Модуль распределенного сенсора

Модуль распределенного мониторинга деформации и температуры трубопроводов. Для работы модуля используется анализатор бриллюэновской частоты сдвига в оптоволокне из-за рассеяния Мандельштама-Бриллюэна. Частота сдвига изменяется от параметров кристаллической решетки оптоволокна, зависящих от деформационного напряжения и температуры волокна. Применение специального метода позволяет вычислять смещение в трех координатах измеряемого трубопровода по продольным относительным растяжениям оптоволокна, наклеенного на поверхность трубы. И позволяет измерять температуру при креплении оптоволокна в свободном проскальзывании.

Технические требования

Операционная система Ubuntu 20/22, Linux OS 64 битная. PHP версии 7.3, модуль работы с PostgreSQL и ClickHouse. E.2.3

Требования к вычислительным ресурсам: 1 ядро, поддерживающее 64-битные вычисления, 500 Мбайт на жестком диске для временных данных.

Описание работы

Для работы модуля необходимо настроенное и работающее ПО от производителя анализатора бриллюэновской частоты сдвига – Ftbviewer. Ftbviewer производит сбор данных с анализатора и формирует данные по частоте сдвига в оптоволокне, из которых вычисляется деформация и температура трубопровода.

Модуль находится в директории «*Spectrogram*», которая содержит директорию модуля Analyzer, в которой находятся скрипты для обработки данных анализатора, и директорию Share, которая содержит файлы с данными, генерируемыми программой Ftbviewer.

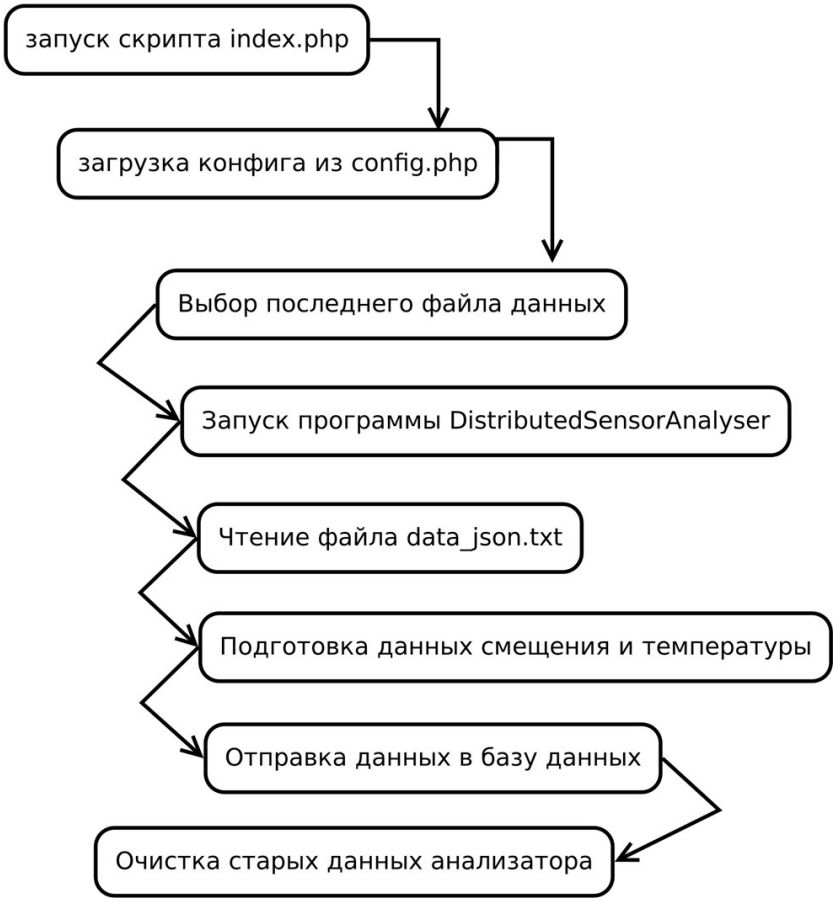
Данные для работы модуля находятся в директории «*Share/monitoring*», маска имен файлов данных для регулярных выражений выглядит так: `$mask=«/monitoring#ch00#s00#(.+)Z#a#bsf.txt$/uUm»`. Т.е. файл начинается на «`monitoring#ch00#s00#`» и заканчивается на «`Z#a#bsf.txt`». Если меняется канал подключения оптоволокна, то соответственно, маска имен файлов должна быть изменена, так как изменится номер канала *ch00* в названии файла.

Анализатор и программное обеспечение Ftbviewer настраивается отдельно (важно правильно его настроить для получения качественных и стабильных результатов измерении).

Для запуска модуля из консоли настроен скрипт *data_processing.sh*. Модуль может

быть вызван или из системы, или из консоли в контейнере *docker «php»* и начинает выполняться с PHP-скрипта *index.php*.

Блок-схема работы модуля:



Скрипт *index.php* обеспечивает выбор файла данных, который необходимо обработать, вызывает работу программы *DistributedSensorAnalyser*, которая вычисляет деформацию и температуру, опираясь на данные до деформации из файла данных для начального положения трубопровода «*reference_data_ref.dat*». Далее скрипт берет результаты работы программы из файла *data_json.txt*, подготавливает их для отправки в базу данных и отправляет.

В конце работы скрипта удаляются файлы в директории «*Share*» по маске «*monitoring#*Z.msr*», где «*» - любые символы, оставляя 10 последних файлов, и файлы данных по маске для регулярных выражений «`/monitoring#ch00#s00#(.+)Z#a#bsf.txt$/uUm`», оставляя 50 последних.

Файлы в директории модуля:

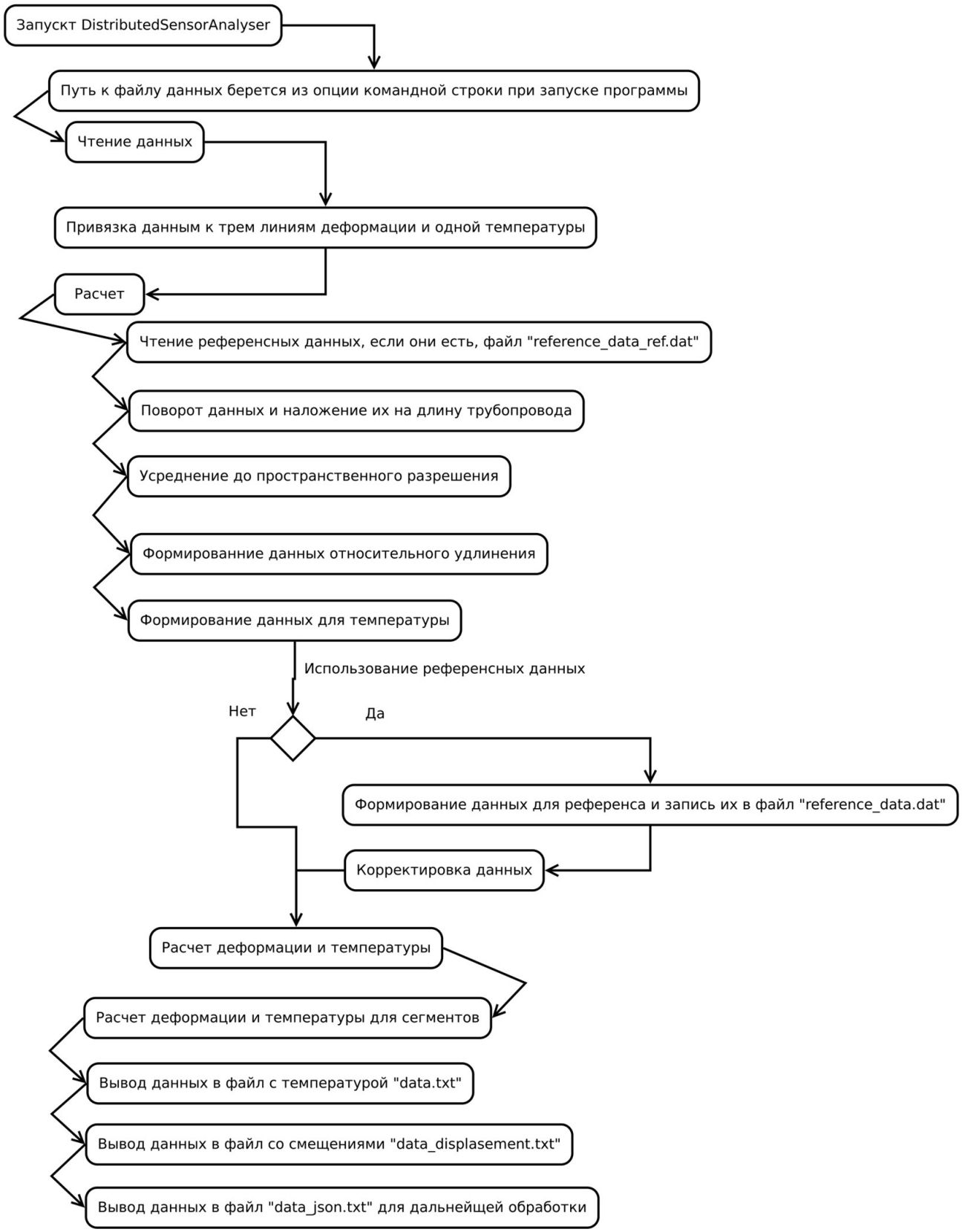
- `DistributedSensorAnalyser` – программа для расчета продольных и поперечных смещений, температуры;
- `index.php` – PHP-скрипт для запуска обработки данных с анализатора и отправки результатов измерения;
- `index_check.php` – PHP-скрипт для тестирования шины, устройств и каналов;
- `data_processing.sh` – bash-скрипт для запуска модуля через cron в контейнере;

- `config.php` – файл настроек модуля, должен быть в *gitignore*;
- `config_example.php` – пример файла настроек модуля.

DistributedSensorAnalyser

DistributedSensorAnalyser – программа для расчета продольных и поперечных смещений, температуры ОМ. В качестве входных данных принимает файл измерений Ftbviewer.

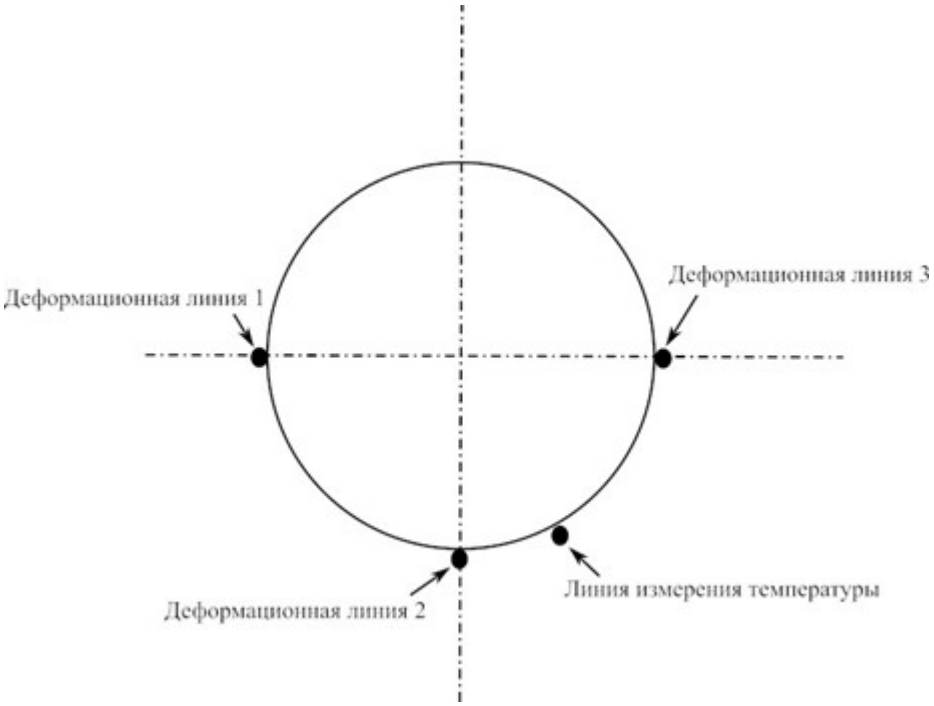
Блок-схема работы программы:



При работе программы считается, что к анализатору подключена одна линия оптоволокна, три части которого надежно приклеены к поверхности трубы и выполняют роль детектора относительного удлинения, и четвертая часть, прикрепленная, но свободно движущаяся, для измерения температуры. Три части, надежно прикрепленные к трубе под углами 90 градусов, при деформации трубы деформируются вместе с поверхностями, к которым прикреплены. Четвертая, свободно

движущая часть оптоволокна не испытывает деформационные натяжения, так как эта часть подвижная, при этом изменения в бриллюэновской частоте сдвига обусловлены температурой оптоволокна.

Схема размещения линий деформации и измерения температуры:



Настройка модуля

Настройка модуля происходит в файле *config.php*, пример содержит файл *config_example.php*.

Содержание файла *config_example.php*:

```
<?php

$api_token = 'A8WQ0N4zYPQvxbBMvPVz2ZnpAsCddgr'; //// // Токен

//$directory = '../Share/monitoring'; //  // Каталог, где берутся данные

$mask="/monitoring#ch00#s00#(.+)Z#a#bsf.txt$/uUm"; // // // Шина

//$bus='tube001'; //  // Код устройства без цифрового идентификатора

$segment_code='segm';

?>
```

Где `$api_token` — токен для доступа, `$directory` — путь к данным относительно

директории скрипта, `$mask` — маска регулярного выражения для файлов данных, `$bus` — код шины, на данный момент не используется, `$segment_code` — код сегмента без цифр.

Настройка запуска по расписанию

Для запуска модуля из консоли нужно использовать скрипт *data_processing.sh*, который запускает модуль в контейнере *docker «php»*.

Для запуска модуля по расписанию, настраивается запуск скрипта *data_processing.sh* через cron от имени root в требуемый интервал.

При новой установке необходимо проверить права на запуск как исполняемой программы *data_processing.sh RealTimeSpectrum*.

Содержание скрипта *data_processing.sh*:

```
«/opt/monitoring/dc exec -T php php
/var/www/html/Spectrogram/Analyzer/index.php»
```

Данные означают:

- `/opt/monitoring/dc` – запуск docker;
- `exec` – команда выполнить;
- `-T` – не создавать виртуальное tty-устройство для виртуальной консоли;
- `php` – запуск контейнера php;
- `php /var/www/html/Spectrogram/Analyzer/index.php` – запуск PHP-скрипта *index.php*, путь указан в среде контейнера.

Тестирование и юнит тесты

Файл *index_check.php* – примеры запросов для тестирования и проверок.

Подключения модуля в системе мониторинга

Модуль обеспечивает сбор данных с распределенного сенсора, для чего необходимо создать в системе мониторинга шину REST API(JSON) и выбрать для данной шины тип устройства «спектроанализатор».