Промышленная машина для ГЭС и электроподстанций на основе Эльбрус-801.

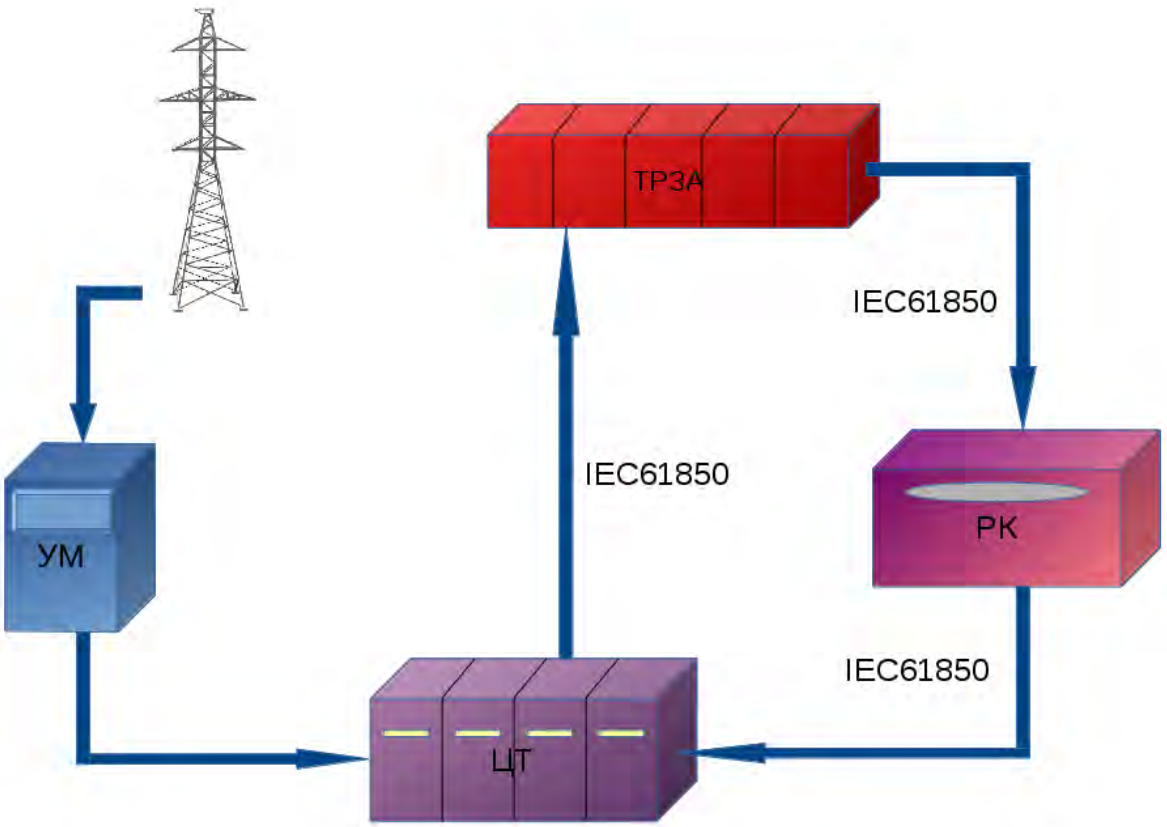
Результат внедрения: техника и бизнес-кейс.

НТС, ПАО “ИНЭУМ им. И.С. Брука”, 14 августа 2019

Содержание

- Зачем нужны электроэнергетике высокопроизводительные машины
- Внедрение вместе с АО “НИПОМ”, шаги
- Техника: испытание опытного образца
- Бизнес-кейс: освоение рынка методом Ермака
- Выступление партнера (АО “НИПОМ”)
- Что дальше

Зачем электроэнергетике нужны высокопроизводительные машины



Общая схема РЗА на цифровой электростанции

Стандарты цифровизации электростанций IEC-61850 прорабатываются фирмами ABB, Siemens, Alstom более 20 лет. Цифровизация: отделяет слаботочные контуры от силовых (безопасность), позволяет точно измерять формы сигналов в разнородных по составу электросетях, управлять активами. Для анализа формы сигналов нужны высокопроизводительные машины. Пример – ТРЗА.

УМ – устройства мониторинга;

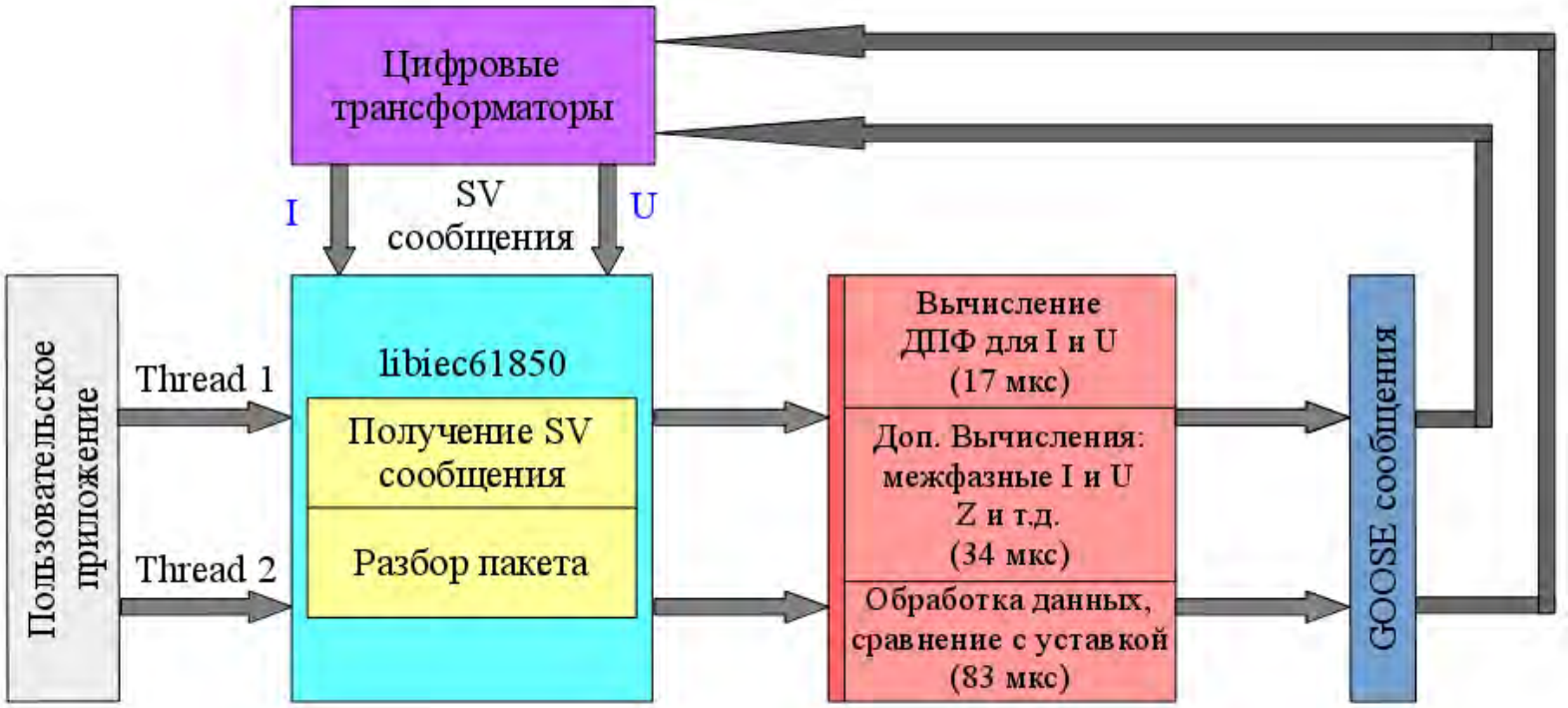
ТРЗА – терминалы релейной защиты автоматики;

РК – релейная комната;

ЦТ – цифровые трансформаторы.

Зачем электроэнергетике нужны высокопроизводительные машины

ТРЗА решает вычислительную задачу, принимая от 12 000 до 20 000 прерываний в секунду.



Алгоритм задачи РЗА на цифровой электростанции

I — ток;

U — напряжение;

Thread — программный поток;

ДПФ — дискретное преобразование Фурье.

Внедрение вместе с АО “НИПОМ”, шаги

- Май 2018 – тестирование макетных ПромПК на базе Эльбрус-1С+ и R1000 в инжиниринговом центре АО НИПОМ, Нижний Новгород: ПО ТРЗА не работает. Стали изучать задачу.
- Май 2018 – Декабрь 2018: оптимизация ПО ТРЗА для Эльбрус, тестирование на ВК Эльбрус-401, ВК Эльбрус-801.

Вывод: решение должно строиться на базе Эльбрус-801.

Внедрение вместе с АО “НИПОМ”, шаги

Утверждаю
Генеральный директор АО «МЦСТ»
А.К.Ким
25 января 2019 г.

ПРОТОКОЛ
тестирования программного обеспечение терминалов РЗА
на программно-аппаратной платформе Эльбрус

С 23 по 24 января 2019 года в АО МЦСТ (г. Москва, ул. Вавилова, д. 24) проводились совместные работы АО НИПОМ и АО МЦСТ по тестированию и отладке программного обеспечения терминалов РЗА (релейной защиты и автоматики). Используемое оборудование:
- РЕТОМ-61850 — генератор SV-потоков
- ВК Эльбрус-401 (Эльбрус-4С 800 МГц) + сетевой адаптер intel 82580, ОС Эльбрус-Д — прототип терминала РЗА
- ВК Эльбрус-801 (Эльбрус-8С 1200 МГц), ОС Эльбрус-Д — прототип терминала РЗА
- ПК Team Office b585 Intel Core i7-4770, ОС Эльбрус-Д — прототип терминала РЗА

Тестируемое ПО терминала РЗА состоит из 3-х компонентов:
- графический клиент (GUI),
- 101-й сервис обеспечивающий РЗА трансформатора блока на ГЭС,
- 240-й сервис обеспечивающий Комплекс Ступенчатых Защит направленных в распределительное устройство 110 кВ

ПО написано с использованием библиотек qt5 и libiec61850. Сервисы обеспечивают обработку входящих SV-сообщений, которые публикуются в сети ethernet с частотами 4000 сообщений в секунду на один поток SV-сообщений. 101-й сервис обрабатывает 3 входящих потока SV (3 фазных тока стороны НН, 3 фазных тока стороны ВН, 3 фазных напряжения на линейных выводах генератора), суммарной частотой 12000 сообщений в секунду. 240-й сервис обрабатывает 2 входящих потока SV (3 фазных напряжения со стороны ВН трансформатора, 3 фазных тока со стороны ВН трансформатора), суммарной частотой 8000 сообщений в секунду.

В ходе совместных работ были проведены серии экспериментов по обработке SV-сообщений, генерируемых устройством РЕТОМ-61850, на ВК Эльбрус-801 и ВК Эльбрус-401. Результаты первой серии экспериментов приведены в таблице 1.

ВК	101	240	101 + 240	GUI
Эльбрус-801	OK	FAIL	FAIL	Запущен
Эльбрус-401	FAIL	FAIL	FAIL	Запущен

Таблица 1. Результаты 1-й серии экспериментов
Прим. OK — корректная обработка входящих SV-потоков, FAIL -некорректная обработка SV-потоков. GUI был запущен параллельно на прототипе терминала РЗА.

По результатам 1-й серии экспериментов было обнаружено что 240-й сервис неустойчиво обрабатывает входящие SV-потоки. Далее был произведен анализ производительности 240 сервиса, и в результате удалось обнаружить участок кода, который неэффективно работает с выделением и освобождением памяти. Во время работы 240-сервиса на ВК Эльбрус-801 и ПК с Intel Core-i7 наблюдалось аномально высокое использование процессорного времени функцией malloc (в perf top: x86 - 10% malloc, и для Эльбрус-8С - 12% malloc, 10% _int_malloc, 10% _int_free, 6% free). Данное поведение было вызвано тем, что в функциях dzRc() и dzRcInv() (алгоритмы пусковых органов терминала) происходило выделение памяти при каждом вызове функции. Высокая нагрузка создавалась за счет того, что вызовов этих функций происходит порядка 30 раз для каждого шага обработки входящих данных.

В целях улучшение производительности сервиса, выделение памяти было вынесено в функцию updateAgents(), что позволило выделять память однократно перед вызовом функций dzRc() и dzRcInv(), и передавать в них указатель.

Далее была произведена серия экспериментов с модифицированным ПО. Результаты экспериментов представлены в таблице 2.

ВК	101	240	101 + 240	GUI
Эльбрус-801	OK	OK	OK	Запущен
Эльбрус-401	FAIL	OK	FAIL	Запущен

Таблица 2. Результаты 2-й серии экспериментов

По результатам 2-й серии экспериментов, было обнаружено, что оптимизированный 240 сервис корректно работает на ВК Эльбрус-801 и ВК Эльбрус-401. 101-й сервис корректно работает только на ВК Эльбрус-801.

Выводы:
- В настоящий момент целесообразно использовать в составе терминала РЗА материнскую плату MBE8C-PC на базе ЦП Эльбрус-8С. Необходимо произвести замену платы MBE2S-PC с ЦП Эльбрус-4С на плату с MBE8C-PC в терминале РЗА, установленном на Нижегородской ГЭС для обеспечения полной функциональности терминала;
- Перед установкой платы MBE8C-PC в термина на ГЭС протестировать работу материнской платы с источником питания M4-ATX-HV;
- Необходимо продолжить совместные работы по оптимизации ПО терминалов РЗА для архитектуры Эльбрус (ЦП Эльбрус-4С и Эльбрус-8С);
- Проработать вопрос по изготовлению безвентиляторной системы охлаждения для применения MBE8C-PC в терминале РЗА;
- Проработать вопрос по использованию платы MBE8C-PC без корпуса в составе терминала РЗА.

От АО «МЦСТ»
Зам. начальника отделения
«ОС специального назначения» — Кравцунов Е.М

Нач. сектора
«Интеграция программных решений для Эльбрус» — Куян А.С

Инженер-программист сектора
«Интеграция программных решений для Эльбрус» — Химич С.А.

От АО «НИПОМ»
Директор управления перспективных разработок — Зинин В. М.

Инженер по разработке РЗиА — Шарафеев Т.Р

Внедрение вместе с АО “НИПОМ”, шаги

- Декабрь 2018 – март 2019: сборка макета ТРЗА на базе Эльбрус-801 и установка на тестовом полигоне Русгидро на Нижегородской ГЭС.
  Проблема: установленное изделие – макет, конструкция которого не соответствует промышленным требованиям: нет пассивного охлаждения, промышленных узлов крепления.

Внедрение вместе с АО “НИПОМ”, шаги

- Декабрь 2018 – март 2019: Нижегородская ГЭС. Наладка макета.

Внедрение вместе с АО “НИПОМ”, шаги

От макета к опытному образцу

- Март 2019 – апрель 2019: техническое лицо машины. Поиск вариантов финансирования. Метод Ермака.
- Апрель 2019 – АО “НИПОМ” докладывает о технических решениях на НТСах ПАО “РОССЕТИ” и НП “НТС ЕЭС”
- Апрель 2019 – Август 2019: моделирование, разработка КД корпуса и системы охлаждения, изготовление опытного образца.
- Август 2019 – испытания.

Техника: моделирование

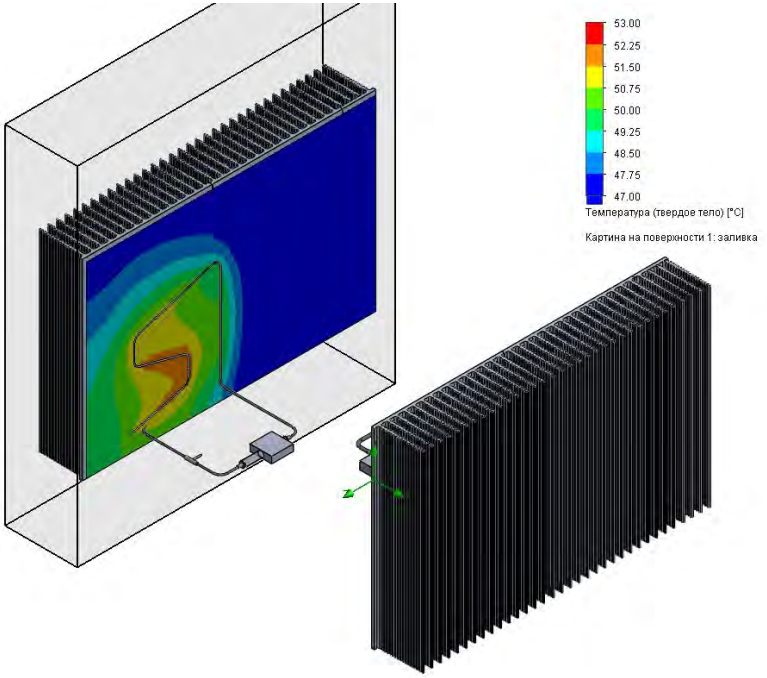
Решения:

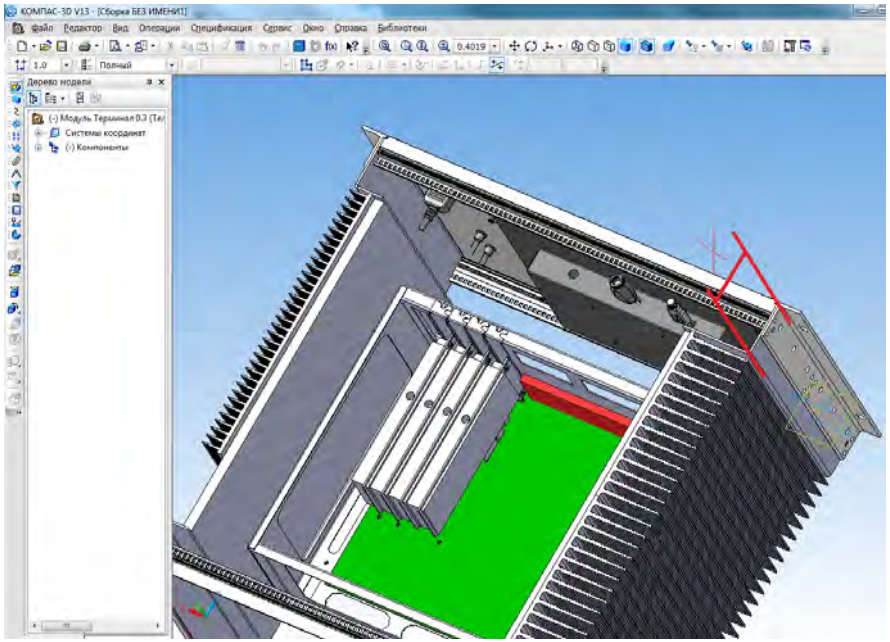
1) Алюминиевые радиаторы

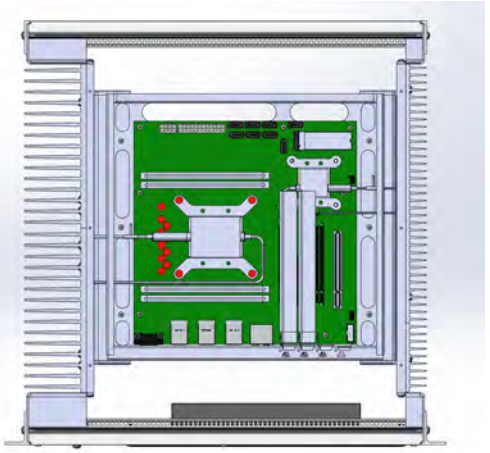
2) Контурные трубки для отвода тепла с процессора и КПИ-2

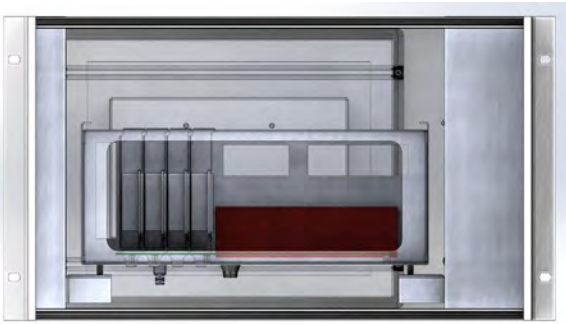
3) Учет объема воздуха внутри корпуса при моделировании

4) Состав машинокомплекта





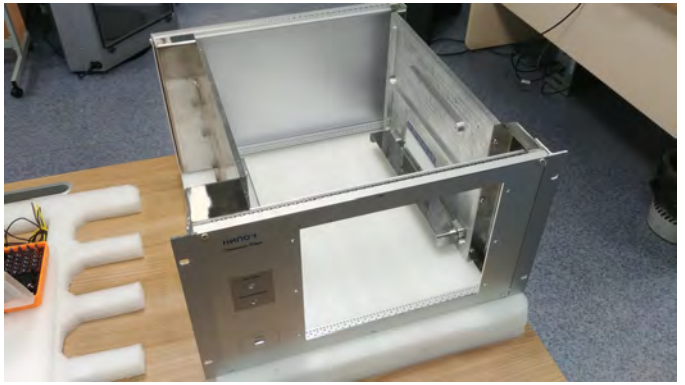


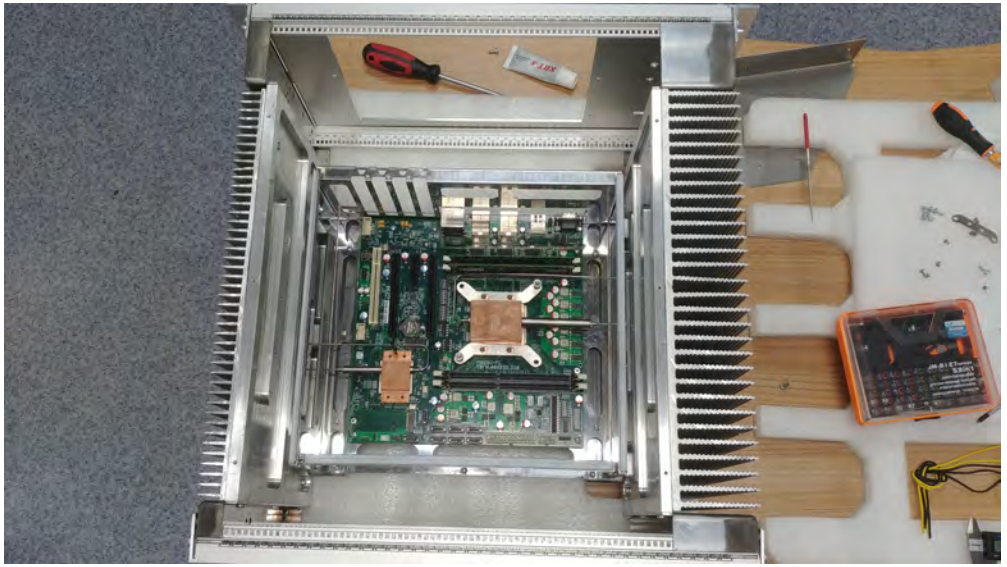


Техника: сборка

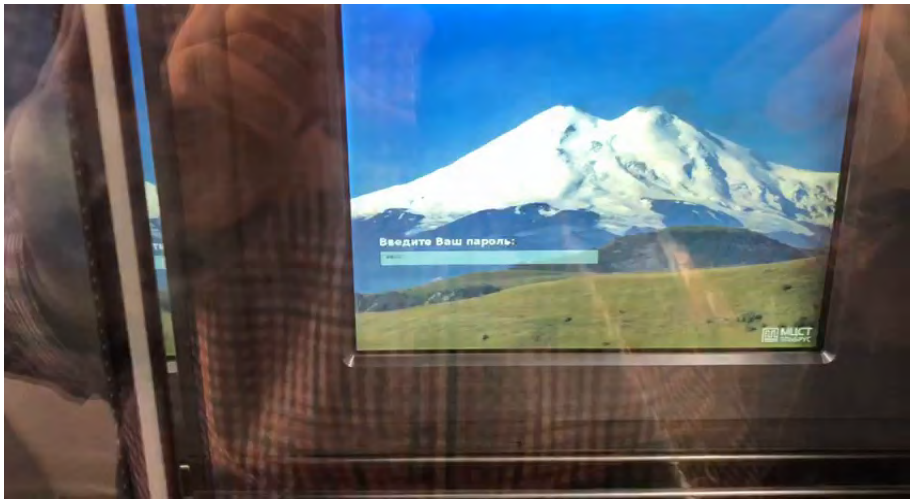
Машинокомплект:

1) Количество деталей корпуса – 23 шт. (с учетом трубок)
2) Плата MBE8C – 1 шт.
3) Преобразователь питания DC-DC Pico-PSU – 1 шт.
4) Дисплей с тачскрином – 1 шт.
5) Видеокарта Radeon R230 с пассивным охл. - 1 шт.
6) Сетевая карта Intel PCIe 1Gb – 1 шт.
7) SSD диск Kingston mSATA 120 Gb с переходником – 1 шт.

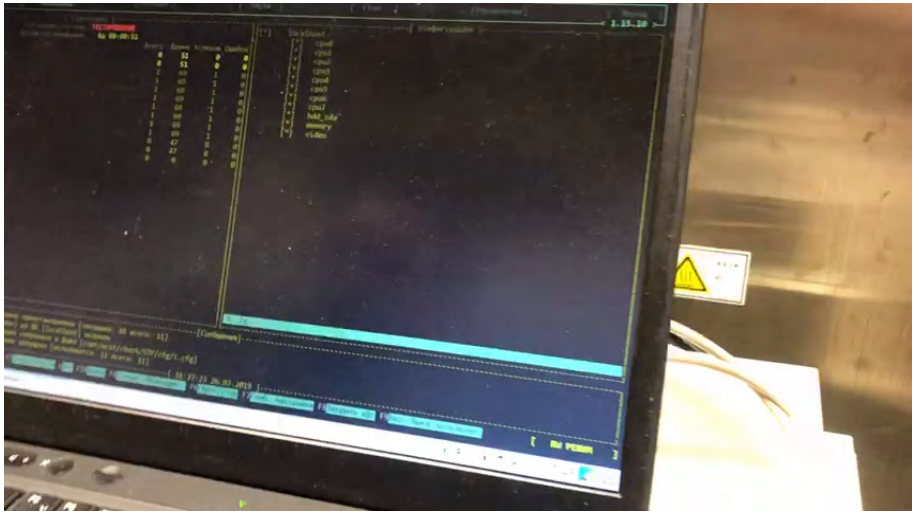




Техника: результаты испытаний



Темп. среды (град. Цельсия)	Температура CPU в простое (град. Цельсия)	Температура CPU под нагрузкой (град. Цельсия)
-25	-6,5	-6
45	62	64
55	71	77



Бизнес-кейс: освоение рынка методом Ермака

- Алгоритм:

  1) Заем коммерческих денег у большого игрока рынка

  2) Разработка КД и изготовление опытного образца

  3) Обоснование востребованности серийного изделия

  4) Продажа КД большому игроку рынка

  5) Возврат займа

  6) Новая авантюра

- Применимо для решения нестандартных задач в интересах большого игрока малыми вложениями и небольшой группой людей.

- Риск – высокий. Но тем не менее это часть практики великих компаний

  (CAT - Zepellin, SHELL – Yokogawa, Татнефть – TAHEKO, Total – Нигерия и Ирак).

Выступление партнера (АО “НИПОМ”)

Что дальше

...

3) Обоснование востребованности серийного изделия:

- расчет вариантов удешевления, обоснование цены, корректировка ТД

- договор поставки изделий внешнему покупателю с оплатой по факту поставки

4) Продажа КД и ТД большому игроку рынка

5) Возврат займа

6) Новая авантюра