удерживающую направляющую уплотнения [4] в паз.

3. Убедитесь, что конус удерживающей рейки правильно расположен в пазу [1] и уплотнение находится на одном уровне с дверной рамой.

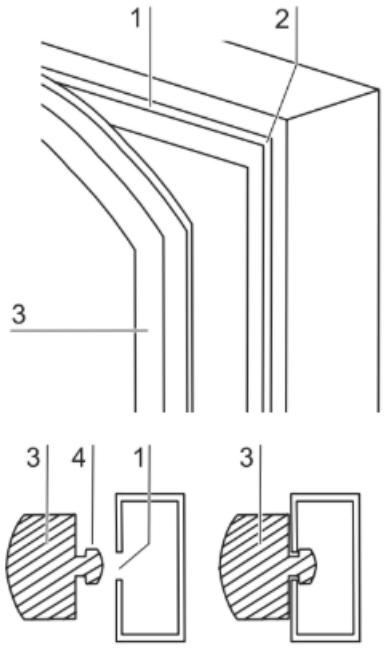


Рис**:**Замена магнитного уплотнения двери

РАЗДЕЛ 6. Технические данные инкубатора

Description	Unit	Value
Mechanical		
External dimensions (W x H x T)	mm	637 x 867 x 782
Interior dimensions (W x H x T)	mm	470 x 607 x 530
Chamber volume	l	approx 151
Shelves (W x T)	mm	423 x 465
Standard quantity	Piece	3
Maximal quantity	Piece	10
Maximal surface load	kg	10 / insertion shelf
Maximal device overall load	kg	30
Weight, without accessories	kg	70
Thermal		
Thermal safety devices according to DIN 12880:2007-05		Class 3.1 (overtemperature controller (TWW) with overtemperature detection function)
Ambient temperature range	°C	+18...33
Temperature control range	°C	RT + 3 ... 55
Temperature deviation, time (DIN 12880, Part 2)	°C	± 0.1
Temperature deviation, spatial (DIN 12880, Part 2) at 37 °C *1)	°C	± 0.5
Duration of the auto-start routine, to 37 °C ambient temperature 20 °C	h	5 ... 10
Heat transfer to environment: at 37 °C during contra-con decontamination	 kWh/h kWh/h	 0.06 0.112
Humidity		
Water quality		resistivity 50 kΩ to 1 MΩ, conductivity 1 to 20 µS
Liquid quantity: Incubation operation contra-con disinfection operation	 l ml	 max. 3.0 / min 1.2 350
Constant humidity at 37 °C (high-humidity mode) Constant humidity at 37 °C (low-humidity mode)	% rH % rH	approx 93 approx 90
Others		
Sound pressure level (DIN 45 635, Part 1)	dB(A)	< 50
Relative humidity of environment	% rH	max. 80
Location elevation	m ASL	max. 2000

* 1) определяется на основе стандарта DIN 12880 для устройств со стандартным оборудованием. Смотрите подробную информацию в инструкциях по калибровке.

Description	Unit	Value
Mechanical		
External dimensions (W x H x T)	mm	780 x 934 x 834
Interior dimensions (W x H x T)	mm	607 x 670 x 583
Chamber volume	l	approx 238
Shelves (W x T)	mm	560 x 500
Standard quantity	Piece	3
Maximal quantity	Piece	12
Maximal surface load	kg	10 / insertion shelf
Maximal device overall load	kg	30
Weight, without accessories	kg	81
Thermal		
Thermal safety devices according to DIN 12880:2007-05		Class 3.1 (overtemperature controller (TWW) with overtemperature detection function)
Ambient temperature range	°C	+18...33
Temperature control range	°C	RT + 3 ... 55
Temperature deviation, time (DIN 12880, Part 2)	°C	± 0,1
Temperature deviation, spatial (DIN 12880, Part 2) at 37 °C *1)	°C	± 0.5
Duration of the auto-start routine, to 37 °C ambient temperature 20 °C	h	5 ... 10
Heat transfer to environment: at 37 °C during contra-con decontamination	 kWh/h kWh/h	 0.07 0.25
Humidity		
Water quality		resistivity 50 kΩ to 1 MΩ, conductivity 1 to 20 µS
Liquid quantity: Incubation operation contra-con disinfection operation	 l ml	 max. 4.5 / min 1.8 350
Constant humidity at 37 °C (high-humidity mode) Constant humidity at 37 °C (low-humidity mode)	% rH % rH	approx 93 approx 90
EMC class		B
Others		
Sound pressure level (DIN 45 635, Part 1)	dB(A)	< 50
Relative humidity of environment	% rH	max. 80
Location elevation	m ASL	max. 2000

* 1) определяется на основе стандарта DIN 12880 для устройств со стандартным оборудованием. Смотрите подробную информацию в инструкциях по калибровке.

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения работы исследована система мониторинга температуры в инкубаторе, выполнен обзор технических решений по литературным источникам.

Выполнено экспериментальное исследование системы температурного мониторинга с 15-ю независимыми температурными каналами для проведения калибровки инкубатора .

Установлено соответствие техническим требованиям которые предъявляются к системе мониторинга температуры производителем инкубатора HERAEUS.

Точность измерения температуры для синтезированной системы не хуже 0,2 градуса Цельсия .

Представленная система мониторинга температуры по 15 каналам может быть рекомендована для применения в практике для технического обслуживания инкубаторов HERAEUS в медицинской практике.

Список использованной литературы

1. Документация по датчику ds18в20 - http://www.micropik.com/PDF/dht 11.pdf

2. Процедура инкубации клеток в медицинских лабораториях - http://medbuy.ru/articles/chem-interesna-procedura-inkubacii-kletok-v-medicinskih-laboratoriyah

3.Справка о промышленных инкубаторах - http://rosincubator.ru/stat 051.html

4. Характеристика инкубаторного парка Украины - http://avianua.com/ua/index.php/statty-po-pticevodstvu/tekhnolohiia-ptakhivnytstva/ 36 - kharakterystyka - inkubatornoho - parku – ukrainy

5.Документация по Arduino UNO R3 - https://www.chipdip.ru/product/arduino-uno-

6. Бобцов А.А., Бойков В.И., Быстров С.В., Григорьєв В.В. Використання пристроїв і систем для мікропереміщення.- СПБ ГУ ИТМО, 2011.- 131 с.

7.. Шарапов В.М. , Мусиенко М.П., Шарапова Е.В. Пьезоэлектрические датчики. – М.: Техносфера, 2006.- 632 с.

8. Джагупов Р.Г., Ерофеев А.А. Пьезоэлектронные устройства вычислительной техники, систем контроля и управления: Справочник.- СПб.: Политехника, 1994.- 608 с