

Бутырин П.Г.,
Кичигин М.В., Верхованцев Ф.Г.

**КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ МЕР
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ СЕТИ
СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

Октябрь 2019 г.

Объекты мониторинга

1. Территория г.Березники (БКПРУ-1) - **14 регистраторов**
2. Территория г.Соликамск (СКРУ-2) - **4 регистратора**
3. Сейсмологический мониторинг зоны Краснослободского разлома РУ-2 ОАО «Беларуськалий» (Республика Беларусь) –
4 регистратора
4. При проведении полевых исследований применяются
5 регистраторов

В постоянной работе находится 27 регистраторов

Регистратор «Ермак-5» в исполнениях «Поле» и «Регион»



Организационные меры повышения надежности

- **Создание ремонтной базы для быстрой замены неисправных приборов и их компонентов**
- **Обеспечение регулярного сбора и анализа диагностической информации о всех используемых приборах**
- **Ведение журналов жизненного цикла приборов для всех установленных и выпускаемых приборов**
- **Обеспечение своевременного обновления аппаратно-программных средств для устранения выявленных сбойных фрагментов микропрограммы**

Ремонтная база в Березниковском стационаре



Страница состояния регистраторов на основе диагностической информации

Архивные ЛОГИ Ермака

Данные: Все Основные

Статус станций Ермак на 2019-04-11 12:35:49 UTC+0

Time of last block	Name	S/n	Sample rate	Power	Free size	Uptime	Reg. status	Time source	Time shift	HRT	Time gaps	PPS	Last time update	GPS sleep time	GPS position
11-04-2019 12:23:06	BER_BSHSU_MAIN	16297	200	13.07	5203.697 Mb	37 days 0 hours 10 min 2 sec	yes	ext. GPS	10	21874738	1	100%	12:23:02 101	0	59.400331 N 056.775390 E
11-04-2019 12:26:20	BER_BSHSU_DSL	48117	200	11.90	13583.488 Mb	42 days 23 hours 30 min 3 sec	yes	ext. GPS	0	21875022	2	100%	12:26:11 101	0	59.397586 N 056.771920 E
11-04-2019 12:13:04	BER_BER11	38685	200	13.07	20645.84 Mb	43 days 1 hours 29 min 59 sec	yes	ext. GPS	3	21874989	1	100%	12:13:02 101	0	59.366980 N 056.802931 E
11-04-2019 12:19:06	BER_KOT	1275	200	11.65	2537.251 Mb	4 days 20 hours 29 min 52 sec	yes	ext. GPS	1	21874967	10	100%	12:18:49 101	0	59.388911 N 056.778968 E
11-04-2019 12:30:02	CSM	12183	200	13.07	8987.586 Mb	44 days 0 hours 32 min 23 sec	yes	ext. GPS	0	21874801	2	100%	12:29:14 101	0	59.392623 N 056.786903 E
11-04-2019 12:29:56	BER_BTL1	38159	200	13.07	27016.592 Mb	0 days 7 hours 50 min 4 sec	yes	ext. GPS	1	21874664	0	100%	12:29:53 101	0	59.403068 N 056.786536 E
11-04-2019 12:09:19	BER_TEL2	61567	200	13.07	27019.474 Mb	0 days 1 hours 30 min 2 sec	yes	ext. GPS	2	21874975	0	100%	12:09:16 101	0	59.399643 N 056.786363 E
11-04-2019 11:54:58	BER_TEL3	12278	200	13.07	27029.152 Mb	1 days 0 hours 59 min 58 sec	yes	ext. GPS	0	21874980	0	100%	11:54:55 101	0	59.398695 N 056.782103 E
11-04-2019 12:21:29	BER_TEL5	56727	200	13.07	31154.517 Mb	0 days 1 hours 20 min 0 sec	yes	ext. GPS	1	21874925	0	100%	12:21:27 101	0	59.401658 N 056.784335 E
11-04-2019 12:24:51	BER_SV1	34370	200	13.07	21954.288 Mb	37 days 17 hours 12 min 39 sec	yes	ext. GPS	-4	21874839	4	100%	12:24:41 101	0	59.402826 N 056.837155 E
11-04-2019 12:24:27	BER_SV2	40324	200	13.07	31128.24 Mb	0 days 2 hours 59 min 56 sec	yes	RTC	0	21874767	0	100%	09:24:25 101	0	N/A N/A
11-04-2019 12:27:37	BER_SV3	25201	200	13.07	12335.3 Mb	37 days 1 hours 29 min 55 sec	yes	ext. GPS	0	21874972	3	100%	12:27:37 101	0	59.407040 N 056.834815 E
11-04-2019 12:26:29	BER_SV4	52567	200	13.07	21952.736 Mb	37 days 17 hours 10 min 2 sec	yes	ext. GPS	0	21874825	5	100%	12:26:26 101	0	59.405541 N 056.834548 E
11-04-2019 12:21:28	BER_SV5	61686	200	13.07	21667.84 Mb	0 days 6 hours 50 min 2 sec	yes	ext. GPS	-1	21874634	0	100%	12:21:25 101	0	59.406633 N 056.839858 E
11-04-2019 12:25:47	KAMENSK_KAUR	21718	40	11.37	28892.96 Mb	22 days 2 hours 40 min 4 sec	yes	ext. GPS	-5	21874649	1	100%	12:25:13 101	0	56.432280 N 061.503536 E
11-04-2019 12:24:00	KUNGUR_PR3R	19390	40	13.07	3434.121 Mb	13 days 6 hours 10 min 10 sec	yes	ext. GPS	0	21874702	1	100%	12:23:51 101	0	57.441020 N 057.004581 E
11-04-2019 12:28:34	EKIMYATA_PR6R	56705	40	13.07	28964.636 Mb	16 days 4 hours 9 min 0 sec	yes	ext. GPS	-3	21874235	1	100%	12:28:06 101	0	58.165845 N 056.092540 E
11-04-2019 12:25:59	SVUR	47901	40	11.89	14607.568 Mb	0 days 6 hours 40 min 13 sec	yes	NTP	4072	21874921	2	100%	12:25:50 101	0	N/A N/A
11-04-2019 12:28:56	UK_SOL	35213	500	12.12	11136.829 Mb	1 days 0 hours 5 min 58 sec	yes	ext. GPS	0	21874848	0	100%	12:28:49 101	1200	59.584076 N 056.771161 E
11-04-2019 12:27:58	UK_SOL2	60208	500	13.07	22036.318 Mb	1 days 6 hours 10 min 2 sec	yes	NTP	-378	21874857	292	100%	12:27:56 101	0	N/A N/A
11-04-2019 12:27:10	SOL_SRK1	55297	500	13.07	5204.848 Mb	3 days 8 hours 29 min 59 sec	yes	ext. GPS	-8	21875096	6	100%	12:27:05 101	0	59.591766 N 056.813463 E
11-04-2019 12:24:23	SOL_SRK2	22987	500	13.07	5191.152 Mb	13 days 1 hours 50 min 0 sec	yes	ext. GPS	3	21874912	25	100%	12:24:18 101	0	59.595351 N 056.811933 E

Примечание: Значение в норме(задержка менее 1 часа) Значение на грани(задержка больше 1 часа) Критическое значение(задержка более 2 часов)

Изменение температуры и коррекция времени

Состояние регистраторов Ермак

Время обновления страницы: 2019-4-11 18:05:38

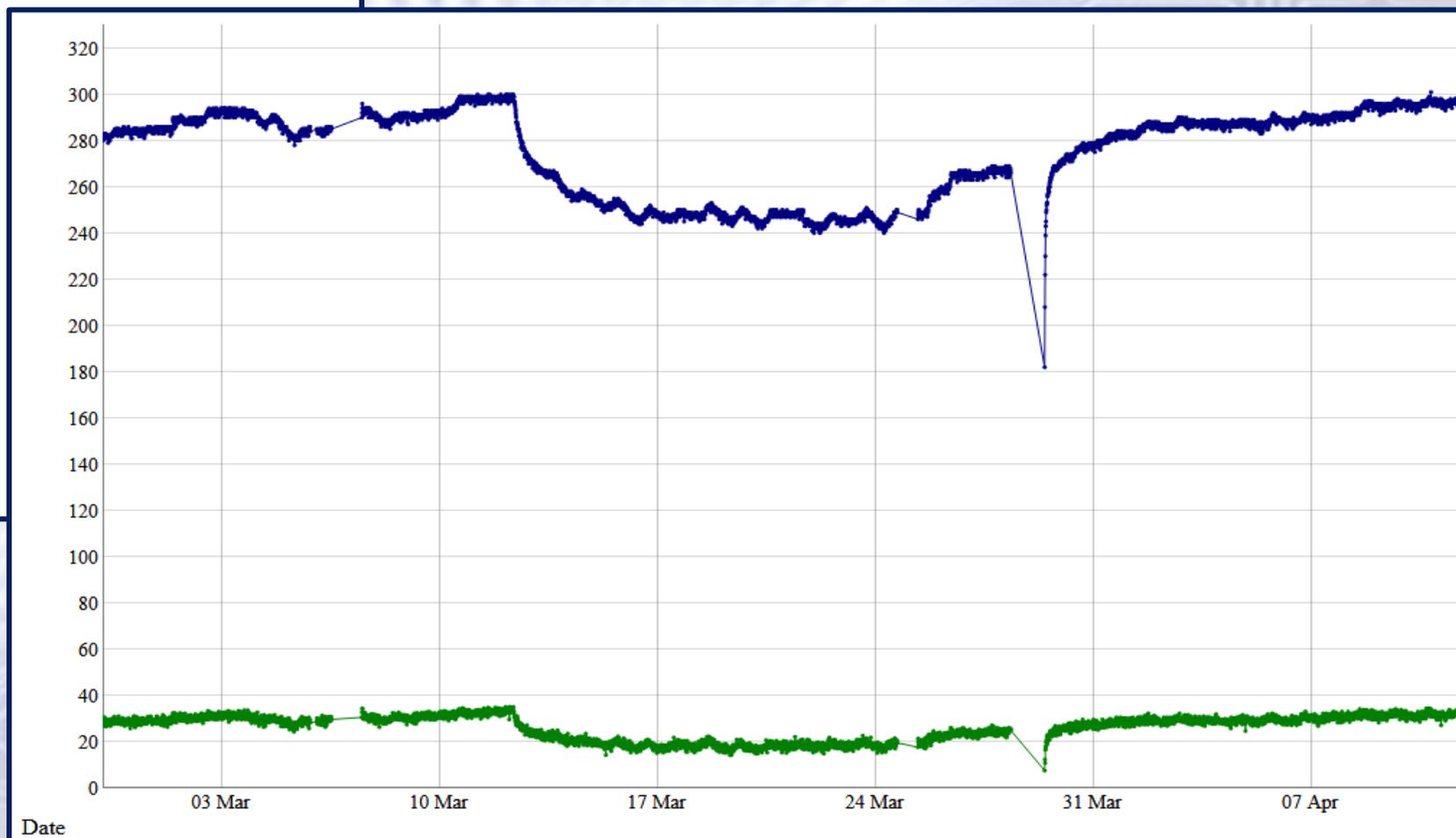
Станция: PR.PR3R ▾

От даты: 27 . 02 . 2019 ✕

До даты: 11 . 04 . 2019 ✕

Получить график

с 2019-02-27 по 2019-04-11
с 2019.58 по 2019.101



Обновление микропрограммы

1. Через съемный носитель данных Micro-SD
2. С использованием удаленного доступа по протоколу TFTP

```
Packet received. len=5, opcode=ACK, block=229
Packet will be sent. len=516, opcode=DATA, block=230
Packet received. len=5, opcode=ACK, block=230
Packet will be sent. len=516, opcode=DATA, block=231
Packet received. len=5, opcode=ACK, block=231
Packet will be sent. len=516, opcode=DATA, block=232
Packet received. len=5, opcode=ACK, block=232
Packet will be sent. len=516, opcode=DATA, block=233
Packet received. len=5, opcode=ACK, block=233
Packet will be sent. len=516, opcode=DATA, block=234
Packet received. len=5, opcode=ACK, block=234
Packet will be sent. len=516, opcode=DATA, block=235
Packet received. len=5, opcode=ACK, block=235
Packet will be sent. len=516, opcode=DATA, block=236
Packet received. len=5, opcode=ACK, block=236
Packet will be sent. len=516, opcode=DATA, block=237
Packet received. len=5, opcode=ACK, block=237
Packet will be sent. len=332, opcode=DATA, block=238
Packet received. len=5, opcode=ACK, block=238
Packet will be sent. len=332, opcode=DATA, block=238
File update.bin was transferred successfully.
121672 bytes transfered for 551 seconds, 0 bytes/second
```

Data files list

update.bin	118 kbytes	2019-04-15 07:50:28
log	DIR	2019-04-15 07:56:14
update.sfv	0 kbytes	2019-04-15 07:31:14
update_eep.bin	0 kbytes	2019-03-28 12:37:00
seisview_imp.ini	1 kbytes	2019-04-08 09:32:06
txt_data	DIR	2019-04-15 07:56:14
data	DIR	2019-04-15 11:00:14

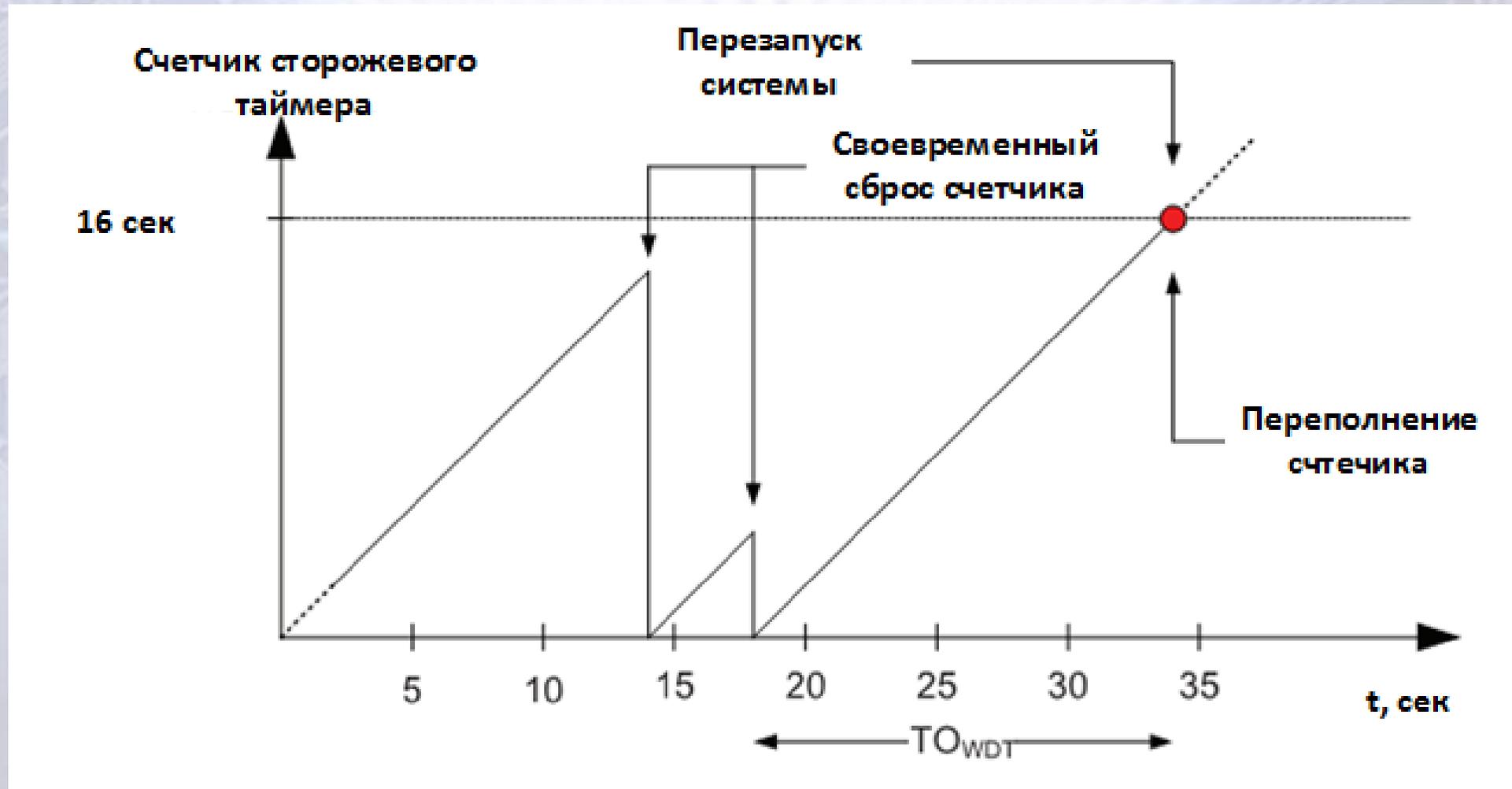
Узлы с наибольшим числом зафиксированных сбоев

- **Съемный носитель информации**
- **Драйвер файловой системы, приводящий к зависанию центрального процессора**
- **Умножитель частоты тактового генератора**
- **Модуль GPS/GLONASS**

Технические меры повышения надежности

- Сохранение информации в системном журнале, в случае сбоя или отказа файловой системы. Обязательно производится автоматическая перезагрузка
- Режим работы без карты памяти, при этом сохраняется управление файловой системой, возможно форматирование карты памяти и автоматическое восстановление конфигурации
- Сторожевой таймер «WatchDog» - подсистема вызывающая аппаратный перезапуск процессора через 16 секунд при аппаратном сбое, а также «Long time WatchDog» - программный сторожевой таймер с периодом переполнения и сброса 900 сек
- Регистраторы на труднодоступных объектах дополнительно оснащены внешними таймерными реле

Принцип работы сторожевого таймера WatchDog



Контроль файловых операций

Для исключения зависания, вызываемого сбоем файловых операций, используется «**Long time WatchDog**» - программный сторожевой таймер с периодом переполнения и сброса **900 сек**

Контроль работы умножителя тактовой частоты

1. Источник тактирования - внешний кварцевый генератор **25 МГц**
2. В процессоре частота сначала умножается на 7 -> **175 МГц**
3. Далее делится на 4 -> **43.75 МГц** – максимально допустимая частота для работы процессора

Для обеспечения аварийного перезапуска прибора при сбое умножителя используется инициализация системы WatchDog при подаче питания

Различные источники времени

Традиционно для установки и синхронизации времени в приборах сбора данных используются несколько возможных источников времени:

- **GPS/GLONASS системы**
- **NTP, SNTP, PTP системы**
- **Локальные часы реального времени RTC**

Синхронизация от GPS/GLONASS

- При старте системы начальное значение счетчика секунд вычисляется на основании **пакета NMEA** от модуля GPS/GLONASS
- Далее, ожидается стабилизация импульсов секундных отсчетов и начинается ежесекундная корректировка таймера высокого разрешения (HRT) путем записи одного и того же эталонного значения
- Перед каждым актом корректировки вычисляется разница между эталонным и фактическим значением HRT. После чего происходит изменение длины секунды
- Таким образом, алгоритм всегда удерживает длину секунды максимально равной длине секунды от GPS/GLONASS, одновременно синхронизируя часы регистратора с глобальными часами

Синхронизация от GPS/GLONASS

- При старте системы начальное значение счетчика секунд вычисляется на основании **пакета NMEA** от модуля GPS/GLONASS
- Если за 900 секунд система GPS/GLONASS не установила маркер истинности времени в **пакете NMEA**, то прибор запустится в режиме внутренних часов реального времени **(без синхронизации)**
- Если **пакет NMEA** так и не получен, в приборе происходит критический сбой системы, из которого он может выйти через несколько часов

Предполагаемое решение

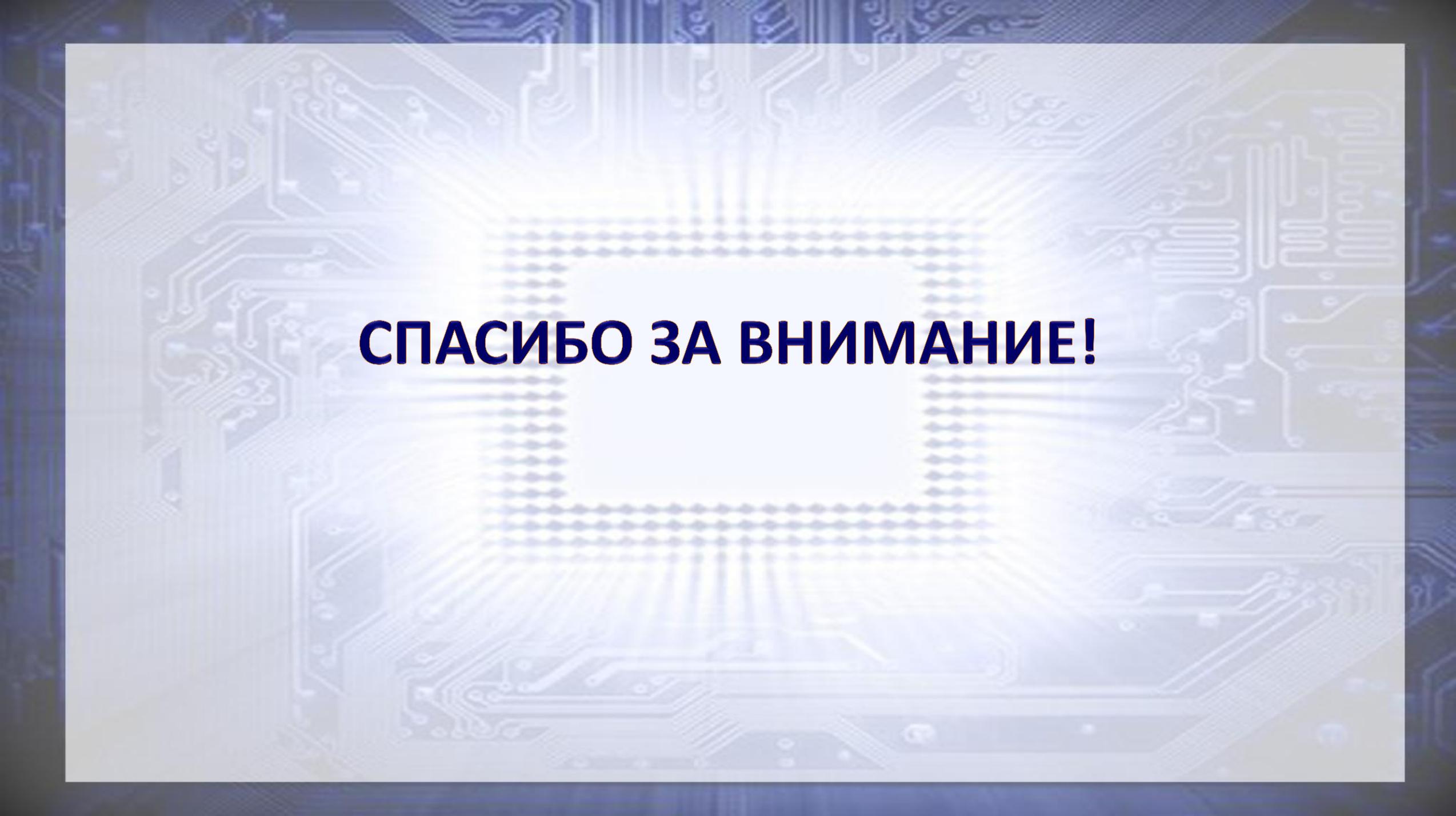
- Если **пакете NMEA** так и не получен прибор может использовать данные о времени из источников:
 1. Дополнительные часы реального времени (если установлены)
 2. Текстовый файл на съемном носителе с датой и временем
 3. Дату и время компиляции встроенной микропрограммы
- **Все новые версии приборов выпускаются с другим модулем GPS/GLONASS**

Заключение

Комплекс вышеперечисленных мероприятий и инструментов позволяет успешно эксплуатировать все регистраторы, производить корректировку после сбоев и своевременно обновлять микропрограммы, в случае обнаружения критических тупиковых ветвей алгоритма приложения

В планы по развитию проекта включены

- увеличение числа каналов**
- уменьшение уровня внутреннего шума регистратора за счет использования аналого-цифровых преобразователей нового поколения**
- подготовка модуля подключения к беспроводным сетям**
- подготовка приложения оперативного управления для мобильных устройств**



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!