

# **Система контроля сейсмический воздействий**

**Руководство диспетчера  
ЭТМС.06001-01 34 04 РД**

Москва  
2017

Настоящий документ представляет собой руководство диспетчера (пользователя), предназначенную для изучения принципов работы с системой контроля сейсмических воздействий.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 Область применения .....	4
2 Термины и определения .....	4
3 Обозначения и сокращения .....	5
4 Назначение и состав оборудования .....	6
5 Принцип работы единой сети сейсмических станций .....	7
5.1 Общие сведения .....	7
5.2 Обработка информации в сеймостанциях .....	8
5.3 Принцип определения координат эпицентра землетрясения. ....	9
6 Начало работы .....	12
7 Навигация по верхнему уровню .....	15
7.1 Переключение между экранами .....	15
7.2 Информационная панель .....	15
7.3 Экраны АРМ диспетчера и их основные элементы .....	15
8 Действия диспетчера .....	24
8.1 При регистрации сейсмических событий .....	24
8.2 При отказах оборудования .....	25
9 Оценка уровня сейсмического воздействия .....	26
10 Проведение электрического контроля сейсмоприемников ВС1313 .....	27
11 Перечень литературы .....	29

## 1 Область применения

Настоящий документ представляет собой руководство диспетчера (пользователя), предназначенное для изучения принципов работы на АРМ системы контроля сейсмических воздействий (СКСВ).

## 2 Термины и определения

Термины, используемые в данном документе, приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

<b>Термин</b>	<b>Определение термина</b>
Квитирование	Подтверждение диспетчером происходящих событий
STA/LTA	Алгоритм детектора, применяемого для обнаружения сейсмических событий
MSK-64	12-балльная шкала интенсивности землетрясений Медведева — Шпонхойера — Карника
Метасимвол	Символы, которые используются для замены других символов или их последовательностей

### **3 Обозначения и сокращения**

В документе используются следующие обозначения и сокращения:

АРМ – автоматизированное рабочее место;

ЕСУ – единая система управления;

МН – магистральный нефтепровод;

ПК – промышленный компьютер;

СКСВ – система контроля сейсмических воздействий;

СС – сейсмостанция;

ИВК – информационно-вычислительный комплекс;

НПС – нефтеперекачивающая станция;

ТДП – территориальный диспетчерский пункт;

РДП – резервный диспетчерский пункт;

ФМП- функция максимального правдоподобия.

## 4 Назначение и состав оборудования

СКСВ предназначена для:

- регистрации в непрерывном режиме, с привязкой к московскому времени сигналов сейсмоприемников о сейсмической обстановке в зоне их размещения, первичной обработки и хранения цифровой сейсмической информации, а также передачи в ТДП и резервный (РТДП) по выделенным каналам технологической связи непрерывного потока сейсмических данных;
- формирования сигнала тревоги «Опасное землетрясение» (вида «сухой контакт») при превышении уровня сейсмического воздействия, эквивалентного 6 баллам по шкале MSK-64 путем выдачи сигнала «сухой контакт» в контроллер линейной телемеханики (ЛТМ) для передачи в ЕСУ либо формирования сигнала тревоги «Опасное землетрясение» с передачей его по протоколу ModBus TCP в сервера ЕСУ;
- расчета координат эпицентра и магнитуды сейсмического события на основе информации, получаемой от сейсмостанций;
- расчета нагрузок на трубопровод с указанием перечня секций, подвергшихся нагрузкам, превышающим предельно допустимые значения.

Для реализации поставленных задач СКСВ включает в себя оборудование и ПО, установленное в различных точках, подлежащих контролю. Количество точек определяется протяженностью контролируемых участков. Каждая из контролируемых точек может оборудоваться трехкомпонентными акселерометрами BC1313 в комплекте с сейсморегистраторами ZET 048, либо сейсморегистраторами ZET048-C, включающими в себя сейсмоприемники, а также промышленными компьютерами с установленным специализированным ПО.

## 5 Принцип работы единой сети сейсмических станций

### 5.1 Общие сведения

СКСВ оснащена сейсмоприемниками, предназначенными для регистрации сейсмических колебаний земли в зоне их установке и преобразования колебаний в электрический сигнал.

Каждая из сеймостанций регистрирует сигналы с сейсмоприемников, производит их обработку и сохраняет в базе данных полученные результаты. Наряду с этим ведется контроль за работоспособностью сейсмоприемников.

Зарегистрированные сеймостанцией сигналы, пиковые значения ускорений, времена вступления Р- и S-фаз, рассчитанное эпицентральное расстояние, а также данные о работоспособности сейсмоприемников передаются на сервер СКСВ.

На сервере СКСВ ведётся единая база данных и архивирование всех зарегистрированных данных полученным со всех сеймостанций.

Результаты обработки передаются на АРМ для их визуализации.

На АРМ отображается:

- информация о работоспособности сеймостанций, в том числе – каждого сейсмоприемника;
- текущие исходные акселерограммы с каждого сейсмоприемника;
- текущие пиковые значения ускорений по каждой сеймостанции, и соответствующие им значения интенсивности в баллах по шкале MSK-64;
- при детектировании сейсмических воздействий как землетрясение, на карте вокруг точки сеймостанции отображается окружность радиусом, равным эпицентральному расстоянию;
- при детектировании землетрясений тремя или более сеймостанциями выводится диалоговое окно, в котором отображаются координаты эпицентра;
- результаты расчета напряженно-деформированного состояния секций ЛЧ трубопровода.

## 5.2 Обработка информации в сеймостанциях.

Сейсмоприемники преобразуют виброускорение, воздействующее на их корпуса, в электрический сигнал, пропорциональный ускорению, который подаётся на сейсморегистратор, который входит в состав сеймостанции. В сейсморегистраторе выполняется аналогово-цифровое преобразование сигнала, первичная фильтрация цифровым полосовым фильтром от 1 до 10 Гц, а также привязка сигнала к системе точного времени. Затем сигналы передаются в промышленный компьютер входящий в состав сеймостанции, который выполняет необходимые расчёты эпицентрального расстояния и уровня зарегистрированного сейсмического события.

В непрерывном режиме на каждой сеймостанции выполняются вычисления текущих пиковых значений ускорений. В случае регистрации сейсмического события при котором обнаружено превышение соответствующих пороговых значений ускорения 0,04 м/с<sup>2</sup> (для 3 баллов по MSK-64) и 0,3 м/с<sup>2</sup> (для 6 баллов по MSK-64) сеймостанцией формируются сигналы типа «сухой контакт» 3 и 6 баллов соответственно.

Сеймостанции регистрируют событие как «землетрясение» если зарегистрировано сейсмическое событие по сигналам не менее чем от двух сейсмоприемников подключенным к сеймостанции.

### 5.3 Принцип определения координат эпицентра землетрясения.

При регистрации сейсмического события сейсмостанция производит его детектирование на причастность к землетрясению и в случае если было установлено, что характер сигнала соответствует землетрясению, сейсмостанция рассчитывает времена вступления Р- и S-фаз (волн). По разнице этих времён и исходных значений скоростей распространения Р- и S-волн в грунте вычисляется эпицентральное расстояние от данной сейсмостанции до очага землетрясения. В качестве исходного значения скоростей распространения волн в зоне расположения ТС ВСТО-1 приняты:

- скорость распространения Р-волны в грунте 6,8 км/с [3];
- соотношение скоростей Р- и S- волн – 1,74 [3].

Расчет расстояния R от сейсмостанции до эпицентра землетрясения выполняется по формуле (1). Формула получена путем решения системы из двух уравнений вида  $V=R/T$ , где V скорость волны, R – расстояние, пройденное волной за время T, при этом принимается условие что расстояние R для обоих типов волн (продольной и поперечной) от эпицентра до места регистрации землетрясения равны:

$$R = (TS - TP)(CP-CS) / CP/CS, \quad (1)$$

где:

CP - скорость продольной волны (Р- волны) в грунте;

CS - скорость поперечной волны (S-волны) в грунте;

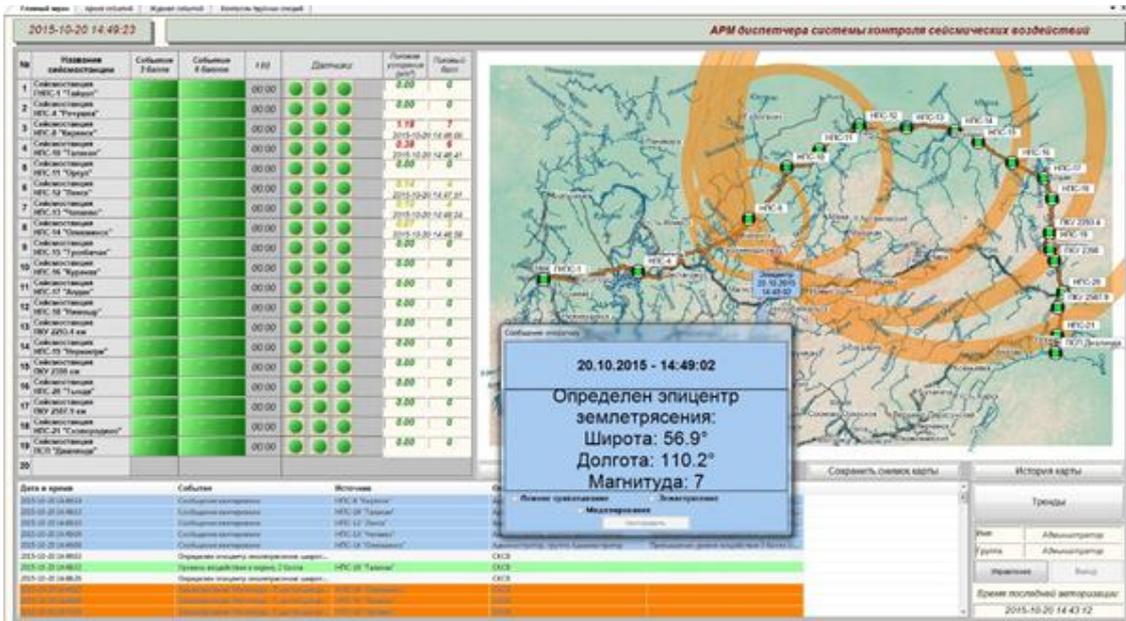
TP - время фиксации продольной волны (Р- волны) сейсмостанцией;

TS - время фиксации поперечной волны (S-волны) сейсмостанцией.

Зона расположения эпицентра по данным конкретной сейсмостанции, находящаяся на расстоянии R с центром в пункте расположения сейсмостанции, визуализируется на дисплее АРМ в виде кольца «оранжевого» цвета. Ширина кольца соответствует погрешности расчета расстояния R.

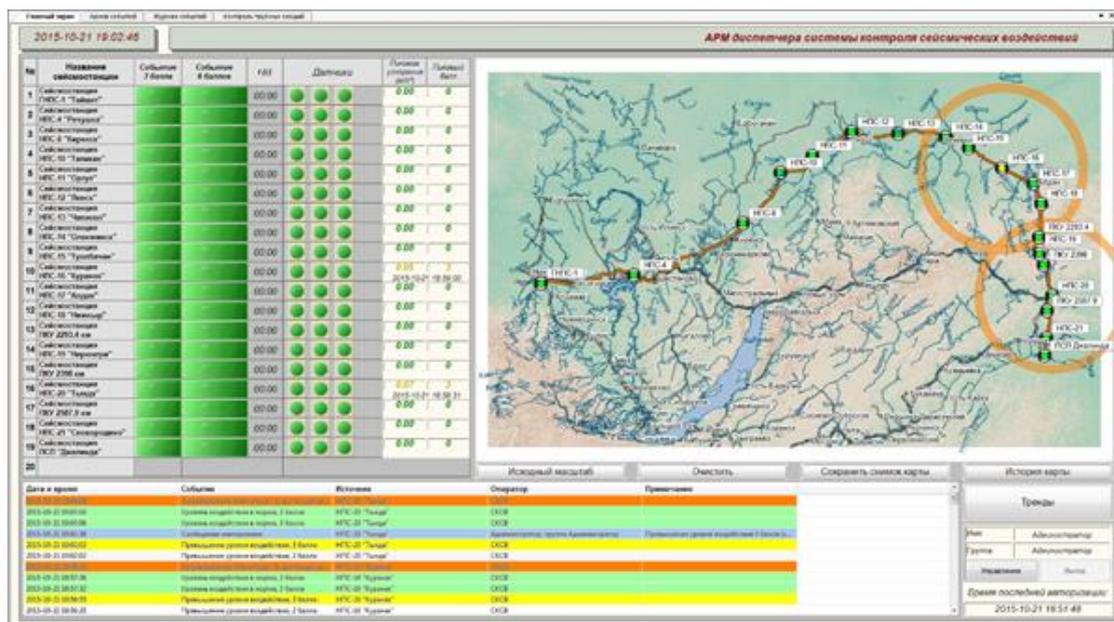
В случае, если три или более сейсмостанций фиксируют землетрясение, определяются координаты его эпицентра. Для этого программным способом строится функция максимального правдоподобия (ФМП), у которой находится минимум. Аргументами ФМП являются координаты эпицентра, параметрами ФМП являются времена вступления Р- и S-фаз для каждой из сработавших сейсмостанций. Значения аргументов ФМП, при которых наблюдается минимум функции, являются координатами эпицентра землетрясения. По максимальным амплитудам ускорений оценивается магнитуда сейсмического воздействия по шкале Рихтера. Эта ситуация визуализируется на дисплее АРМ как зона пересечения колец

«оранжевого» цвета, рассчитанных как область расположения эпицентра для каждой сейсмостанции, зафиксировавшей землетрясение (см. рис. *Рис. 5.1*).



*Рис. 5.1. Вид главного экрана АРМ при регистрации землетрясения с превышением уровня установленного для сигнализации «Опасное землетрясение» на НПС-8 и НПС-10*

В случае, если только две сейсмостанции зарегистрировали землетрясение, координаты его эпицентра определяются аналогично. Однако в этом случае в силу недостаточности информации в качестве зоны возможного расположения эпицентра фиксируются области пересечения 2-х колец «оранжевого» цвета (*Рис. 5.2*), при этом окно сообщения оператору с рассчитанными координатами зарегистрированного землетрясения не выводится.



*Рис. 5.2 Вид главного экрана АРМ при регистрации сейсмического события двумя сейсмостанциями.*

В случае, если землетрясение зафиксировано только одной сеймостанцией, визуализированное на дисплее АРМ кольцо «оранжевого» цвета используется для дальнейшей оценки воздействия землетрясения на трубопровод.

## 6 Начало работы

Для выполнения диспетчером сети сейсмических станций своих профессиональных обязанностей необходимо знание персонального компьютера и операционной системы MS Windows на уровне пользователя.

В штатном режиме работы все компоненты сети сейсмических станций должны быть установлены на объектах и соединены в соответствии с проектной документацией, а также переведены в режим функционирования (подано электропитание). При этом на АРМ, сервере и сейсмостанциях должно быть установлено, сконфигурировано и запущено программное обеспечение.

Установка и конфигурирование программного обеспечения выполняется администратором единой сети сейсмических станций.

Запуск программного обеспечения производится на ПК сейсмостанции, сервере либо АРМ и выполняется в автоматическом режиме после включения электропитания соответствующих устройств. СКСВ рассчитана на работу в непрерывном режиме, однако при возникновении необходимости может производиться отключение и включение электропитания сейсмостанций, серверов и АРМ, для чего на панелях соответствующих системных блоков кнопки "POWER" нужно перевести в положение «Отключено» либо «Включено».

Для работы на АРМ диспетчера необходимо пройти аутентификацию пользователя, для чего требуется ввести в окно (Рис. 6.1) «Логин» и соответствующий ему «пароль», при этом вводимый пароль будет маскироваться символами «точка». После ввода логина и пароля активировать кнопку «Вход» (Рис. 6.4) используя левую клавишу манипулятора «Мышь».

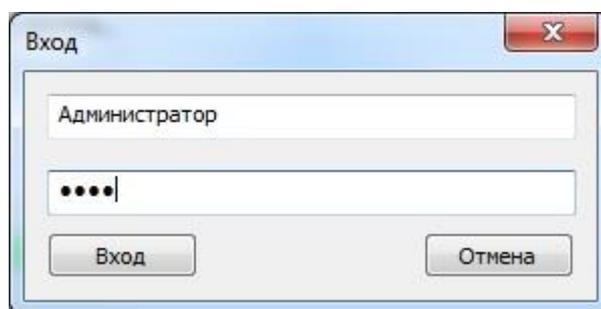


Рис. 6.1 Вид главного экрана АРМ, регистрация сейсмического события двумя сейсмостанциями.

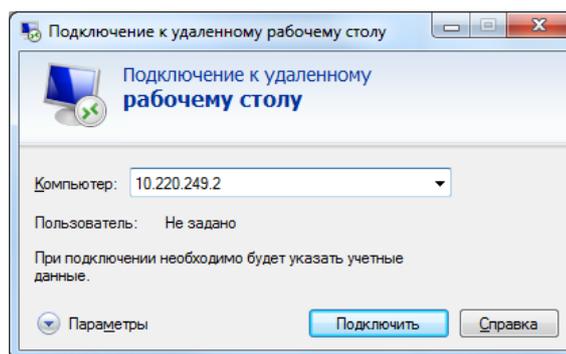
**Примечание:** Логины пользователей и соответствующие им пароли назначаются Администратором единой сети сейсмических станций

Пример вида главного экрана АРМ диспетчера приведен на *Рис. 6.2*.

*Рис. 6.2. Главный экран АРМ диспетчера*

Для входа с АРМ диспетчера на сервер необходимо в панели «Пуск» на рабочем столе выбрать папку «Стандартные» в которой активировать программу «Подключение к удаленному рабочему столу».

В открывшемся окне «Подключение к удаленному рабочему столу» (*Рис. 6.3*) в поле «Компьютер» ввести IP-адрес сервера (например: 10.220.249.2), к которому следует подключиться, после чего активировать «Подключить» используя левую клавишу манипулятора «Мышь».



*Рис. 6.3. Подключение к удаленному рабочему столу*

В открывшемся окне «Безопасность Windows» выбрать поле «Другая учетная запись» и в поля «Пользователь» и «Пароль» (Рис. 6.4) ввести Логин и соответствующий ему пароль, после чего активировать «ОК» используя левую клавишу манипулятора «Мышь».

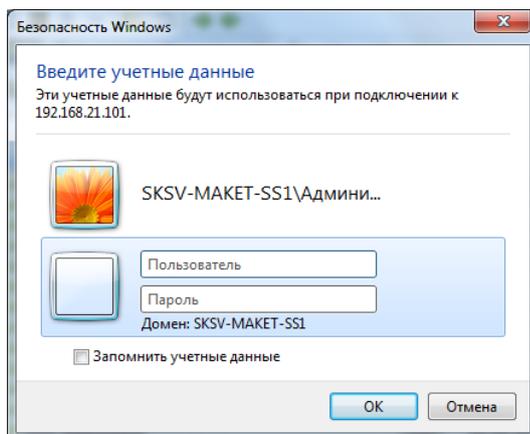


Рис. 6.4. Подключение к удаленному рабочему столу

На мониторе АРМ отобразится рабочий стол сервера сети сейсмических станций.

Вход с АРМ диспетчера на ПК сейсмостанции осуществляется аналогично выходу с АРМ диспетчера на сервер, при этом в поле «Компьютер» (Рис. 6.3) вводится IP-адрес того ПК сейсмостанции на который необходимо осуществить вход.

В случае успешного подключения к ПК сейсмостанции на экране АРМ отобразится главная страница сейсмостанции (Рис. 6.5).

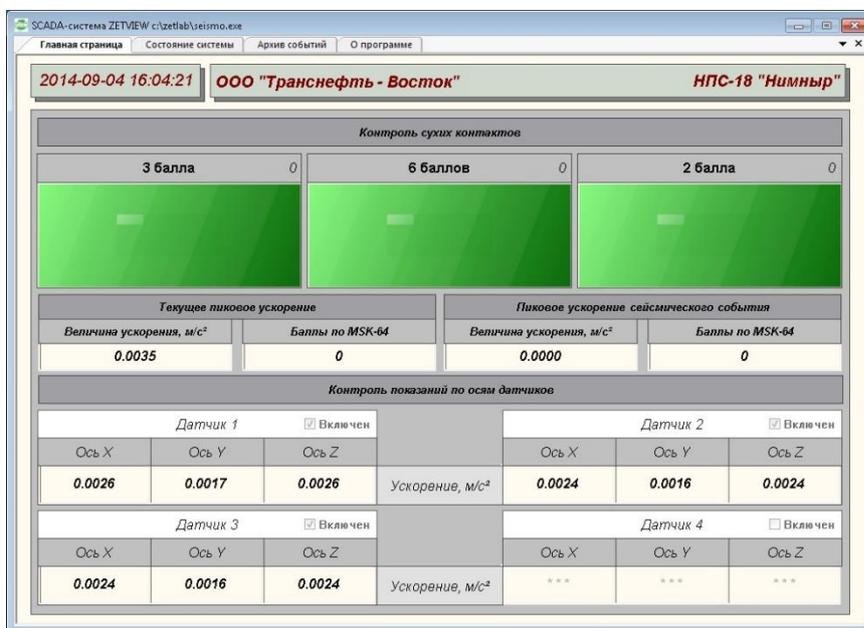


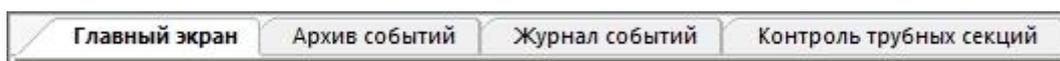
Рис. 6.5 Главная страница сейсмостанции

## 7 Навигация по верхнему уровню

Интерфейс системы отображения на АРМ диспетчера представляет собой набор мнемосхем (экранов), на которых отображается вся поступающая информация. Переход между экранами осуществляется с помощью соответствующих элементов управления.

### 7.1 Переключение между экранами

Элемент переключения между экранами (*Рис. 7.1*) располагается в верхней части экрана АРМ СКСВ и служит для перехода между основными экранами.



*Рис. 7.1 Элемент переключения между экранами*

### 7.2 Информационная панель

Информационная панель (*Рис. 7.2*) содержит:

- область, с указанием текущей даты и времени;
- область, содержащую информацию о наименовании организации и названии диспетчерского пункта.



*Рис. 7.2 Информационная панель*

### 7.3 Экраны АРМ диспетчера и их основные элементы

На главном экране АРМ выводится информация, поступающая по протоколу OPC с сервера СКСВ (сам сервер получает данные непосредственно с сейсмостанций). Здесь отображается состояние сухих контактов по каналам сейсмостанции и телемеханики (*Рис. 7.3*).

Событие 3 балла	Событие 6 баллов	t (с)
		00:00

*Рис. 7.3 Отображение состояния сухих контактов*

Индикаторы (Рис. 7.3) окрашены в зелёный цвет , если все показатели в норме, желтый  – предупреждающий сигнал о регистрации землетрясения превышающим 3 балла по шкале MSK-64, красный  – сигнализирует о том что зарегистрирован уровень сейсмического события выше 6 баллов по шкале MSK-64 («Опасного землетрясение»).

Серый цвет индикаторов сигнализирует о наличии проблем с оборудованием (канал передачи данных, сейсмоприемник, сейсмостанция). Источник неисправности следует уточнять по журналу событий.

Индикаторы состояния питания сейсмоприемников и кнопки отображения сейсмограмм по всем осям каждого сейсмоприемника сейсмостанции отображаются в средней части экрана (Рисунок 7.4)

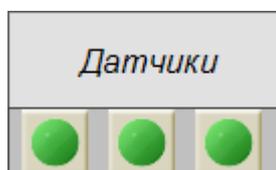


Рис. 7.4 Индикаторы состояния питания сейсмоприемников

Для просмотра регистрируемых сигналов в реальном времени необходимо активировать один из индикаторов (Рис. 7.4) при этом откроется окно с осциллограммы сигналов (Рис. 7.5) поступающих с соответствующего сейсмоприемника. Красным, синим и зеленым цветом на осциллограмме отображаются сигналы по осям X, Y и Z соответственно.

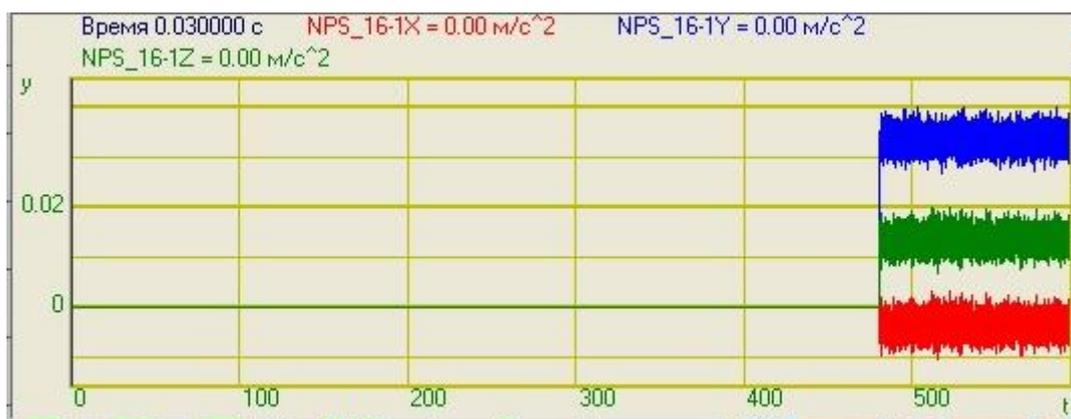


Рис. 7.5 Индикаторы состояния питания сейсмоприемников

При регистрации сейсмического события в окне с картой на главном экране АРМ диспетчера отображаются круги для тех сеймостанций, которыми событие было зарегистрировано, а также дата и время зарегистрированного землетрясения (Рис. 7.6).

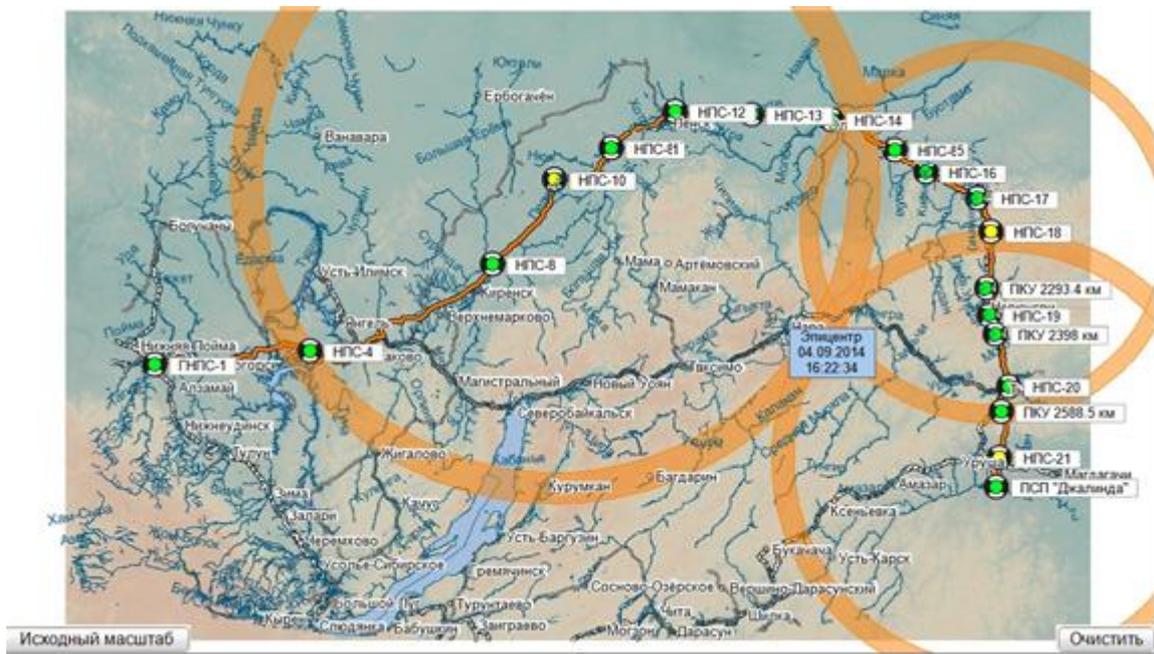


Рис. 7.6 Окно с картой на главном экране АРМ диспетчера

Для сохранения карты с зарегистрированным землетрясением необходимо активировать панель «Сохранить снимок как».

Для просмотра сохраненных карт с зарегистрированными землетрясениями необходимо активировать панель «История карты» при этом откроется доступ к папке (Рис. 7.7) в которой хранятся сохраненные ранее карты.

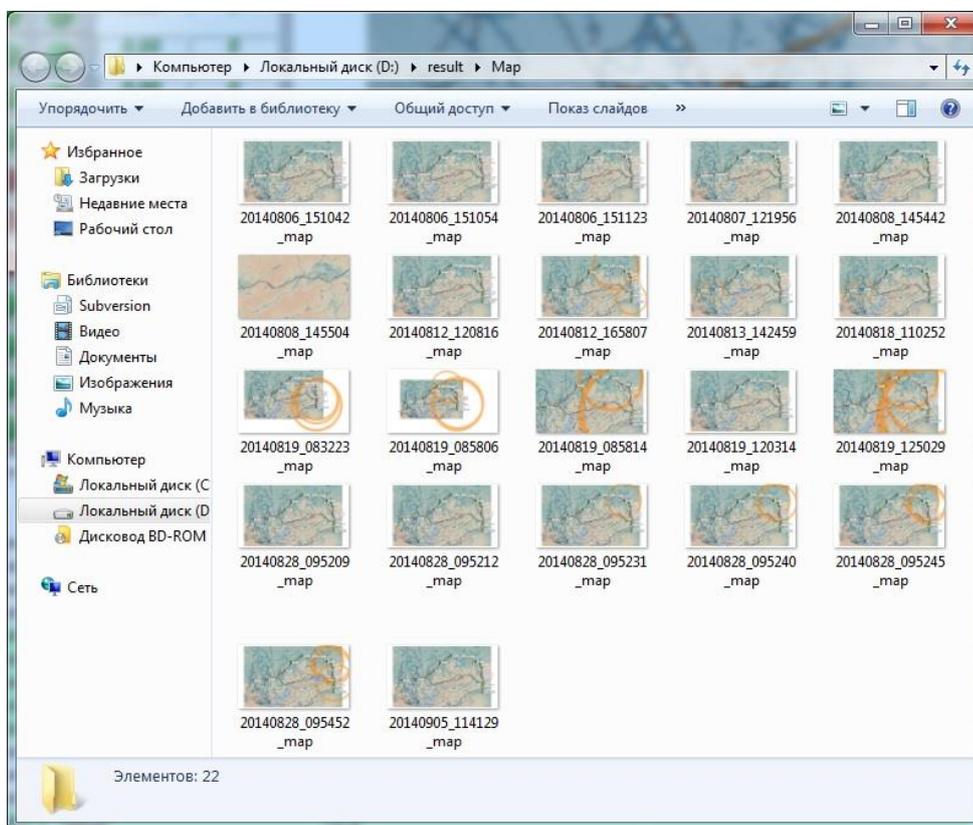


Рис. 7.7 Папка для хранения карт с зарегистрированными событиями

Журнал событий, расположенный в нижней части главного экрана АРМ диспетчера (Рис. 7.8), выводит последние 100 сообщений в хронологическом порядке (последние из зарегистрированных располагаются сверху).

Дата и время	Событие	Источник	Оператор	Примечание
2013-12-26 16:11:39	Обрыв связи	НПС-17 "Алдан"	СКСВ	
2013-12-26 16:11:36	Обрыв связи	НПС-16 "Кураман"	СКСВ	
2013-12-26 15:59:22	Определен эпицентр землетрясения: широта: 56,8835188°, долгота: 119,8153596°		СКСВ	
2013-12-26 15:59:22	Определен эпицентр землетрясения: широта: 56,8835188°, долгота: 119,8153596°		СКСВ	
2013-12-26 15:59:18	Определен эпицентр землетрясения: широта: 56,8885438°, долгота: 119,8153596°		СКСВ	
2013-12-26 15:51:00	Связь установлена	НПС-20 "Тында"	СКСВ	
2013-12-26 15:50:59	Связь установлена	НПС-18 "Ниминьир"	СКСВ	
2013-12-26 15:50:51	Связь установлена	НПС-17 "Алдан"	СКСВ	
2013-12-26 15:50:47	Связь установлена	НПС-16 "Кураман"	СКСВ	
2013-12-26 15:50:43	Обрыв связи	НПС-20 "Тында"	СКСВ	
2013-12-26 15:50:39	Обрыв связи	НПС-19 "Ниминьир"	СКСВ	
2013-12-26 15:50:36	Обрыв связи	НПС-16 "Кураман"	СКСВ	
2013-12-26 15:40:53	Обрыв связи	НПС-17 "Алдан"	СКСВ	
2013-12-26 15:44:48	Связь установлена	НПС-16 "Кураман"	СКСВ	
2013-12-26 15:44:39	Связь установлена	НПС-20 "Тында"	СКСВ	
2013-12-26 14:01:19	Сообщение кэшировано	НПС-16 "Кураман"	Администратор, группа Администратор	Землетрясение (с 26.12.2013 - 11:44:27 по 26.12.2013 - 11:44:27) - Ложное срабатывание
2013-12-26 14:01:18	Сообщение кэшировано	НПС-16 "Кураман"	Администратор, группа Администратор	Уровень воздействия 3 балла (с 26.12.2013 - 11:42:51 по 26.12.2013 - 11:43:21) - Ложное срабатывание
2013-12-26 14:01:17	Сообщение кэшировано	НПС-17 "Алдан"	Администратор, группа Администратор	Землетрясение (с 26.12.2013 - 11:44:41 по 26.12.2013 - 11:44:41) - Ложное срабатывание
2013-12-26 14:01:16	Сообщение кэшировано	НПС-17 "Алдан"	Администратор, группа Администратор	Уровень воздействия 3 балла (с 26.12.2013 - 11:43:00 по 26.12.2013 - 11:43:30) - Ложное срабатывание
2013-12-26 14:01:15	Сообщение кэшировано	НПС-18 "Ниминьир"	Администратор, группа Администратор	Землетрясение (с 26.12.2013 - 11:44:37 по 26.12.2013 - 11:44:37) - Ложное срабатывание
2013-12-26 14:01:14	Сообщение кэшировано	НПС-18 "Ниминьир"	Администратор, группа Администратор	Уровень воздействия 3 балла (с 26.12.2013 - 11:43:01 по 26.12.2013 - 11:43:31) - Ложное срабатывание

Рис. 7.8 Вид журнала событий на главном экране АРМ диспетчера

Для более подробного просмотра журнала событий необходимо перейти на экран «Журнал событий» для чего необходимо воспользоваться элементом переключения между экранами (Рис. 7.1).

В окне «Журнал событий» предусмотрено цветовое разделение типов сообщений. Информационные сообщения имеют белый фон, предупредительные – желтый, оранжевый и красный – события, связанные со срабатыванием алгоритма детектора STA/LTA и превышения уровня ускорения по шкале MSK-64 соответственно.

Для просмотра сообщений, которые были зарегистрированы раньше тех, что располагаются в журнале событий, используется экран «Архив событий».

Для перехода на экран «Архив событий» необходимо воспользоваться элементом переключения между экранами (Рис. 7.1).

Вид экрана «Архив событий» приведен на Рис. 7.9.

Дата и время	Событие	Источник	Оператор	Примечание
2014-09-04 15:51:00	Вход и администрирование пользователей		Незарегистрированный, группа Не задана	Вход пользователя Администратор, группа Админи...
2014-09-04 15:10:36	Датчик 1 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 15:10:36	Датчик 2 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 15:10:36	Контроль за превышением порога в неактивном со...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 15:10:36	Контроль за превышением порога в неактивном со...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 15:10:36	Датчик 3 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 15:10:36	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 15:10:36	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 15:10:36	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 15:10:36	Датчик 1 в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 15:10:36	Датчик 2 в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 15:10:36	Датчик 3 в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Датчик 1 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Датчик 2 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Контроль за превышением порога в неактивном со...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Контроль за превышением порога в неактивном со...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Датчик 3 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Датчик 1 в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Датчик 2 в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 14:10:35	Датчик 3 в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:57:40	Перевод на работу с сервером Ренушка	АРМ ДТД "Братск"	СКСВ	
2014-09-04 13:57:40	Перевод на работу с сервером Братск	АРМ ДТД "Братск"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Датчик 1 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Датчик 2 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Контроль за превышением порога в неактивном со...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Контроль за превышением порога в неактивном со...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Датчик 3 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Датчик 1 в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Датчик 2 в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 13:10:35	Датчик 3 в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 12:10:35	Датчик 1 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 12:10:35	Датчик 2 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 12:10:35	Контроль за превышением порога в неактивном со...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 12:10:35	Контроль за превышением порога в неактивном со...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 12:10:35	Датчик 3 не в норме	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 12:10:35	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 12:10:35	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	
2014-09-04 12:10:35	Контроль за превышением порога в активном сост...	ПНПС-1 "Тайшет"	СКСВ	

Рис. 7.9 Экран «Архив событий»

На экране «Архив событий» реализована возможность поиска сообщений.

Поиск осуществляется путем указанием фразы поиска в поле «Поисковый фильтр» на панели экрана «Архив событий» (Рис. 7.10), а также по необходимому диапазону дат, для чего нужно в соответствующих полях указать начало и конец диапазона.



Рис. 7.10 Панель экрана «Архив событий»

**Примечание:** фразу поиска можно указывать с использованием метасимволов \* и %.

Наряду с поиском в программном обеспечении реализована возможность печати и сохранения результатов поиска, либо архива в целом, для чего на панели экрана «Архив событий» имеются соответствующие поля (Рис. 7.10).

Для того чтобы произвести печать информации из архива необходимо на панели экрана «Архив событий» активировать «Печать», при этом откроется окно предварительного просмотра в котором также следует активировать «Печать», после чего в окне настройки параметров печати выбрать при необходимости требуемые параметры, после чего активировать символ с изображением принтера.

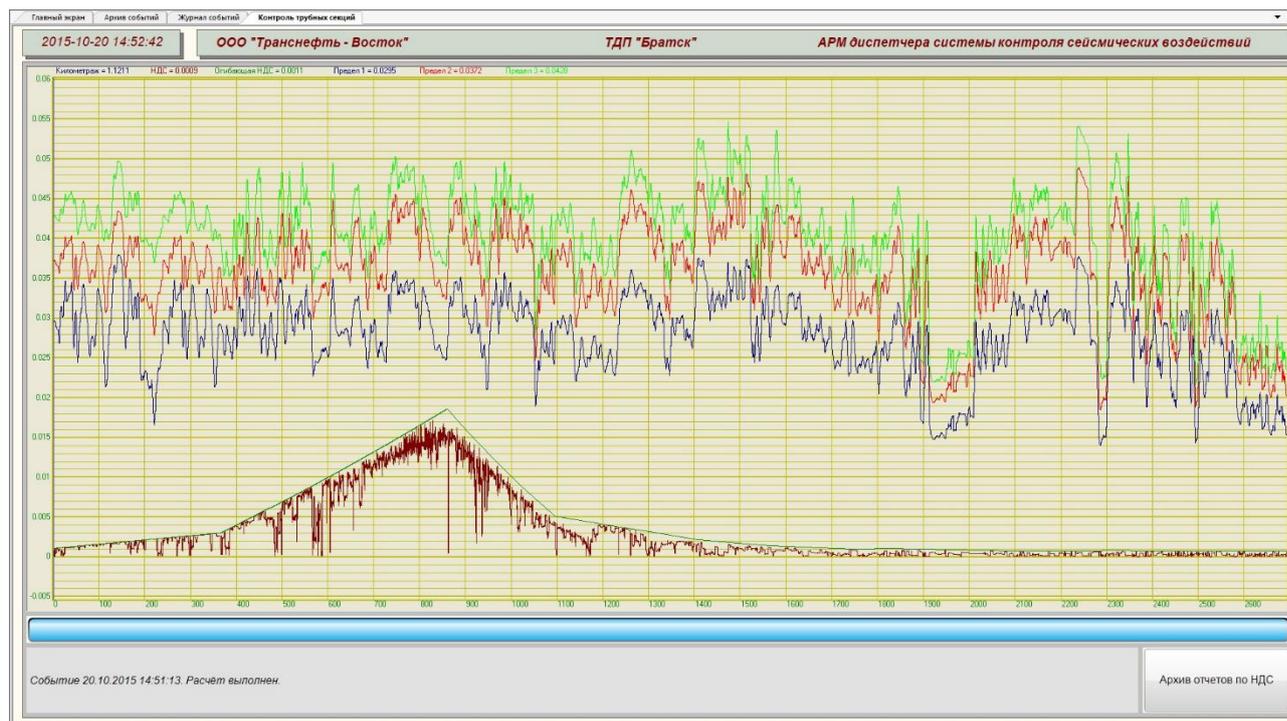
Для того чтобы сохранить информацию из архива необходимо на панели экрана «Архив событий» активировать «Excel», в открывшемся окне программы «EXCEL» выбрать в разделе «Файл» опцию «Сохранить как», затем необходимо выбрать путь для сохранения, а также присвоить имя сохраняемому файлу, после чего активировать «Сохранить».

Программное обеспечение единой сети сейсмических станций выполняет расчет нагрузок на трубные секции для каждого зарегистрированного события.

На экране «Контроль трубных секций» отображается график нагрузок для трубных секций рассчитанный по последнему зарегистрированному системой сейсмическому событию.

Для перехода на экран «Контроль трубных секций» необходимо воспользоваться элементом переключения между экранами (Рис. 7.1).

Вид экрана АРМ диспетчера «Контроль трубных секций» приведен на *Рис. 7.11*.



*Рис. 7.11 Программа «Мониторинг напряженности трубных секций»*

На графике представлено три вида установленных уровней нагрузок для трубных секций:

- первый уровень (зеленый цвет на графике) - обозначает допустимую рабочую нагрузку;
- второй уровень (синий цвет на графике) – обозначает предел текучести;
- третий уровень (красный цвет на графике) – обозначает предел прочности.

Уровни рассчитанных значений нагрузок для каждой из трубных секций по последнему зарегистрированному сейсмическому событию отображаются на графике коричневым цветом.

По каждому зарегистрированному событию на АРМ диспетчера в папке «D:\Results\ArchivNDS» формируются подпапки вида «a\_YYMMDD\_hhmmss» (где YY - год, MM - месяц, DD - день, hh - часы, mm - минуты и ss - секунды момента обнаружения сейсмического событий) в которых размещаются файлы в формате:

«PipeReaction-N-M.html» - файл с таблицей характеристик трубных секций между смежными НПС (где «N-M» определяет соответствие участку между НПС);

«PipeReport.html» - файл с протоколом;

«PipePicture.bmp» - файл с графиком НДС по зарегистрированному событию.

В совокупности файлы «PipeReaction-N-M.html» образуют сводную таблицу «Результат обработки» (Рис. 7.12).

**Результат обработки 10.04.2014 17:09:57**

Номер	Характеристика	Коорд. X	Коорд. Y	Коорд. Z	Напр. трубы X	Напр. трубы Y	Напр. трубы Z	Напр. собит. X	Напр. собит. Y	Напр. собит. Z	Ускорение X	Ускорение Y	Ускорение Z	Период X	Период Y	Период Z	Макс. ускорение	Макс. период
10	0.000087	60.408302	120.843834	342.670013	0.674367	0.722140	-0.154087	-0.145493	-0.988901	0.030111	0.035486	0.044656	0.034591	0.601077	0.601077	0.601077	0.050849	0.601077
20	0.000078	60.408340	120.843903	342.700012	0.646999	0.714089	-0.267338	-0.145501	-0.988900	0.030112	0.035487	0.044657	0.034591	0.601070	0.601070	0.601070	0.045601	0.601070
30	0.000077	60.408363	120.843948	341.440002	0.639124	0.715801	-0.281335	-0.145506	-0.988899	0.030115	0.035488	0.044657	0.034592	0.601066	0.601066	0.601066	0.044915	0.601066
40	0.000079	60.408386	120.843987	339.630005	0.646248	0.718443	-0.257299	-0.145510	-0.988898	0.030120	0.035488	0.044658	0.034592	0.601061	0.601061	0.601061	0.046117	0.601061
50	0.000079	60.408417	120.844040	338.440002	0.600033	0.755983	-0.261629	-0.145516	-0.988897	0.030123	0.035489	0.044658	0.034592	0.601056	0.601056	0.601056	0.046005	0.601056
60	0.000086	60.408428	120.844063	338.410004	0.607083	0.774729	-0.176765	-0.145518	-0.988897	0.030123	0.035489	0.044658	0.034593	0.601054	0.601054	0.601054	0.050228	0.601054
70	0.000093	60.408432	120.844063	338.399994	0.567428	0.819677	-0.078451	-0.145518	-0.988897	0.030123	0.035489	0.044658	0.034593	0.601054	0.601054	0.601054	0.050229	0.601054
80	0.000096	60.408447	120.844093	338.339996	0.572193	0.819743	-0.024839	-0.145522	-0.988896	0.030124	0.035489	0.044658	0.034593	0.601051	0.601051	0.601051	0.056056	0.601051
90	0.000096	60.408451	120.844093	338.329987	0.567192	0.823166	-0.026286	-0.145521	-0.988896	0.030124	0.035489	0.044658	0.034593	0.601050	0.601050	0.601050	0.055981	0.601050
100	0.000096	60.408470	120.844131	338.250000	0.616055	0.787221	-0.027560	-0.145526	-0.988896	0.030124	0.035489	0.044659	0.034593	0.601047	0.601047	0.601047	0.056066	0.601047
110	0.000096	60.408485	120.844154	338.200012	0.608065	0.793378	-0.028425	-0.145528	-0.988895	0.030124	0.035490	0.044659	0.034593	0.601044	0.601044	0.601044	0.056028	0.601044
120	0.000096	60.408546	120.844261	337.910004	0.640606	0.767374	-0.027594	-0.145540	-0.988894	0.030126	0.035491	0.044659	0.034594	0.601034	0.601034	0.601034	0.056052	0.601034
130	0.000096	60.408627	120.844391	337.589996	0.630946	0.775417	-0.025202	-0.145554	-0.988891	0.030127	0.035492	0.044660	0.034595	0.601021	0.601021	0.601021	0.056152	0.601021
140	0.000096	60.408646	120.844421	337.540009	0.635862	0.771420	-0.024284	-0.145557	-0.988891	0.030128	0.035492	0.044661	0.034595	0.601017	0.601017	0.601017	0.056180	0.601017
150	0.000096	60.408669	120.844460	337.500000	0.586604	0.809346	-0.029236	-0.145562	-0.988890	0.030128	0.035493	0.044661	0.034595	0.601014	0.601014	0.601014	0.055955	0.601014
160	0.000095	60.408726	120.844559	337.269989	0.590962	0.864590	-0.038996	-0.145572	-0.988889	0.030129	0.035494	0.044662	0.034596	0.601004	0.601004	0.601004	0.055846	0.601004
170	0.000087	60.408779	120.844589	336.869995	0.272064	0.960746	-0.054304	-0.145574	-0.988888	0.030131	0.035495	0.044662	0.034596	0.600997	0.600997	0.600997	0.056087	0.600997
180	0.000065	60.408791	120.844589	336.769989	-0.114632	0.991364	-0.063692	-0.145574	-0.988888	0.030131	0.035495	0.044662	0.034596	0.600995	0.600995	0.600995	0.038004	0.600995
190	0.000035	60.408813	120.844528	336.359985	-0.478036	0.876315	-0.059606	-0.145563	-0.988890	0.030132	0.035496	0.044663	0.034597	0.600988	0.600988	0.600988	0.020108	0.600988
200	0.000014	60.408913	120.844360	335.869995	-0.659135	0.750444	-0.048720	-0.145537	-0.988894	0.030134	0.035497	0.044664	0.034598	0.600973	0.600973	0.600973	0.008435	0.600973
210	0.000005	60.408978	120.844200	335.440002	-0.734812	0.677036	-0.040906	-0.145512	-0.988897	0.030136	0.035498	0.044665	0.034599	0.600960	0.600960	0.600960	0.007240	0.600960
220	0.000008	60.409027	120.844093	335.149994	-0.712285	0.708004	-0.039035	-0.145496	-0.988900	0.030137	0.035499	0.044665	0.034599	0.600951	0.600951	0.600951	0.004665	0.600951
230	0.000021	60.409035	120.844070	335.100006	-0.608446	0.792588	-0.039958	-0.145492	-0.988900	0.030137	0.035499	0.044665	0.034599	0.600949	0.600949	0.600949	0.012419	0.600949
240	0.000047	60.409084	120.844025	334.820007	-0.365391	0.929098	-0.041966	-0.145484	-0.988902	0.030138	0.035500	0.044666	0.034600	0.600942	0.600942	0.600942	0.027112	0.600942
250	0.000071	60.409100	120.844025	334.769989	-0.045696	0.998156	-0.039959	-0.145483	-0.988902	0.030138	0.035500	0.044666	0.034600	0.600940	0.600940	0.600940	0.041579	0.600940
260	0.000087	60.409149	120.844063	334.570007	0.243617	0.969336	-0.032212	-0.145486	-0.988901	0.030139	0.035501	0.044667	0.034601	0.600933	0.600933	0.600933	0.050833	0.600933
270	0.000095	60.409164	120.844086	334.529999	0.475239	0.879582	-0.021988	-0.145485	-0.988901	0.030140	0.035501	0.044667	0.034601	0.600931	0.600931	0.600931	0.055399	0.600931
280	0.000097	60.409190	120.844109	334.510010	0.577141	0.816472	-0.016775	-0.145491	-0.988900	0.030140	0.035502	0.044667	0.034601	0.600928	0.600928	0.600928	0.056378	0.600928
290	0.000097	60.409248	120.844223	334.399994	0.630373	0.776167	-0.013958	-0.145503	-0.988899	0.030141	0.035503	0.044668	0.034602	0.600917	0.600917	0.600917	0.056567	0.600917
300	0.000097	60.409328	120.844360	334.250000	0.639918	0.768242	-0.017594	-0.145518	-0.988896	0.030142	0.035504	0.044669	0.034603	0.600903	0.600903	0.600903	0.056427	0.600903
310	0.000096	60.409409	120.844498	334.000000	0.648442	0.760908	-0.023268	-0.145533	-0.988894	0.030143	0.035506	0.044670	0.034603	0.600890	0.600890	0.600890	0.056208	0.600890
320	0.000096	60.409492	120.844643	333.570007	0.651204	0.758356	-0.028802	-0.145549	-0.988892	0.030145	0.035507	0.044671	0.034604	0.600875	0.600875	0.600875	0.056002	0.600875
330	0.000096	60.409569	120.844780	333.160004	0.651435	0.757950	-0.033821	-0.145565	-0.988889	0.030147	0.035508	0.044672	0.034605	0.600862	0.600862	0.600862	0.055820	0.600862
340	0.000096	60.409649	120.844917	332.750000	0.653519	0.755999	-0.037122	-0.145580	-0.988887	0.030149	0.035510	0.044673	0.034606	0.600848	0.600848	0.600848	0.055694	0.600848
350	0.000096	60.409729	120.845055	332.290009	0.653071	0.756309	-0.038651	-0.145595	-0.988885	0.030151	0.035511	0.044674	0.034607	0.600835	0.600835	0.600835	0.055641	0.600835
360	0.000095	60.409805	120.845192	331.820007	0.650621	0.758246	-0.041896	-0.145610	-0.988882	0.030153	0.035512	0.044674	0.034608	0.600822	0.600822	0.600822	0.055529	0.600822
370	0.000095	60.409885	120.845329	331.329987	0.650408	0.757933	-0.050071	-0.145625	-0.988880	0.030155	0.035514	0.044675	0.034609	0.600808	0.600808	0.600808	0.055227	0.600808

Рис. 7.12 Вид сводной таблицы «Результат обработки»

Вид протокола в файле «PipeReport.html» приведен на *Рис. 7.13*.

### РАСЧЁТ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ТРУБОПРОВОД

Нефтепровод:	МН ВСТО-1
Объект:	Участок НПС №1 - НПС №21
Начало расчётного участка:	0.00 км (секция № -100)
Конец расчётного участка:	2691.14 км (секция № 152810)
Протяжённость расчётного участка:	2691.14 км
Диаметр трубопровода:	1067 мм / 1220 мм
Зарегистрировано:	Сейсмостанция НПС-8 "Куренск"
	широта: 58.259583
	долгота: 108.703035
Дата сейсмического события:	20.10.2015 14:51:13 МСК
Зафиксированная интенсивность (баллов):	7.1
Максимальное ускорение (см/с <sup>2</sup> ):	108.134

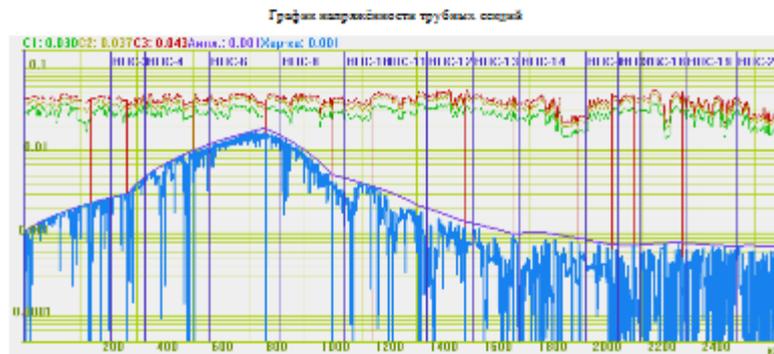


Таблица 1. Трубные секции, по которым требуется остановка парковки нефти с проведением наружного контроля сварных стыков и визуальном-измерительного контроля тела трубы до возобновления парковки

№ п/п	Номер секции	Расстояние по трассе, км	Категория участка	Толщина стенки, мм

Таблица 2. Трубные секции, на которых требуется остановка проведения наружного контроля сварных стыков и визуальном-измерительного контроля тела трубы без остановки парковки нефти

№ п/п	Номер секции	Расстояние по трассе, км	Категория участка	Толщина стенки, мм

Таблица 3. Трубные секции, по которым требуется перерасчёт ОАО ЦТД "Давител" дефектов труб и сварных соединений на прочность и долговечность с учётом рассчитанных колебаний и продольных напряжений на данном участке при сейсмическом событии

№ п/п	Номер секции	Расстояние по трассе, км	Категория участка	Толщина стенки, мм

*Рис. 7.13 Вид протокола, файл «PipeReport.html»*

Протокол содержит в себе три таблицы, каждая из которых предназначена для отображения превышения одного из установленных уровней нагрузок, при этом таблицы протокола остаются пустым до тех пор, пока рассчитанный уровень для тех или иных секций не начинает превышать какой-либо из установленных уровней нагрузок.

## 8 Действия диспетчера

Основной задачей диспетчера сети сейсмических станций является мониторинг сейсмической обстановки в зоне ее расположения и оперативного реагирования в случае регистрации землетрясения.

В случае если сейсмическое событие в зоне расположения сейсмических станций превысило предельно допустимый уровень, а также в случаях возникновения внештатных ситуаций диспетчер обязан действовать в соответствии с настоящим руководством и в соответствии с внутренними инструкциями эксплуатирующей организации.

### 8.1 При регистрации сейсмических событий

Любое зарегистрированное сетью сейсмических станций событие выводится на экран АРМ диспетчера.

Диспетчер обязан квити́ровать событие (см рис.5.1), относя событие к ложным срабатываниям СКСВ либо к действительным сейсмическим событиям. К действительным сейсмическим событиям следует относить сейсмические события, зарегистрированные сейсмоприемниками со значениями ускорений более  $0,15 \text{ м/с}^2$  либо с рассчитанными уровнями магнитуды в эпицентре более 3.

На карте зеленой линией отмечена контрольная зона МН ВСТО-1. Ширина контрольной зоны определена таким образом, что ее край обозначает границу сейсмического события с магнитудой 9 при котором уровень сейсмического воздействия (по шкале МСК-64) в месте пролегания трубопровода может составить 6 баллов.

При регистрации сейсмических событий на экране АРМ диспетчера на карте с МН ВСТО-1 отображаются круги оранжевого цвета (см рис 5.1...5.3), определяющие расчетное место расположения эпицентра для каждой из сеймостанций зарегистрировавших сейсмическое событие. Ширина границ круга, отображаемого для каждой из сеймостанций зарегистрировавших сейсмическое событие связана с погрешностью определения расстояния. Область пересечения кругов, отображаемая на карте АРМ диспетчера определяет расчетную зону расположения эпицентра сейсмического события. При регистрации сейсмического события более чем двумя сеймостанциями автоматически определяются и выводятся на экран окно с координатами зарегистрированного сейсмического события (см. рис. 5.1 и 5.2).

Для случаев, когда расчетная зона расположения эпицентра сейсмического события каким-либо образом пересекается, либо касается контрольной зоны, диспетчер обязан произвести квити́рование сейсмического события как зарегистрированное, а также

произвести обязательную оценку уровня сейсмического воздействия при помощи программы «Мониторинг напряженности трубных секций» в соответствии с методикой, представленной в разделе 9 настоящего руководства.

В случаях, когда сейсмическое событие привело к превышению предельно допустимых уровней нагрузок (на каких-либо секциях МН ВСТО-1), диспетчер обязан руководствоваться требованиями, приведенными в ОР-23.040.00-КТН-068-12 [4].

## **8.2 При отказах оборудования**

О любых обнаруженных фактах в нарушении работы единой сети сейсмических станций (сбоев в работе ПО, отказах оборудования и т.п.) диспетчер должен незамедлительно сообщать дежурному инженеру электронику эксплуатирующей организации.

## 9 Оценка уровня сейсмического воздействия

Для принятия решения о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации ЛЧ после сейсмического воздействия, зафиксированного СКСВ, установлено 3 уровня нагрузок на секции ЛЧ трубопровода:

Уровень 1. Допустимая рабочая нагрузка (зеленый цвет графика см. рис. 7.11) на секцию Фраб, определенная проектом.

Уровень 2. Нагрузка на секцию F1, при которой напряжения в стенке трубы достигают предела текучести (желтый цвет графика см. рис. 7.11).

Уровень 3. Нагрузка на секцию F2, при которой напряжения в стенке трубы достигают предела прочности (красный цвет графика см. рис. 7.11).

Решения, принимаемые по результатам расчета сейсмического воздействия на секции ЛЧ.

*При условии  $F_{\text{сумм}} \leq F_{\text{раб}}$ :*

- Эксплуатацию продолжить в проектном режиме. Компенсирующие мероприятия не требуются.

*При условии  $F_{\text{раб}} < F_{\text{сумм}} \leq F1$*

- Эксплуатацию продолжить в проектном режиме. Выдать задание ОАО ЦТД «Диаскан» на перерасчет дефектов с учетом корректировки цикличности. По результатам корректировки выполнить принять решение об условиях эксплуатации/компенсирующих мероприятиях.

*При условии  $F1 < F_{\text{сумм}} \leq F2$*

- Эксплуатацию продолжить. Выдать задание ОАО ЦТД «Диаскан» на проведение внеплановой ВТД в сроки согласно регламенту ВТД в части проведения внеплановой диагностики с дальнейшим перерасчетом дефектов с учетом корректировки цикличности. До проведения внеплановой ВТД эксплуатацию выполнять в режиме, при котором обеспечивается нагрузка на секции трубопровода, определяемая по формуле:

$$F3 = F_0 - F_{\text{сейсм.}}$$

*При условии  $F2 < F_{\text{сумм}}$*

- Эксплуатацию прекратить. Выдать задание ОАО ЦТД «Диаскан» на:  
 - проведение внеплановой ВТД в сроки согласно регламенту ВТД в части проведения внеплановой диагностики;  
 - проведение ДДК секций, для которых выполнено условие.

По результатам ВТД и ДДК выполнить перерасчет дефектов с учетом корректировки цикличности.

## 10 Проведение электрического контроля сейсмоприемников ВС1313

Диагностику работоспособности сейсмоприемников ВС1313 выполнять удаленно с АРМ единой сети сейсмических станций в следующей последовательности:

- зайти на АРМ под учетной записью Администратора
- зайти с использованием удаленного рабочего стола на компьютеры сейсмостанций, для которых необходимо выполнить проверку сейсмоприемников и остановить на них программное обеспечение единой сети сейсмических станций.
- на рабочем столе компьютеров сейсмостанций активировать при помощи левой клавиши манипулятора «мышь» ярлык программы «Проверка датчиков по генератору» при этом будут запущены программы из пакета ZETLAB (см. *Рис. 10.1*):

- Окно программы «Генератор сигналов»;
- Три окна программы «Многоканальный осциллограф» соответственно для сейсмоприемников №1...№3, при этом в каждой программе отображается окно с тремя каналами для компонентов X, Y и Z;
- Три окна программы «Вольтметр постоянного тока» для контроля электропитания сейсмоприемников №1...№3;
- Девять окон программы «Вольтметр переменного тока» для контроля сигналов, регистрируемых сейсмоприемниками при проведении электрического контроля.



Рис. 10.1 Вид запущенных программ при электрическом контроле

- включить сигнал электрического контроля на сейсмоприемники путем активирования при помощи левой клавиши манипулятора «мышь» кнопок «Добавить» и «Включить» в окне программы «Генератор сигналов»;
- считать среднеквадратические значения ускорений, отображаемые в окнах программ «Вольтметр переменного тока» по каналам X, Y и Z для каждого из проверяемых сейсмоприемников;
- считать значения постоянного напряжения отображаемого в окнах программы «Вольтметр постоянного тока» для каждого из проверяемых сейсмоприемников;
- убедиться в наличии сигналов синусоидальной формы в окнах программы «Многоканальный осциллограф» для каждого из проверяемых сейсмоприемников;
- проверка электрического контроля считается успешной если среднеквадратические значения ускорений находятся в диапазоне от 0,15 до 0,24 м/с<sup>2</sup>, значения постоянного напряжения находятся в пределах 2400...3000 мВ (в некоторых случаях в диапазоне 3400...4000мВ);
- остановить программы, используемые для проведения электрического контроля;
- возобновить работу программного обеспечения единой сети сейсмических станций.

## 11 Перечень литературы

[1]	Пузырев Н.Н. «Методы и объекты сейсмических исследований. Введение в общую сейсмологию» Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 1997 г.
[2]	Скорость распространения упругих волн. Геологический словарь: в 2-х томах. — М.: Недра. Под редакцией К. Н. Паффенгольца и др.. 1978.
[3]	Андреев Т.А., Мишин С.В., Нагорных Т.В., Поплавская Л.Н. Программа и некоторые результаты определения на ЭВМ эпицентров Приморья и Приамурья. В кн. Применение ЭВМ в сейсмологической практике. Методологические работы ЕССР. М., Наука, 1985, с. 28-35.
[4]	ОР-23.040.00-КТН-068-12 Контроль технического состояния оборудования и сооружений линейной части МН, НПС и РП ООО «Востокнефтепровод» после землетрясений в районах с сейсмической активностью более 6 баллов по шкале MSK-64.