

*Общество с ограниченной ответственностью
«Электронные технологии и метрологические системы»*

**СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
УРОВНЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
(СКСВ)**

**Программное обеспечение
подбора параметров под конкретные условия
применения компонента
«Выделение сейсмических событий из группы»**

**Руководство оператора
ЭТМС.06002-01 34 01 РО**

2016

Содержание

Аннотация.....	3
1.Перечень используемых сокращений	4
2.Назначение ПО подбора параметров детектирования	5
3.Общие сведения о настраиваемых параметрах детектирования.....	6
4.Условия применения ПО подбора параметров детектирования	7
5.Работа ПО подбора параметров детектирования.....	8
6.Сохранение результатов работы ПО подбора параметров детектирования	9
7.Назначение ПО подбора параметров классификации	10
8.Общие сведения о параметрах классификации.....	11
9.Условия применения По подбора параметров классификации.....	12
10.Работа ПО подбора параметров классификации	13
11.Сохранение результатов работы ПО подбора параметров классификации.....	14
Приложение А. Практическая работа с ПО подбора параметров детектирования	15
Приложение Б. Практическая работа с ПО подбора параметров классификации	17

Аннотация

Настоящее руководство оператора предназначено для операторов, работающих с программным обеспечением (ПО) подбора параметров под конкретные условия применения компонента SCADA-системы ZETView «Выделение сейсмических событий из группы» (ВССГ), являющегося частью ПО СКСВ. Задачей данного ПО является подбор оптимальных параметров компонента ВССГ.

ВССГ предназначен для детектирования и классификации событий, приходящих от группы компонентов «Обнаружитель сейсмических событий». Поэтому у данного компонента существует ПО подбора параметров детектирования события и ПО подбора параметров классификации события.

1. Перечень используемых сокращений

ВССГ – компонент SCADA-системы ZETView «Выделение сейсмических событий из группы».

МАП – мгновенный адаптивный порог.

ОС – операционная система.

ОСС – компонент SCADA-системы ZETView «Обнаружитель сейсмических событий».

ПО – программное обеспечение.

СКСВ – система контроля уровня сейсмических воздействий. Программный пакет, предназначенный для определения и анализа сейсмической обстановки в некотором регионе. Создан на базе SCADA-системы ZETView. Разрабатывается и поставляется ООО «ЭТМС».

ПОД – ПО подбора параметров детектирования событий ВССГ.

ПОК – ПО подбора параметров классификации событий ВССГ.

ФВЧ – фильтр высоких частот.

ФНЧ – фильтр низких частот.

ЭТМС – ООО «Электронные технологии и метрологические системы»

EMA – exponential moving average – экспоненциальное скользящее среднее

SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition (диспетчерское управление и сбор данных) – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. (см. сайт Википедия <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA>)

SNR – signal-to-noise ratio – отношение сигнал/шум.

STA/LTA – Short Time Average / Long Time Average.

ZETLab – пакет программ, предназначенных для цифровой обработки сигналов в реальном масштабе времени. Разрабатывается и поставляется ООО «ЭТМС».

ZETView – SCADA-система, разработанная на основе пакета ZETLab. Разрабатывается и поставляется ООО «ЭТМС».

2. Назначение ПО подбора параметров детектирования

Сейсмостанция СКСВ представляет собой набор, состоящий из нескольких датчиков, различной аналоговой и цифровой аппаратуры и промышленного компьютера со специализированным ПО. Это ПО разработано как ZETView-проект, основанный на нескольких компонентах ОСС (по количеству датчиков в составе сейсмостанции) и одного компонента ВССГ. Датчики сейсмостанции расположены на расстоянии несколько сотен метров друг от друга, что повышает надёжность работы сейсмостанции. Каждый из ОСС, работающий с одним датчиком, анализируя выходной сигнал этого датчика, принимает собственное решение о том произошло или нет сейсмическое событие. Если принято решение о наличии события, ОСС определяет параметры события (тип, временные и энергетические характеристики события) и передаёт их в ВССГ. На основе информации от всех ОСС ВССГ принимает решение о событии, т. е. выполняется детектирование и классификация события на уровне сейсмостанции, и если событие признано сейсмическим, то определяются его суммарные характеристики, которые передаются серверу СКСВ.

ПОД предназначено для настройки параметров ВССГ, отвечающих за детектирование событий.

ПОД позволяет автоматизировать процесс выбора значений параметров, оптимальных для конкретной сейсмостанции. Для работы ПОД требуется файл со структурами, содержащими характеристики одного события от разных ОСС какой-либо сейсмостанции.

3. Общие сведения о настраиваемых параметрах детектирования

Детектирование событий в ВССГ реализовано с помощью временного фильтра событий ОСС. ВССГ получает от ОСС сейсмостанции информацию о событиях, которую он запоминает. По мере поступления новых данных анализируются последние события, по которым принимается решение о том, что произошло событие. Старая информация удаляется из памяти.

Датчики сейсмостанции располагаются друг от друга на расстоянии нескольких сотен метров, поэтому для реального землетрясения, очаг которого располагается на глубине нескольких десятков километров, можно считать, что расстояние от очага для каждого из датчика одинаково. А, следовательно, времена начала событий у разных ОСС не должны сильно изменяться. Считается, что если разница времён начала событий у разных ОСС меньше некоторого порогового значения, называемого длительностью временного окна, то у этих событий один и тот же источник. По умолчанию длительность временного окна задается величиной 10 сек.

Если «возраст» события становится больше некоторого порогового значения, называемого временем жизни события, то такое событие из памяти ВССГ удаляется. Время жизни событий по умолчанию задано величиной 60 сек.

Если во временное окно детектирования попадают события нескольких ОСС, то рассчитывается отношение этого числа и количества работоспособных на данный момент ОСС (датчиков). Это отношение, переведенное в проценты, сравнивается с пороговым значением. Если полученная величина превышает пороговое значение, то данное событие считается реальным, характеристики этого события сработавших датчиков передаются в блок классификации ВССГ. По умолчанию пороговое значение задано величиной 49,0 %, что позволяет в случае, когда половина ОСС обнаружили событие, считать это событие реальным.

4. Условия применения ПО подбора параметров детектирования

Для работы ПОД можно выделить любой компьютер с операционной системой Windows, не старше Windows 7. Требования к характеристикам компьютера см. в описании ПО ZETLab.

На этом компьютере необходимо установить ПО ZETLab и ZETView. На компьютер в конечную папку ZETLab скопировать файл tr_dtct_sc.exe. В папку SCADA-проектов ZETView – tr_dtct_sc.zvx. Первый файл – это исполняемый файл ПОД. Второй файл – исходный файл проекта ПОД.

Для возможности запуска исполняемого файла ПОД к компьютеру необходимо подключить электронный ключ ZETKey или какое-либо устройство аналогового ввода компании ООО «ЭТМС». Ключ (устройство ввода) должен иметь прошивку для работы со SCADA-проектами ZETView.

Исходными данными для работы ПОД является файл с промежуточными результатами работы всех ОСС, создаваемый реальными проектами во время своей работы. Этот файл имеет расширение «sqlite». В нем должны быть сохранены структуры от всех ОСС сейсмостанции. Обязательными в этом файле являются ежесекундные структуры пиковых значений ускорения ОСС, ежесекундные структуры результатов детектора STA/LTA ОСС и структуры с параметрами событий, определённые в ОСС.

Для правильной работы ПОД на компьютере должна существовать папка «...\ZETLab\structures_definitions\», в которой должны быть следующие файлы (обеспечивается при правильной установке ПО ZETLab):

- «8001003b.zbinary1»;
- «8001002a.zbinary1»;
- «80010019.zbinary1».

5. Работа ПО подбора параметров детектирования

Выполнив требования предыдущего пункта, можно приступить к работе с ПОД.

Вначале необходимо скопировать на компьютер записи событий (sqlite-файл), предназначенные для подбора параметров детектирования, например: записи от ОСС, полученные во время события, которое было неправильно классифицировано сейсмостанцией СКСВ.

После этого запустить программу tr_dtct_sc.exe. На мониторе появится окно ПОД, см. рис. 1., в котором будет отображаться главная вкладка ПОД «Результаты».

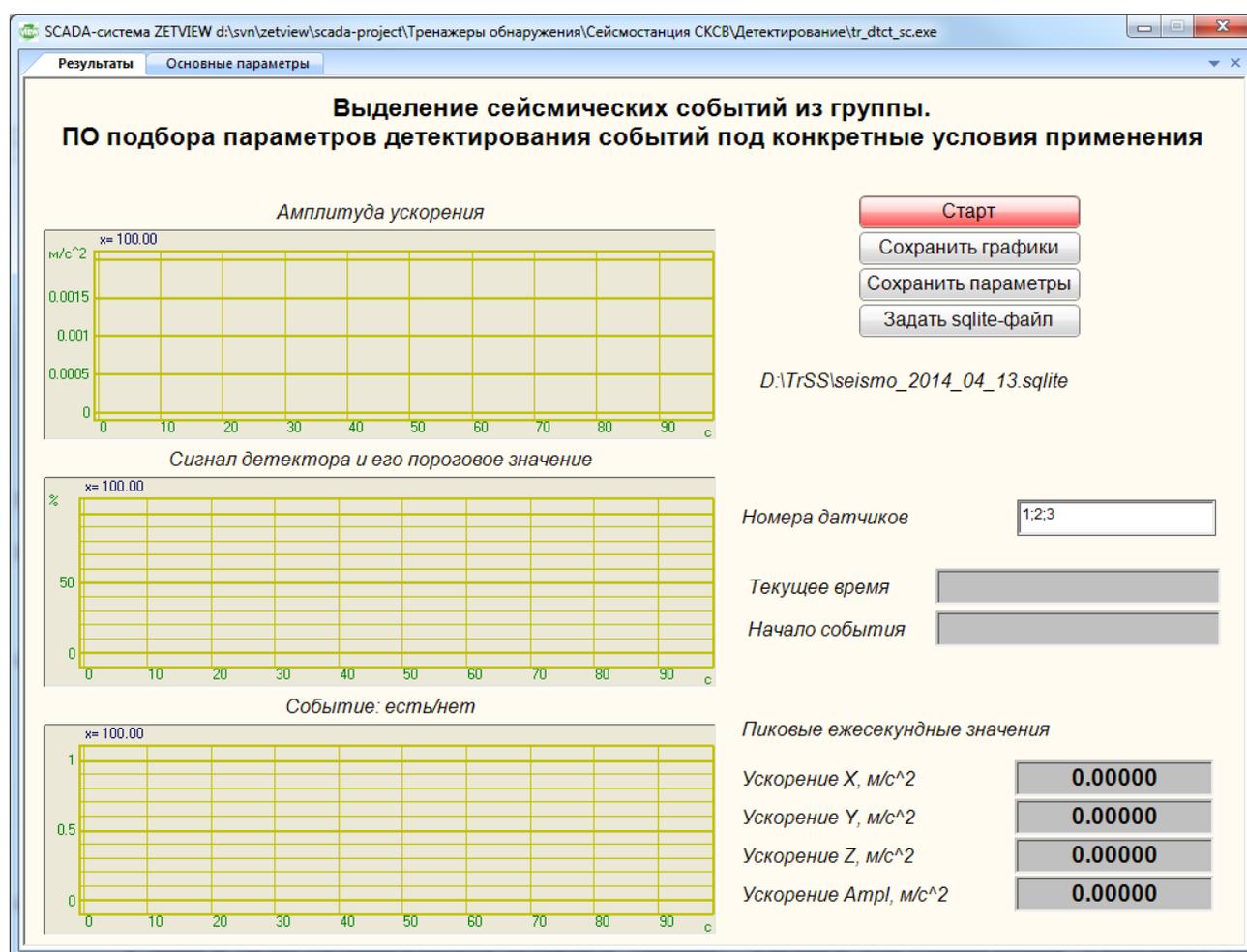


Рисунок 1. – Вкладка «Результаты» окна ПОД

Слева в окне отображаются графики, справа – кнопки для управления, элементы для задания входных сигналов и различные индикаторы.

Кнопка “Старт/Стоп” предназначена для запуска и остановки работы ПОД. С помощью кнопки “Сохранить графики” можно сохранять графики в формате dtu. Кнопка

«Сохранить параметры» в конце работы ПОД позволяет сохранять текущие значения параметров в текстовый файл.

Кнопка «Задать sqlite-файл» позволяет выбрать скопированный заранее файл с исходными данными. При этом под этой кнопкой будет отображено имя и путь выбранного файла.

Если в выбранном sqlite-файле данные от нескольких ОСС, то с помощью поля ввода, располагаемого ниже кнопки «Задать sqlite-файл», можно задать номера только тех ОСС, данные от которых хотелось-бы использовать при подборе параметров.

Ещё ниже в окне ПОД расположены индикаторы для отображения текущего времени и времени начала события. Время в этих индикаторах отображается в формате «ДД.ММ.ГГГГ ЧЧ:ММ:СС».

ВССГ по пиковым ежесекундным значениям ускорения от всех ОСС сейсмостанции определяет аналогичные значения для сейсмостанции в целом, которые отображаются в соответствующих индикаторах под временными индикаторами.

В левой стороне окна ПОД представлены три графика. Верхний график отображает временную зависимость амплитуды пикового значения ускорения сейсмостанции в м/с^2 . Средний — сигнал детектора ВССГ и значение его пороговое значение. Нижний — осциллограмму логического сигнала есть/нет сигнал детектора ВССГ. Ось X всех графиков — это время в секундах относительно времени начала работы ПОД. По мере работы ПОД диапазон отображаемых времен увеличивается от 0 до 1000 сек. После этого он не изменяется. Количество отображаемых точек на графиках одинаковое.

Все три графика синхронизированы по оси времени (ось X). При изменении положения временного курсора или параметров отображения времен (время начала или конца отображаемого интервала) на любом графике аналогичные изменения будут выполнены и на двух других графиках.

Стоит отметить, что детектор ВССГ — это детектор, предназначенный для обнаружения события сейсмостанции, в состав которой входит несколько ОСС. При этом тип этого события определяет не детектор ВССГ, а классификатор ВССГ. Сигнал детектора ВССГ — это безразмерная величина. Пороговое значение детектора — это величина, значение которого задаётся на вкладке «Основные параметры».

Окно ПОД имеет вторую вкладку: «Основные параметры», представленную на рисунке 2. На этой вкладке отображены значения параметров детектирования, заданные по умолчанию, и пределы, в которых могут изменяться эти параметры.

Значения параметров на этой вкладке можно изменять. Для этого надо навести

указатель манипулятора «мышь» (далее по тексту мышь) на изменяемую цифру. Кликнуть по ней левой кнопкой мыши (далее по тексту кликнуть), она подсветится, и вращая колёсико мыши можно изменять цифру. Описанная процедура изменения значения относится ко всем представленным параметрам.

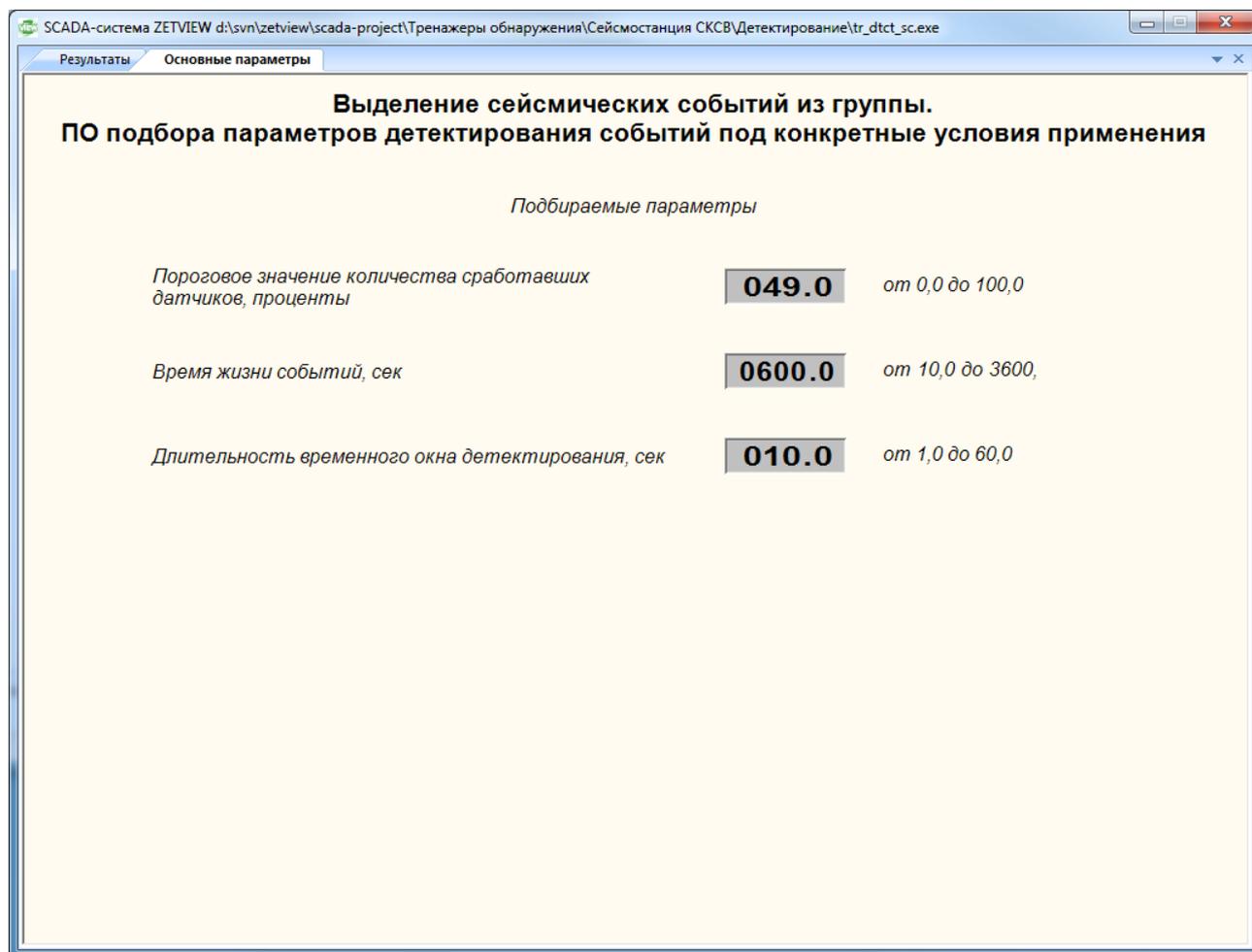


Рисунок. 2. – Окно ПОД. Вкладка «Основные параметры»

После задания требуемых значений всем параметрам следует вернуться на главную вкладку ПОД.

Далее в данном тексте представлены рисунки, отображающие работу ПОД с файлом, полученным одной сейсмостанцией из трёх ОСС, которая зарегистрировала землетрясение 13 апреля 2014 г. в Сибири.

Для запуска ПОД кликнуть по красной кнопке ПОД «Старт». Кнопка станет зелёной и поменяет свой текст на «Стоп». Начнётся чтение данных из sqlite-файла, которое может быть достаточно продолжительным (до нескольких десятков секунд). После завершения

чтения данных на графиках появятся кривые, временной индикатор и индикаторы пиковых значений ускорения начнут отображать разные числа. Окно ПОД приобретёт вид, представленный на рис 3. Во всех трёх графиках должно отображаться одинаковое количество точек, не превышающее интервал времени в 1000 сек.

Время, отображаемое в индикаторе «Текущее время» будет показывать время данных.

На среднем графике пороговое значение, являющейся константой, отображается горизонтальной зелёной линией. Сигнал детектора ВССГ (красная линия) в большинстве случаев равен 0, поэтому он отображается на графике горизонтальной линией, проходящей поперек оси X.

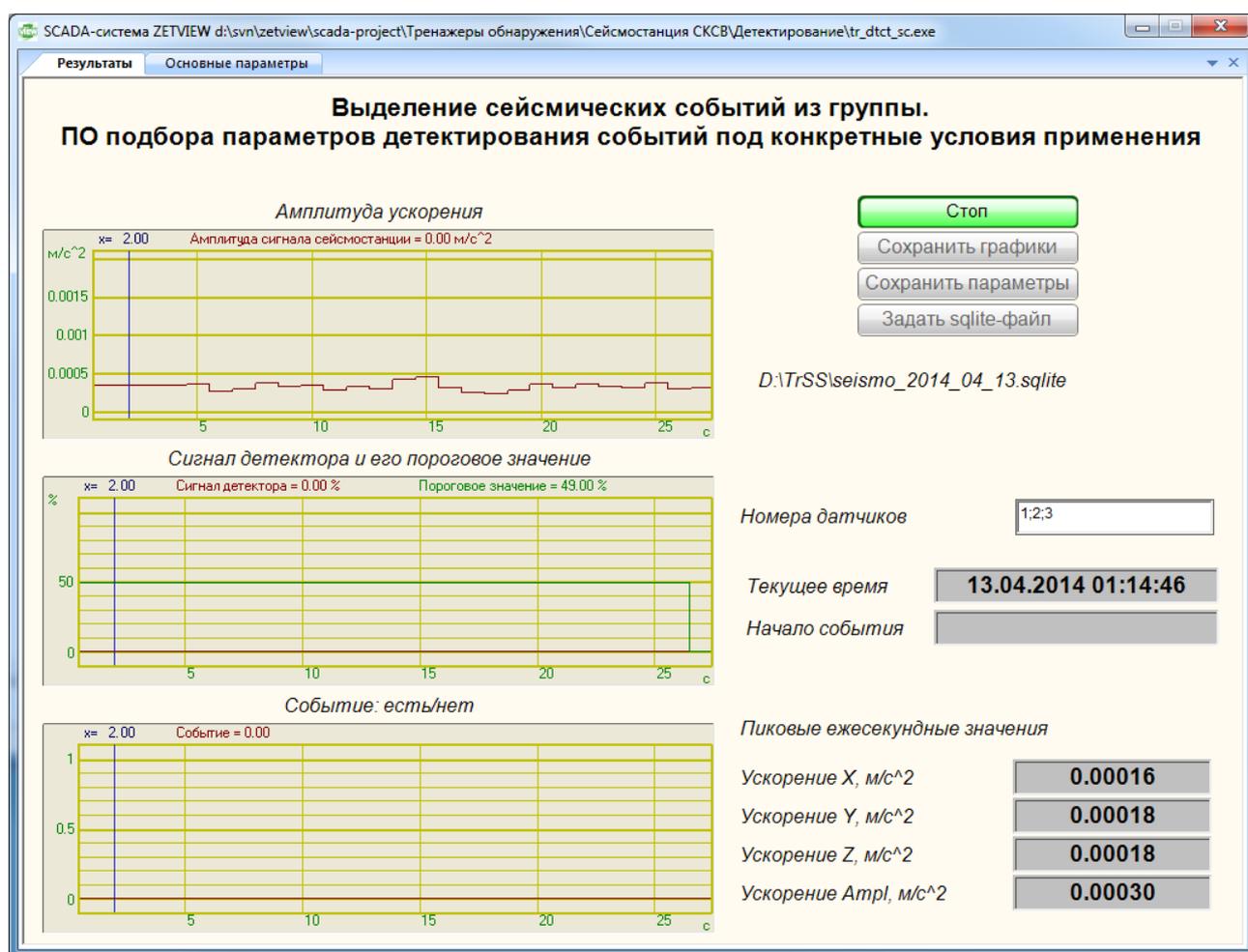


Рисунок 3. – Вкладка «Результаты» в течении первых секунд работы ПОД

На рисунке 4 представлено окно ПОД во время регистрации сейсмостанцией реального землетрясения. На верхнем графике значения ускорения превысили фоновые значения на 3 порядка. Сигнал детектора ВССГ при этом кратковременно стал равным 100

%, а, следовательно, превысил пороговое значение, равное 49 %, что привело к появлению сигнала на нижнем графике.

ВССГ проанализировал данные о событии, пришедшие к нему от всех ОСС, и определил время начала события, которое в окне ПОД отображено в индикаторе «Время события».

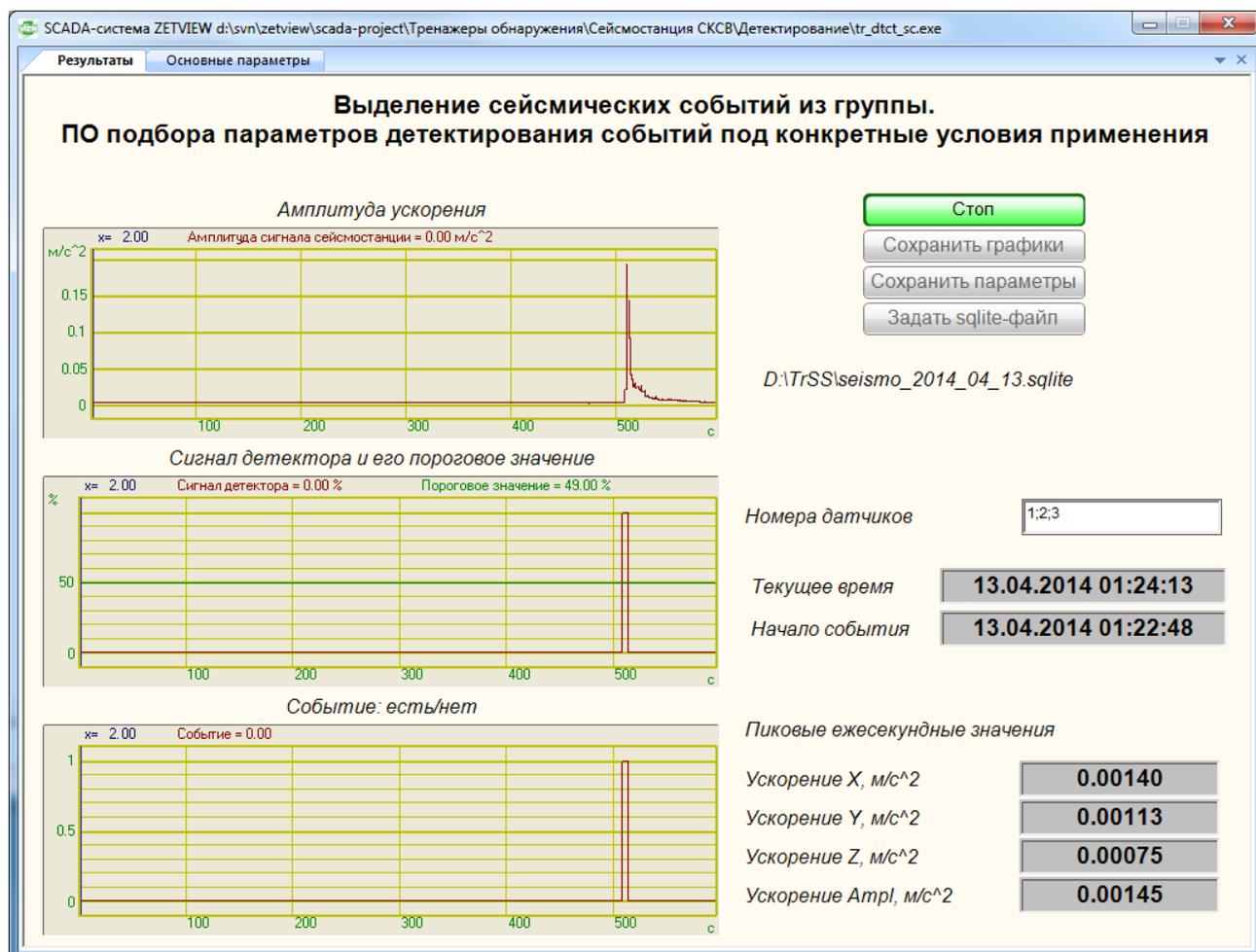


Рисунок 4. – Вкладка «Результаты» с событием,
которое является землетрясением

После того, как все данные из sqlite-файла будут обработаны в ПОД, индикаторы текущего времени и пиковых значений перестанут обновляться. Работу ПОД можно остановить, кликнув по зелёной кнопке «Стоп». Кнопка станет красной и её текст изменится на «Старт». Остановить работу ПОД также можно в любой момент, в том числе не дожидаясь завершения обработки данных из sqlite-файла.

После остановки работы ПОД имеется возможность рассмотреть графики в более

крупном масштабе. Для этого с помощью штатных возможностей графического компонента ZETLab можно на любом графике изменить временной интервал отображения. При этом автоматически на остальных графиках временной интервал изменится аналогичным образом, см. рисунок 5.

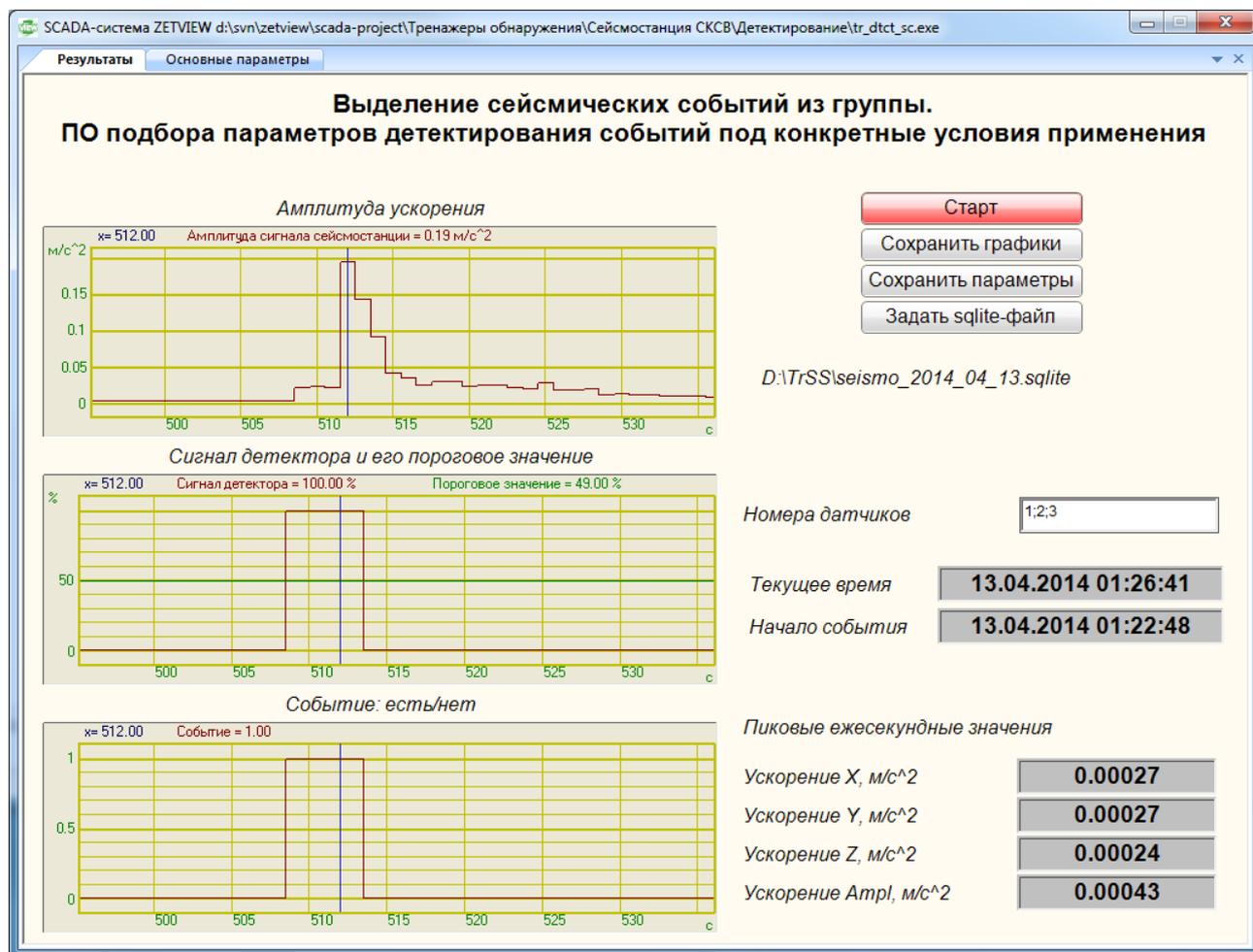


Рисунок 5. – Подробное отображение графиков с событием

Более подробно результаты работы ПОД на разных событиях с разными параметрами приведены в приложении А.

6. Сохранение результатов работы ПО подбора параметров детектирования

С помощью кнопки «Сохранить графики» можно будет конвертировать графики в файлы типа «dtu». После клика мышью по этой кнопке поочерёдно будет три раза вызван стандартный диалог выбора файла для сохранения данных. Вначале для верхнего графика, затем для среднего, и в конце — для нижнего графика. В каждом из этих случаев можно либо задать имя файла и место его расположения, либо отказаться от сохранения графика. dtu-файлы можно просматривать программой «Просмотр результатов».

После клика по кнопке «Сохранить параметры» будет вызван диалог выбора файла для сохранения величин параметров в текстовом файле. Ниже приведён пример такого файла.

```
//-----  
Количество датчиков = 49  
Время жизни структур = 600  
Длительность окна = 10  
//-----
```

7. Назначение ПО подбора параметров классификации

Если детектор ВССГ принимает решение о наличии некоторого события (по результатам анализа данных о событиях от всех ОСС, работающих с данным ВССГ), то включается в работу код, отвечающий за классификацию найденного события. А именно: принимается решение о том, что найденное событие является сейсмическим или нет. Если событие признаётся сейсмическим, то делается предположение о том, что это землетрясение, и определяются параметры этого землетрясения. В противном случае, когда принимается решение о том, что событие не сейсмическое, событие объявляется ложным.

Код классификации реализован в виде набора из нескольких алгоритмов классификации событий, по результатам работы которых и определяется тип события.

У каждого из этих алгоритмов есть свой набор параметров. Параметры алгоритмов имеют некоторые значения по умолчанию, которые задаются в начале работы ПО. Такие значения не всегда будут оптимальными для всех сейсмостанций, т. к. условия эксплуатации у разных сейсмостанций могут отличаться, см. раздел 2. Поэтому параметрам алгоритмов классификации можно задать разные значения. ПОК позволяет автоматизировать процесс выбора значений параметров, оптимальных для конкретной сейсмостанции.

Для работы ПОК требуется файл со структурами, содержащими характеристики одного события от разных ОСС какой-либо сейсмостанции.

8. Общие сведения о параметрах классификации

В данном разделе руководства даётся краткое описание параметров ВССГ, настраиваемых с помощью ПОК.

Классификация событий в ВССГ реализована с помощью набора алгоритмов классификации событий ВССГ. Каждый из используемых алгоритмов определяет наличие в сигнале определенного типа событий, назовём его характерным событием алгоритма. Характерные события таких алгоритмов — это либо сейсмическое событие типа землетрясение, либо ложное событие. Поэтому и алгоритмы можно разделить на два типа: алгоритмы, которые классифицируют события детектора ВССГ как землетрясение, и алгоритмы, которые классифицируют события детектора ВССГ как ложное событие.

Если детектор ВССГ обнаруживает какое-либо событие, то он определяет параметры этого события, и, затем, эти параметры передаются на все используемые алгоритмы классификации ВССГ. По результатам работы этих алгоритмов принимается окончательное решение о типе обнаруженного события, с соответствующей реакцией на это событие.

Среди параметров события есть пиковые значения виброускорения, виброскорости и виброперемещения за время события для каждого датчика. В ВССГ используются три алгоритма классификации, в которых сравниваются значения этих пиковых значений от разных датчиков:

- алгоритм в котором анализируются пиковые значения виброускорения от разных датчиков;
- алгоритм в котором анализируются пиковые значения виброскорости от разных датчиков;
- алгоритм в котором анализируются пиковые значения виброперемещения от разных датчиков.

Все эти три алгоритма имеют одинаковые характерные события — ложные события, т. е. каждый из этих алгоритмов отвечает на вопрос: ложное событие или нет? Алгоритмы однотипны, различны только входные данные, поэтому рассмотрим только один алгоритм, в котором анализируются пиковые значения виброускорения.

Если обнаруженное событие — это землетрясение, то названные пиковые величины виброускорения у всех датчиков должны быть приблизительно одинаковыми. В рассматриваемом алгоритме определяются все возможные пары из датчиков, определивших событие. Для каждой пары рассчитывается отношение максимального значения виброускорения к минимальному значению. Среди полученных отношений определяется максимальное. Если оно больше пороговой величины для данного алгоритма, то событие

считается ложным.

Для всех трех алгоритмов пороговые величины имеют значение по умолчанию, равное 10.

9. Условия применения ПО подбора параметров классификации

Для работы ПОК можно выделить любой компьютер с операционной системой Windows, не старше Windows 7. Требования к характеристикам компьютера см. в описании ПО ZETLab.

На этом компьютере необходимо установить ПО ZETLab и ZETView. На компьютер в конечную папку ZETLab скопировать файл `tr_clss_sc.exe`. В папку SCADA-проектов ZETView – `tr_clss_sc.zvx`. Первый файл – это исполняемый файл ПОС. Второй файл – исходный файл проекта ПОС.

Для возможности запуска исполняемого файла ПОК к компьютеру необходимо подключить электронный ключ ZETKey или какое-либо устройство аналогового ввода компании ООО «ЭТМС». Ключ (устройство ввода) должен иметь прошивку для работы со SCADA-проектами ZUEView.

Исходными данными для работы ПОД является файл с промежуточными результатами работы всех ОСС, создаваемый реальными проектами во время своей работы. Этот файл имеет расширение «sqlite». В нем должны быть сохранены структуры от всех ОСС сейсмостанции. Обязательными в этом файле являются ежесекундные структуры пиковых значений ускорения ОСС, ежесекундные структуры результатов детектора STA/LTA ОСС и структуры с параметрами событий, определённые в ОСС.

Для правильной работы ПОК на компьютере должна существовать папка «...\\ZETLab\\structures_definitions\\», в которой должны быть следующие файлы (обеспечивается при правильной установке ПО ZETLab):

- «8001003b.zbinary1»,
- «80010045.zbinary1».

10. Работа ПО подбора параметров классификации

Выполнив требования предыдущего пункта, можно приступить к работе ПОК. Вначале необходимо скопировать на компьютер sqlite-файл с промежуточными результатами ОСС, которые были неправильно классифицированы проектом сейсмостанции. После этого запустить программу tr_cls_sc.exe. На мониторе появится окно ПОК, см. рис. 6., в котором будет отображаться главная вкладка ПОК «Результаты».

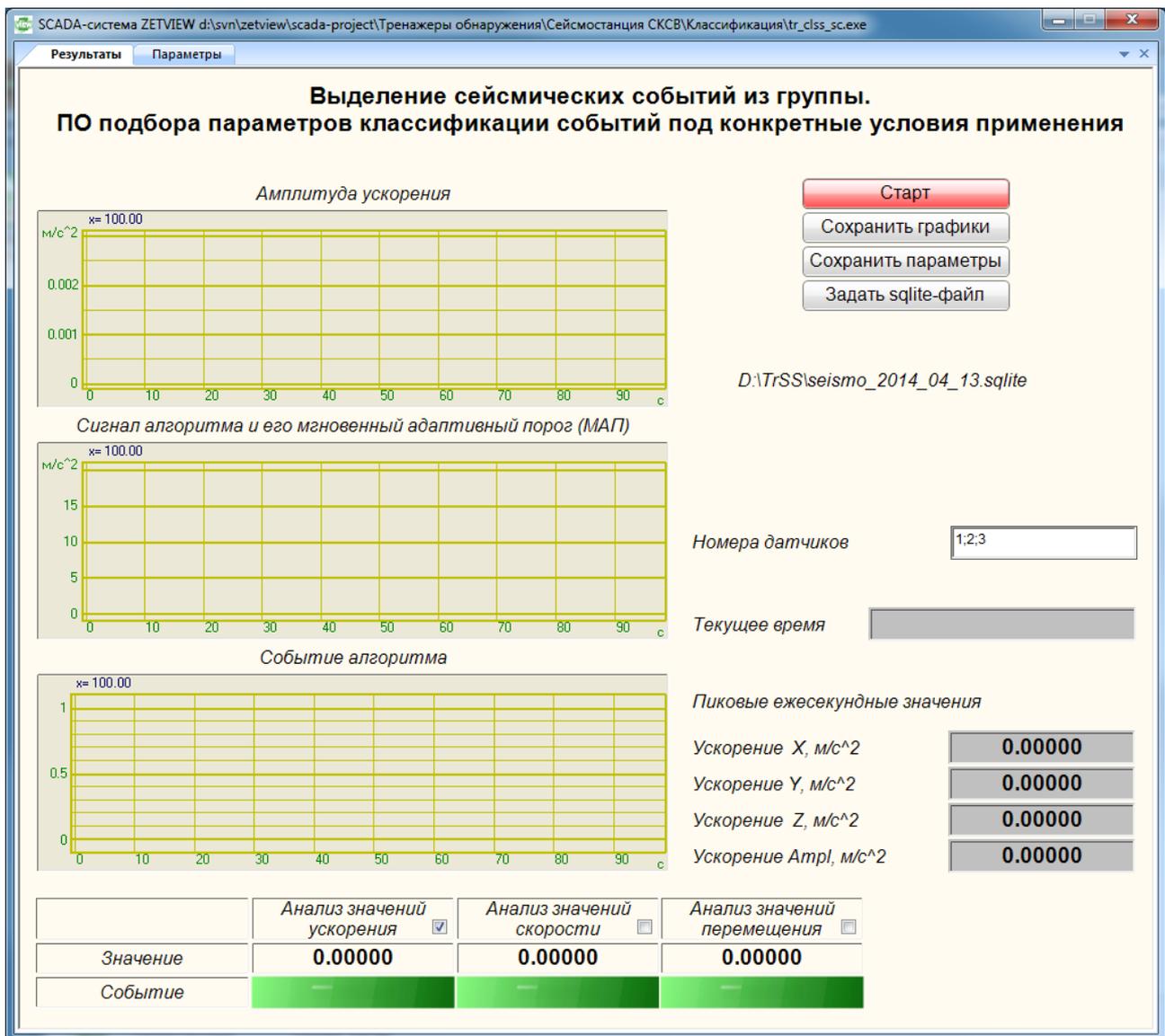


Рисунок 6. - Окно ПОК «Результаты»

Слева в окне отображаются графики, справа – кнопки для управления, элементы для задания входных сигналов и различные индикаторы.

Кнопка “Старт/Стоп” предназначена для запуска и остановки работы ПОК. С

помощью кнопки «Сохранить графики» можно сохранять графики в формате dtu. Кнопка «Сохранить параметры» в конце работы ПОК позволяет сохранять текущие значения параметров в текстовый файл.

Кнопка «Задать sqlite-файл» позволяет выбрать файл с исходными данными. При этом под этой кнопкой будет отображено имя и путь выбранного файла.

Если в выбранном sqlite-файле данные от нескольких ОСС, то с помощью поля ввода, располагаемого ниже кнопки «Задать sqlite-файл», можно задать номера только тех ОСС, данные от которых хотелось-бы использовать при подборе параметров.

Ещё ниже в окне ПОК расположен индикатор для отображения текущего времени. Время в этом индикаторе отображается в формате «ДД.ММ.ГГГГ ЧЧ:ММ:СС».

ВССГ по пиковым ежесекундным значениям ускорения от всех ОСС сейсмостанции определяет аналогичные значения для сейсмостанции в целом, которые отображаются в соответствующих индикаторах под временными индикаторами.

В левой стороне окна ПОК представлены три графика. Верхний график отображает временную зависимость амплитуды пикового значения ускорения сейсмостанции в м/с^2 . Средний — безразмерный сигнал выбранного алгоритма классификации и его МАП. Нижний — осциллограмму логического сигнала есть/нет событие выбранного алгоритма классификации.

Ось X всех графиков – это время в секундах относительно времени начала работы ПОК. По мере работы ПОК диапазон отображаемых времен увеличивается от 0 до 1000 сек. После этого он не изменяется. Количество отображаемых точек на графиках одинаковое. Все три графика синхронизированы по оси времени (ось X). При изменении на любом графике положения временного курсора или параметров отображения времен (время начала или конца отображаемого интервала) аналогичные изменения будут выполнены и на двух других графиках.

Ниже графиков в окне ПОК расположены элементы для выбора алгоритмов классификации, параметры которых будут подбираться в процессе работы. Можно выбрать один или несколько алгоритмов для подбора параметров. Если выбраны несколько алгоритмов, то на среднем и нижнем графиках будут отображаться соответствующее число графиков. Галочками надо задать выбранные алгоритмы классификации.

Окно ПОК имеет вторую вкладку: «Основные параметры», представленную на рисунке 7. На этой вкладке отображены значения параметров классификации (см. раздел 8), заданные по умолчанию, и пределы, в которых могут изменяться эти параметры. Также представлены параметры самого ПОК: значения коэффициента МАП и коэффициента α ,

являющегося коэффициентом усреднения при расчете значения МАП.

Значения параметров на этой вкладке можно изменять. Для этого надо привести указатель манипулятора «мышь» (далее по тексту мышь) на изменяемую цифру. Кликнуть по ней левой кнопкой мыши (далее по тексту кликнуть), она подсветится, после этого вращая колёсико мыши можно изменять цифру. Описанная процедура изменения значения относится ко всем представленным параметрам.

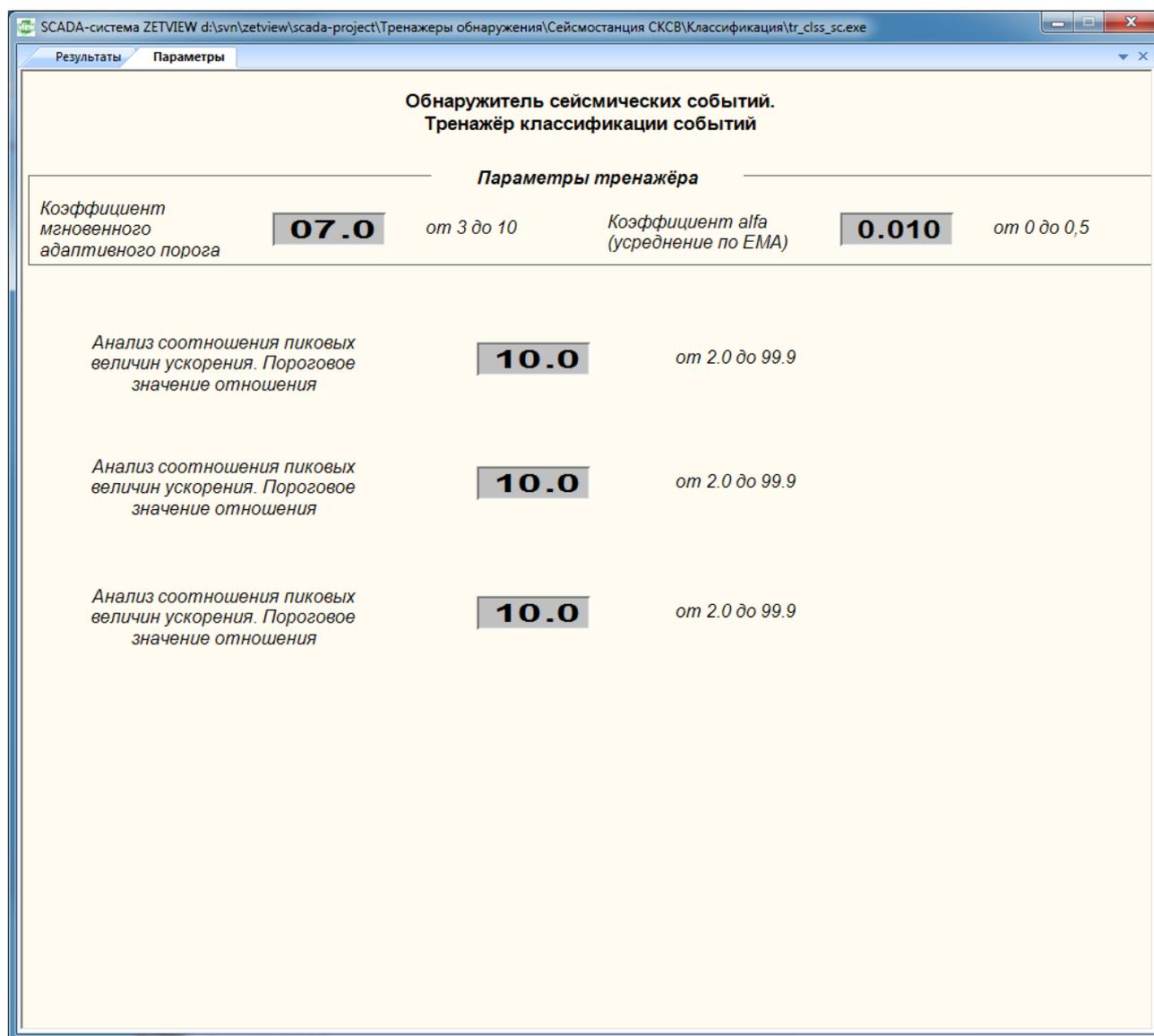


Рисунок 7. - Окно ПОК «Параметры»

Следует определиться с алгоритмами, параметры которых с Вашей точки зрения следует подбирать с помощью ПОК. В случае, представленном на рисунке 6, выбран алгоритм классификации по анализу значений пиковых ускорений. После задания параметров выбранных алгоритмов в окне «Параметры» надо вернуться на первое окно и

кликнуть по красной кнопке «Старт». Кнопка станет зелёной и поменяет свой текст на «Стоп». Кнопки «Сохранить графики» и «Сохранить параметры» станут недоступными. Из заданного sqlite-файла будут прочитаны исходные данные, что может потребовать значительного времени (до нескольких минут).

После завершения чтения исходных данных в индикаторах начнут изменяться значения пиковых ежесекундных ускорений. Будет отображаться время воспроизведения в формате «ДД:ММ:ГГГГ ЧЧ:ММ:СС.ССС». На рисунке 8 представлено окно ПОК в первые секунды работы.

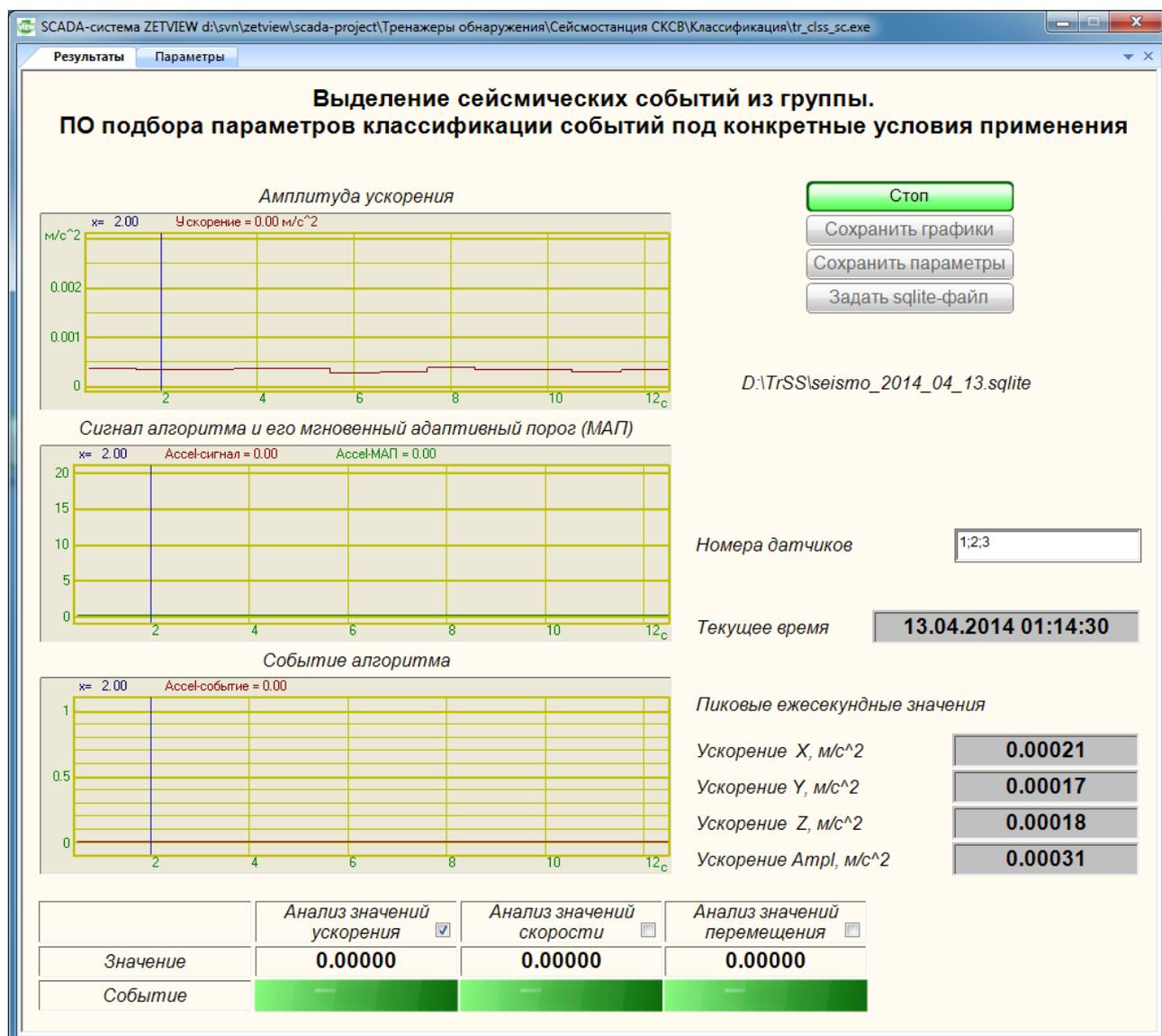


Рисунок 8. – Окно ПОК «Результаты» через некоторое время после запуска воспроизведения сигналов

На верхнем графике появится осциллограмма амплитуды исходного сигнала. На среднем графике появится сигнал выбранного алгоритма и его МАП. Величина МАП определяется следующим образом:

$$\text{МАП}_i = \bar{S}_i + (\text{КоэффициентМАП}) \cdot \bar{\sigma}_i,$$

где: S – сигнал алгоритма;

Коэффициент МАП – параметр ПОК, коэффициент, задаваемый во вкладке «Параметры», см. рисунок 7;

σ – оценка СКО сигнала алгоритма;

черта над переменной означает усреднение по ЕМА:

$$\bar{X}_i = (1 - \text{alfa}) \cdot \bar{X}_{i-1} + \text{alfa} \cdot X_i,$$

где: alfa – параметр ПОК, коэффициент, задаваемый во вкладке «Параметры», см. рисунок 7.

На нижнем графике отобразится осциллограмма логического сигнала есть/нет событие алгоритма (0 или 1).

Максимальное значение МАП за время отсутствия событий можно принимать за минимальное значение порогового значения алгоритма. При нулевом значении сигнала алгоритма, величина также равна нулю, а, следовательно, на среднем и нижнем графиках будут отображаться нулевые значения.

На рисунке 9 представлен результат работы ПОК при воспроизведении результатов ОСС из squlite-файла с данными реального землетрясения, того же самого, который использовался при получении рисунков, объясняющих работу ПОД (данные сейсмостанции из трёх ОСС, которая зарегистрировала землетрясение 13 апреля 2014 г. в Сибири).

На верхнем рисунке отображается график амплитуды сигнала, представляющего собой ускорение в некоторой средней точке сейсмостанции. На среднем рисунке — два графика (безразмерный сигнал выбранного алгоритма и его МАП). На нижнем рисунке — один график — сигнал наличия события выбранного алгоритма.

Для детального рассмотрения полученных графиков можно остановить воспроизведение данных из squlite-файла, для чего следует кликнуть по кнопке «Стоп», а затем с помощью штатных возможностей графического компонента ZETLab можно на любом графике изменить временной интервал отображения. При этом автоматически на остальных двух графиках временной интервал изменится аналогичным образом, см. рисунок 10.

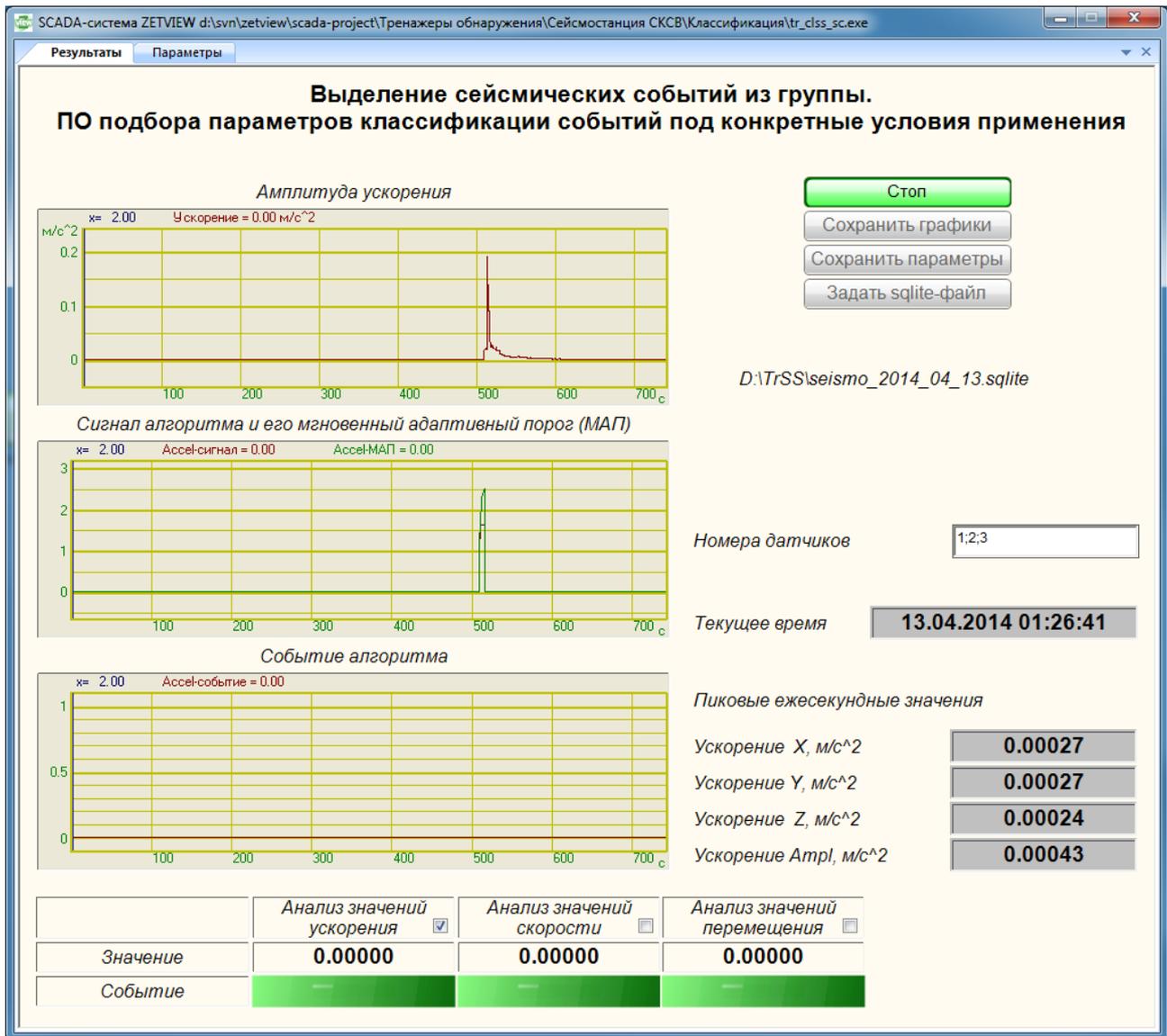


Рисунок 9. – Вкладка «Результаты» с событием, которое является землетрясением

Из графиков видно, что максимальная амплитуда виброускорения на сейсмостанции за время события составила около $0,19 \text{ м/с}^2$. При этом сигнал выбранного алгоритма классификации (анализ значений пиковых ускорений) отличался от нуля только за время наблюдения землетрясения. Максимальное значение этого сигнала составило 1,64. Т.к. максимальное значение не превысило порогового значения, равного 10 (см. 7), то события у этого алгоритма не было, т.е. на нижнем рисунке график не имеет отличных от нуля значений.

Максимальное значение МАП этого сигнала не превысило значение 2,6, что более чем в 3 раза больше порогового значения. Это говорит о том, что пороговое значение

выбрано с некоторым «запасом», и может быть уменьшено.

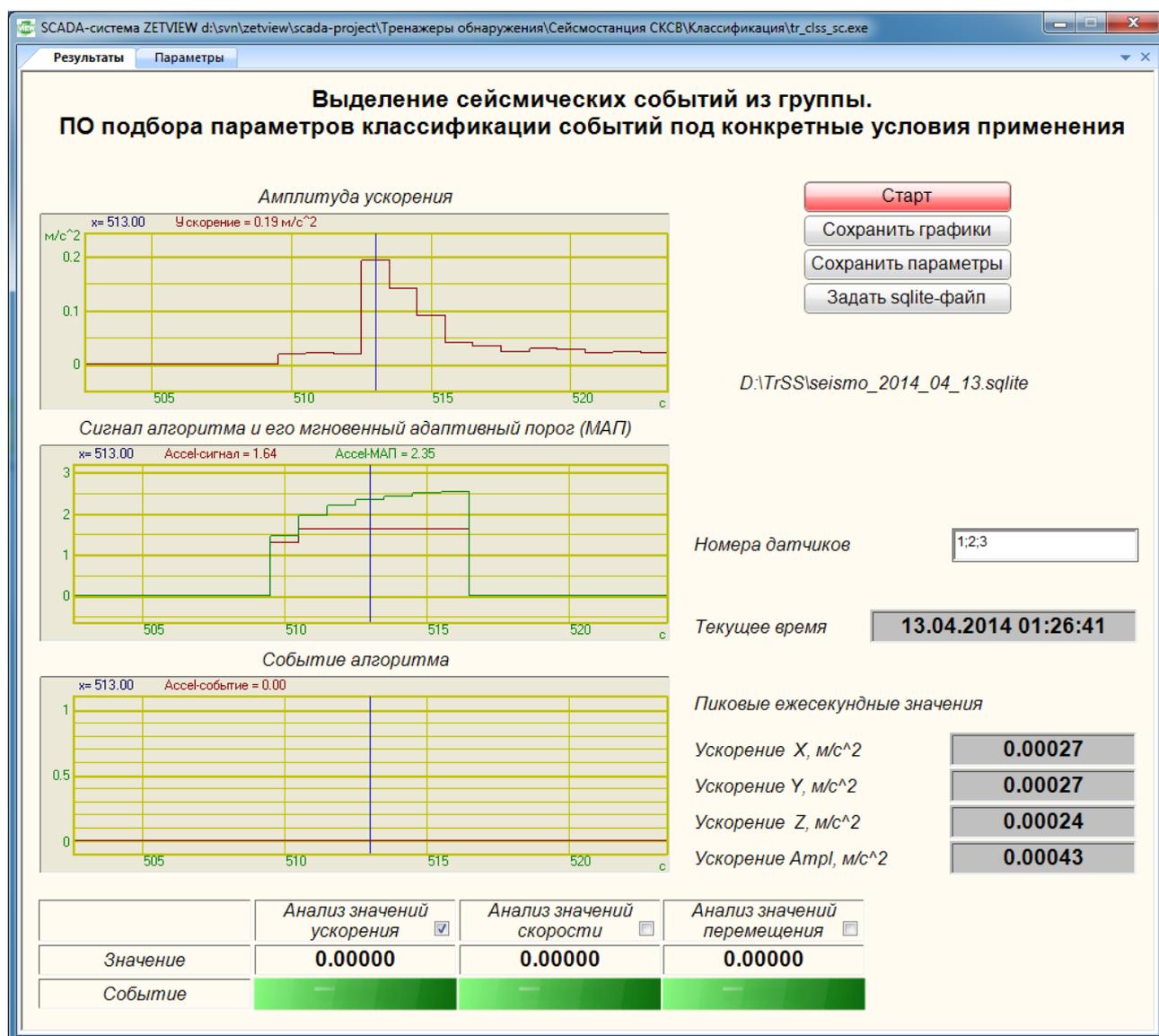


Рисунок 10. – Подробное отображение графиков

Исходя из полученных данных, с учётом того факта, что сигнал – это реальное землетрясение, и выбранный алгоритм имеет характерное событие — ложное событие, можно сделать вывод, что алгоритм правильно классифицировал сейсмическое событие.

По завершении воспроизведения следует кликнуть по зеленой кнопке «Стоп». Кнопка станет красной и ее заголовок станет «Старт». В индикаторах и графиках прекратятся изменения. Станут доступными кнопки «Сохранить графики» и «Сохранить параметры».

Если при воспроизведении события алгоритм неверно классифицировал событие из-

за неправильного значения какого-либо из своих параметров, то следует на вкладке «Параметры» изменить величину этот параметр и воспроизвести сигнал заново, добиваясь правильной классификации события алгоритмом.

Более подробно результаты работы ПОК с разными алгоритмами приведены в приложении Б.

11. Сохранение результатов работы ПО подбора параметров классификации

Для сохранения результатов работы ПОК на вкладке «Результаты» есть две кнопки: для сохранения графиков в формате dtu, и сохранения величин параметров в текстовый файл. Во время работы ПОК кнопки сохранения становятся не доступными.

После клика по кнопке «Сохранить графики» будет три раза (по числу графиков) вызван диалог выбора файла для сохранения dtu-файла вначале для верхнего графика, затем для среднего и, наконец, для нижнего графика. Данные файлы можно просматривать программой «Просмотр результатов».

После клика по кнопке «Сохранить параметры» будет вызван диалог выбора файла для сохранения величин параметров в текстовом файле. Ниже приведён пример такого файла.

```
//-----  
Accel.Thershold = 10  
VelocityThershold = 10  
Motion.Thershold = 10  
Коэффициент МАП = 7  
Коэффициент ALFA = 0.01  
//-----
```