

«IGT Peleng»

**Программа для регионального прогноза
динамических явлений и контроля состояния
горного массива**

Версия 3.26

Руководство пользователя

Екатеринбург 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Список терминов, сокращений и обозначений	3
Введение	4
1. Общие сведения.....	5
1.1. Назначение программы	5
1.2. Системные требования	5
1.3. Состав ПО и принципы функционирования IGT Peleng	5
2. Подготовка к работе программы IGT Peleng.....	7
2.1. Старт программы	7
2.2. Создание нового ГТО	8
2.3. Главное окно программы IGT Peleng.....	10
2.4. Порядок работы.....	11
2.5. Геометрия объекта	12
2.6. Параметры регистрации	15
2.6.1. Информационные поля.	15
2.6.2. Редактируемые параметры регистрации.....	17
2.7. Программа IGT Peleng в режиме регистрации и обработки данных.....	19
2.7.1 Окно «Управление регистрацией»	20
2.7.2. Окно «События»	21
2.7.3 Окно «Сейсмограмма события».....	22
2.7.4 Окно «Протокол обработки»	22
2.7.5 Окно «Карта событий».....	23
Заключение.....	23

Список терминов, сокращений и обозначений

Аппаратура	- подземная часть устройств системы «Микон-ГЕО»
ГТО	- горно-технический объект
ИПКС	- искробезопасный полевой контролер сейсмический. Устройство, имеющее свой IP-адрес, служащее для подключения к нему линии из нескольких ИПСМ
ИПСМ	- искробезопасный полевой сейсмический модуль
Геофон	- то же, что ИПСМ
ОЗУ	- оперативное запоминающее устройство
ПО	- программное обеспечение
БД	- Внутренняя база данных объекта
GDB	- Внешняя база данных (обычно PostgreSQL)
Сейсмограмма	- сейсмическая запись, регистрируемая полевым сейсмическим модулем
Кнопка	- кнопка, изображенная в окне программы
Клавиша	- клавиша клавиатуры

Введение

Данный документ содержит сведения, необходимые для запуска и эксплуатации программного обеспечения (ПО) регионального прогноза динамических явлений и контроля состояния горного массива «IGT Peleng». В нем содержится информация о составе и назначении модулей системы «IGT Peleng», а также необходимых действиях оператора в процессе выполнения программы.

Настройки программы (параметры обработки сейсмических сигналов, параметры для настройки поиска сейсмических событий и расчета энергии событий) требуют дополнительной квалификации и описаны в руководстве администратора.

1. Общие сведения

1.1. Назначение программы

Программа для регионального прогноза динамических явлений и контроля состояния горного массива «IGT Peleng» предназначена для регистрации сейсмических событий в пассивном режиме с последующим определением местоположения источника события и энергии в его эпицентре. Может использоваться в подземных выработках горных предприятий, **в том числе опасных по газу или пыли**, в целях регионального прогноза геодинамических явлений. Программа включает функции управления сейсморазведочной искробезопасной аппаратурой; функции обработки сейсмических сигналов и графического изображения результатов.

1.2. Системные требования

Настоящая версия программного обеспечения работает в средах WINDOWS XP, WINDOWS 7 - WINDOWS 10 (32 или 64 разрядные) при наличии в компьютере порта RS-485, достаточного объема ОЗУ (не менее 256 Мбайт), достаточной мощности процессора (процессор Intel Celeron или Pentium III) и свободного объема на жестком диске для хранения регистрируемой информации.

1.3. Состав ПО и принципы функционирования IGT Peleng

В состав системы входят:

- Исполняемый модуль pln3d.exe;
- Библиотеки, используемые программой;
- Файлы настроек и для каждого горно-технического объекта (ГТО);
- Внутренняя база данных для каждого ГТО;
- Внешняя база данных (GDB) общая для всех ГТО, которая содержит информацию по всем выявленным сейсмическим событиям. GDB служит для даль-

нейшего статистического анализа во внешней программе. Внешнюю базу можно не подключать.

Исполняемый модуль выполняет регистрацию исходных сейсмических данных в непрерывном режиме и их автоматическую обработку. Здесь же находятся элементы управления параметрами регистрации и обработки, настройка геометрии для текущего ГТО.

На одном компьютере одновременно может обрабатываться несколько ГТО. При этом для каждого объекта нужно стартовать исполняемый модуль.

2. Подготовка к работе программы IGT Peleng

2.1. Старт программы

Стартуйте программу pln3d.exe .

После старта программы появится окно выбора ГТО (рисунок 1).

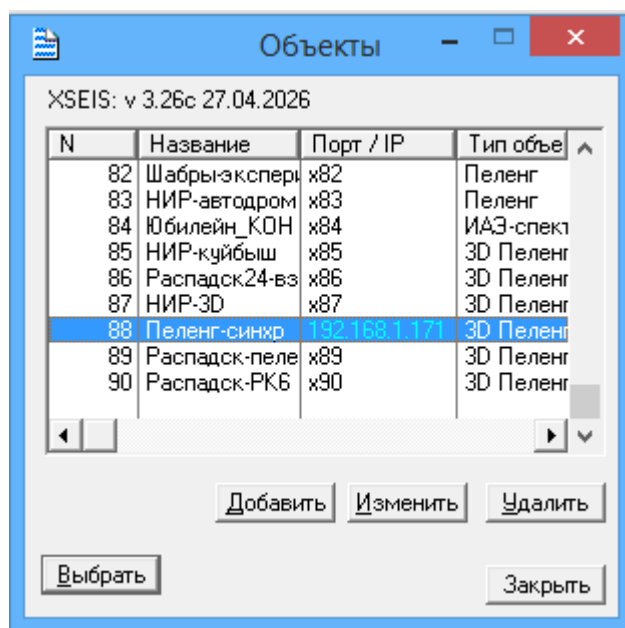


Рис. 1. Окно выбора ГТО

Если ГТО уже создан, нажмите кнопку “Выбрать”.

2.2. Создание нового ГТО

Если нужно создать новый объект – нажмите кнопку “Добавить”. Появится окно-форма, которую необходимо заполнить (рисунок 2).

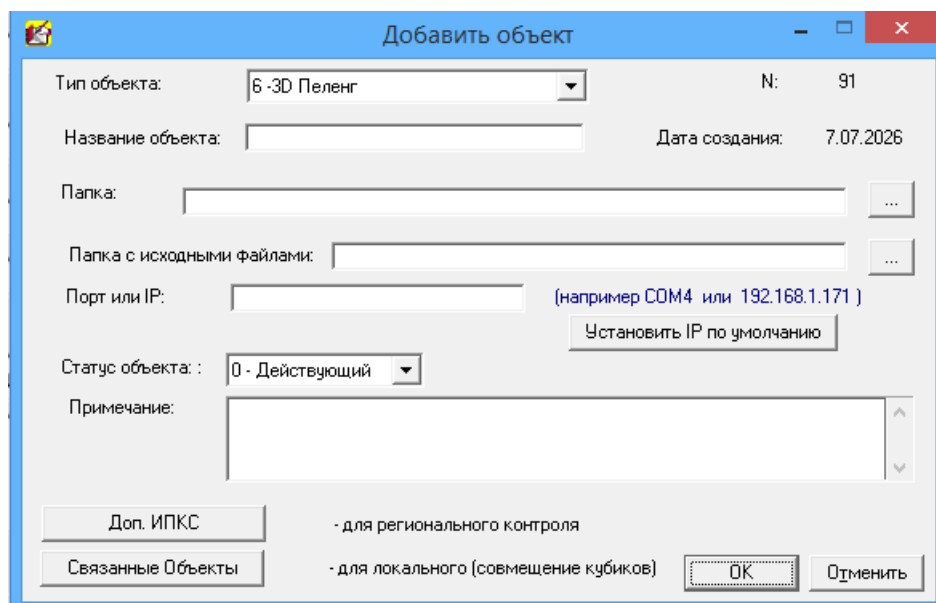


Рис. 2. Форма для добавления нового ГТО

На рисунке 2:

Тип объекта – поле выбора из заранее созданного списка возможных ГТО. Для IGT Peleng тип объекта всегда должен быть «6 - 3D Пеленг»;

Название объекта – краткое название ГТО;

Папка – рабочая папка с базой данных объекта;

Папка с исходными файлами – папка, в которую будут записываться файлы, содержащие исходные сейсмограммы;

Порт или IP – IP-адрес, через который осуществляется связь с ИПСМ (адрес предоставляется администратором системы);

Статус объекта – поле выбора из заранее созданного списка возможных: «0 – Действующий», «1 - Закрыт», «2 - Остановлен»;

Для каждого ГТО должна быть создана отдельная папка (директория), куда будут записываться результаты обработки. В ней же хранится база данных объекта.

Должна быть создана папка для исходных файлов. В нее будут записываться зарегистрированные сейсмограммы.

На рисунке 3 показан пример заполнения формы.

The screenshot shows a Windows-style dialog box titled "Исправить объект" (Fix Object). The form contains the following fields and controls:

- Тип объекта:** A dropdown menu with "6 -3D Пеленг" selected.
- N:** A text field containing "88".
- Название объекта:** A text field containing "Пеленг-синхр".
- Дата создания:** A text field containing "22.01.2025".
- Папка:** A text field containing "C:\xs-data\2025\Пеленг-синхр\" with a browse button "...".
- Папка с исходными файлами:** A text field containing "C:\xs-data\2025\Пеленг-синхр\tr-out\" with a browse button "...".
- Порт или IP:** A text field containing "192.168.1.171". To its right is a note "(например COM4 или 192.168.1.171)" and a button "Установить IP по умолчанию".
- Статус объекта:** A dropdown menu with "0 - Действующий" selected.
- Примечание:** A text area containing "проверка синхронизации нескольких ИПКС".
- Buttons at the bottom:**
 - "Доп. ИПКС" (Dotted border)
 - "Связанные Объекты" (Dotted border)
 - A green "+" icon followed by the text "- для регионального контроля".
 - The text "- для локального (совмещение кубиков)".
 - "OK" button.
 - "Отменить" button.

Рис. 3. Пример заполнения формы

Кнопка *"Доп ИПКС"* - Список дополнительных ИПКС. При стандартной для регионального контроля расстановке должно быть не менее четырех павильонов. На каждом павильоне устанавливается отдельный ИПКС со своим IP-адресом. Для того, чтобы привязать дополнительные IP-адреса к данному объекту нужно нажать на эту кнопку. На рисунке 4 показано окно со списком ИПКС.

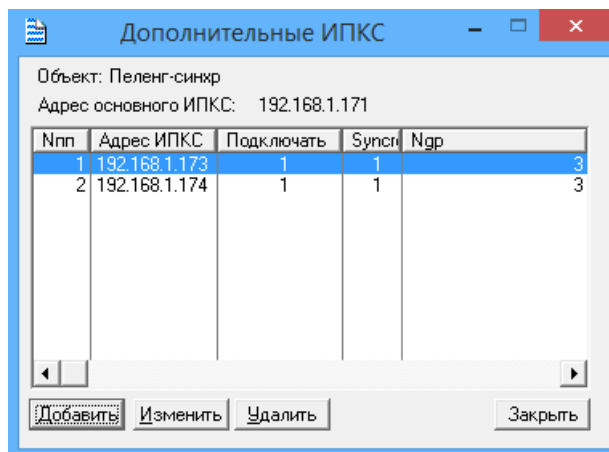


Рис. 4. Пример списка дополнительных ИПКС

2.3. Главное окно программы IGT Peleng

После того, как объект выбран открывается главное окно программы.

Если в настройках (файл xseis_db.cfg) указаны параметры подключения, то подключается внешняя база данных (GDB).

Затем подключается аппаратная часть системы (ИПКС и ИПСМ), проверяется количество успешно подключенных геофонов.

Результат показывается в окне "Протокол обработки".

Главное окно программы показано на рисунке 5.

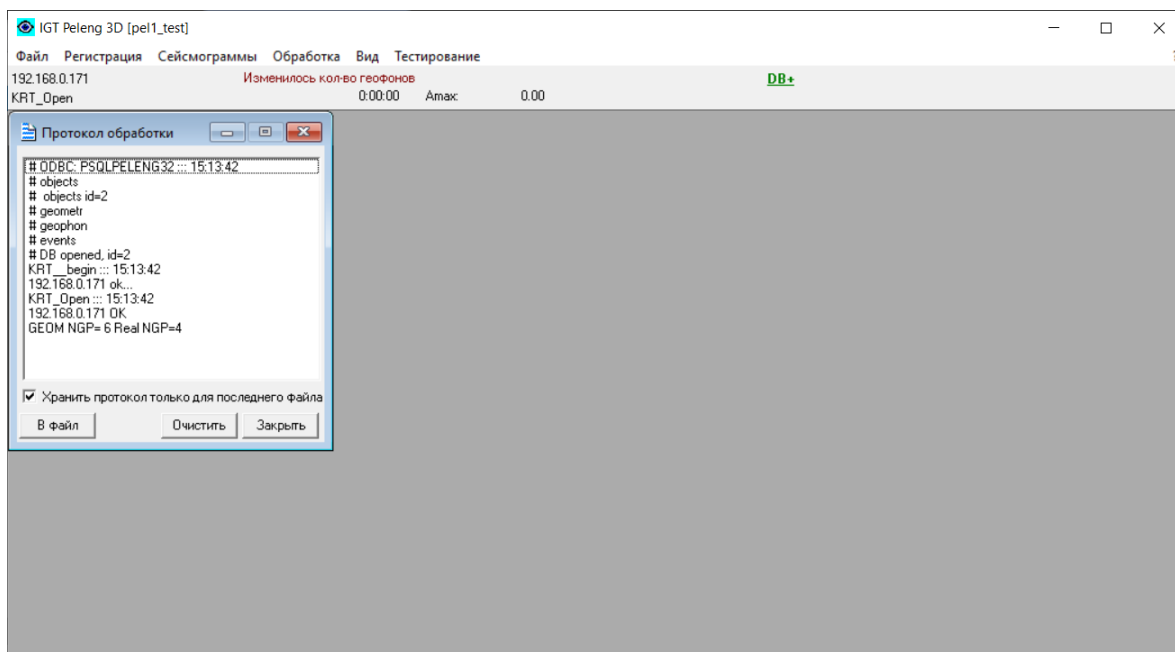


Рис. 5. Главное окно после старта программы

2.4. Порядок работы

После того, как открыто главное окно программы рекомендуется следующий порядок действий:

1. Ввести геометрию объекта - Меню "Обработка" / "Геометрия объекта" (см. пункт 2.5)
2. Установить параметры регистрации данных - Меню "Регистрация" / "Основной ИПКС" (см. пункт 2.6)
3. Открыть окно управления регистрацией и стартовать процесс регистрации и обработки сейсмических данных - Меню "Регистрация" / "Управление регистрацией" (см. пункт 2.7)

На рис. 6 показано главное окно программы IGT Peleng во время работы и примерное расположение дополнительных окон.

2.5. Геометрия объекта

При первом запуске нового Объекта автоматически появляется окно геометрии, которое необходимо заполнить (рис. 6). В дальнейшем это окно можно открыть из меню “Объект”.

Изменение записи

Геометрия объекта Распадск-пеленг Тип объекта: 6 - 3D Пеленг

Положение линии геофонов: 1 - снизу

Форма расстановки: 1 - Линия

Цена пикета, м: 10

Ширина штрека, м: 5.00

Расстановка Геофонов:

Кол-во геофонов (всего): 18

NGR на главном (первом) ИПКС: 0

X первого геофона: 0.00

Y первого геофона: 0.00

Геофоны: 2 - вручную

Целевая зона:

Xmin: 18,000.00

Xmax: 22,000.00

Ymin: 24,000.00

Ymax: 28,000.00

Hmax: -100.00 Высота над уровнем моря, м

Hmin: -350.00

Точность по X и Y: 10.00

Точность по вертикали (dH): 10.00

Схема Контрольные точки Точки привязки

Экспорт Импорт OK Отменить

Рис. 6 – Окно “Геометрия объекта”

Для описания геометрии используется условная система координат

Поля окна “Геометрия объекта”

Геометрия объекта – информационное поле, содержащее имя ГТО;

Тип объекта - для IGT Peleng всегда "6 - 3D Пеленг";

Положение линии геофонов - поле выбора из заранее созданного списка возможных положений геофонов: «1 - Снизу», «2 - Сверху». Первое означает, что геофоны закреплены на той стенке штрека, которая расположена на схеме снизу. Второе – на противоположной стенке;

Забой слева – поле, отметка в котором означает, что забой расположен на схеме слева от геофонов. Если отметки нет – то забой справа;

Форма расстановки - поле выбора из заранее созданного списка возможных конфигураций расстановок геофонов: «1 - Линия», «2 – П-образно»;

Ширина штрека - задает ширину штрека в метрах.

Скорость V_p – Параметр задает среднюю скорость распространения продольной волны в метрах в секунду (м/с). Значения зависят от конкретных условий данного объекта. Для угольных шахт значение может быть в пределах от 1400 до 2200.

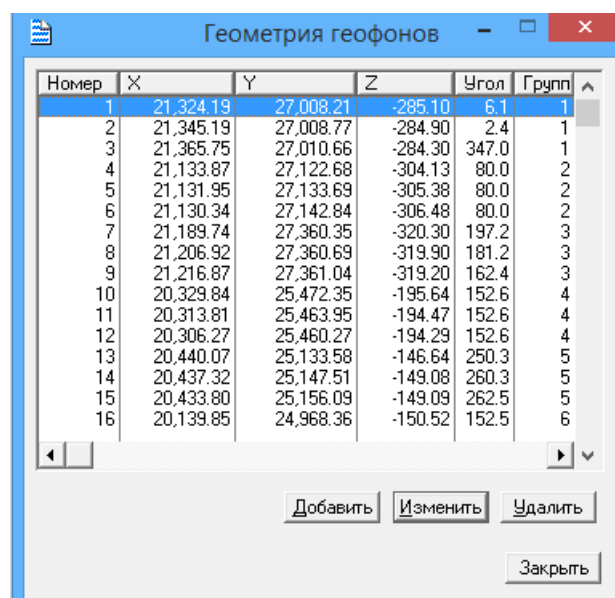
Скорость V_s – Параметр задает среднюю скорость распространения поперечной волны в метрах в секунду (м/с). Значения зависят от конкретных условий данного объекта, но должно быть меньше V_p примерно в 1.3 – 1.5 раз. Для угольных шахт значение может быть в пределах от 700 до 1500.

Кол-во геофонов – поле, в котором указывается общее количество геофонов на всех используемых павильонах.

X первого геофона – поле, в котором указывается координата X в метрах для первого (самого ближнего к ИПКС) геофона.

Y первого геофона – поле, в котором указывается координата Y в метрах для первого геофона.

Геофоны - для регионального контроля рекомендуется всегда выбирать «2 - вручную». При этом становится доступной кнопка "Геофоны", нажав на которую можно открыть список всех геофонов и ввести координаты (X, Y, Z) и угол поворота (азимут) для каждого из них (рис. 7).



Номер	X	Y	Z	Угол	Групп
1	21,324.19	27,008.21	-285.10	6.1	1
2	21,345.19	27,008.77	-284.90	2.4	1
3	21,365.75	27,010.66	-284.30	347.0	1
4	21,133.87	27,122.68	-304.13	80.0	2
5	21,131.95	27,133.69	-305.38	80.0	2
6	21,130.34	27,142.84	-306.48	80.0	2
7	21,189.74	27,360.35	-320.30	197.2	3
8	21,206.92	27,360.69	-319.90	181.2	3
9	21,216.87	27,361.04	-319.20	162.4	3
10	20,329.84	25,472.35	-195.64	152.6	4
11	20,313.81	25,463.95	-194.47	152.6	4
12	20,306.27	25,460.27	-194.29	152.6	4
13	20,440.07	25,133.58	-146.64	250.3	5
14	20,437.32	25,147.51	-149.08	260.3	5
15	20,433.80	25,156.09	-149.09	262.5	5
16	20,139.85	24,968.36	-150.52	152.5	6

Рис. 7 – Пример заполнения координат геофонов вручную

Группа полей *Целевая зона*: описывает положение в пространстве зоны, в которой производится поиск сейсмических событий.

- Поля X_{min} , X_{max} , Y_{min} , Y_{max} - задают края прямоугольной целевой зоны в плане.

- Поля H_{min} , H_{max} - задают верхний и нижний края целевой зоны.

- Поля *Точность по X и Y*, *Точность по вертикали* - задают точность определения координат сейсмических событий.

Кнопки “Экспорт” и “Импорт” (рис. 6) позволяют сохранить все параметры геометрии в текстовый файл и загрузить параметры из текстового файла.

2.6. Параметры регистрации

В этом окне устанавливаются параметры регистрации сейсмограмм и режимы работы аппаратуры (рис. 8). Изменять параметры регистрации нельзя в момент работы регистрации сейсмограмм, нужно остановить регистрацию, исправить параметры, а затем стартовать снова.

Порт / IP: x89 Дата: 9.07.2026 Время: 10:22:09

Состояние: 9: Ошибка

Кол-во файлов, которые будут записаны: 0 kid: -1,000

Кол-во записанных файлов: 0 Последняя команда: 0

☒ **Асинхронная передача данных** 0 Последнее действие: open_mole

☒ **Непрерывная регистрация** 0 Код ошибки: -3 **Не могу установить связь с ИПКС**

Шаг дискретизации: 1 : 0.5 ms

Усиление: 0 - 1 (0 dB)

Интервал между записями, сек: 0

Кол-во дискретов: 3,000

ФВЧ: 0

Уровень амплитуд для обработки: 0.00

☐ **Использовать инклинометры**

Были измерения инклинометра: 0

Инф. о модулях

Дата монтирования:	0:00:00
Кол-во геофонов:	0
first address:	0
last address:	0
channel count:	0
bytes in channel:	0
bytes in module:	0
bytes in line:	0
maximum samples:	0
Вес разряда АЦП:	0.00000
Вес разряда инклинометра:	0.00000

Изменить параметры регистрации

Рис. 8. Параметры регистрации

Ниже приводится описание полей окна "Параметры регистрации".

2.6.1. Информационные поля.

Информационные поля не доступны для исправления и предназначены для специалиста (администратора системы). Эта информация нужна для контроля за текущим состоянием регистрирующего тракта и определения причин ошибок.

Объект - информационное поле, содержащее имя ГТО.

Порт N – номер порта, через который осуществляется связь с ИПКС.

Дата и Время – дата и время последней команды.

Состояние – состояние ПО регистрации после выполнения последней операции.

Kid – идентификатор структуры (области памяти) выделенной для работы с Аппаратурой данного ГТО. Если kid отрицательный, то память не выделялась, что происходит в случае ошибки подключения.

Последняя команда – код последней команды, отправленной на ИПКС.

Последнее действие – название функции, которая отправила последнюю команду.

Код ошибки – код и описание ошибки. Если код равен нулю – ошибок нет.

Инф. о модулях – информация о текущем состоянии ИПСМ:

- *Дата монтажа* – дата и время монтажа линии ИПСМ;
- *Кол-во геофонов* – количество смонтированных ИПСМ;
- *First address* и *last address* – адреса первого и последнего ИПСМ;
- *Channel count* – количество каналов;
- *Bytes in channel* – количество байт на канал;
- *Bytes in module* – количество байт на один ИПСМ;
- *Bytes in line* - количество байт на всю линию ИПСМ;
- *Maximum samples* – максимально доступное количество дискретов на канал;
- *Вес разряда АЦП* – цена одного разряда аналого-цифрового преобразователя в микровольтах;

- *Вес разряда инклинометра* - цена одного разряда инклинометра в градусах.

Кол-во записанных файлов – количество файлов, содержащих сейсмограммы.

2.6.2. Редактируемые параметры регистрации

Кол-во файлов, которые будут записаны.

Если значение равно нулю (рекомендуется), то записывается бесконечное количество сейсмограмм, до тех пор, пока оператор не остановит регистрацию. При ненулевом значении этого параметра после нажатия кнопки “Старт” на панели регистрации будет записано указанное количество сейсмограмм, после чего система перейдет в режим ожидания.

Асинхронная передача данных.

Параметр не влияет на качество записей, но улучшает удобство работы с программой. При включенном параметре (рекомендуется) не возникает временных “подвисаний” окна в моменты передачи пакетов данных.

Шаг дискретизации

- поле выбора из заранее созданного списка возможных значений в миллисекундах: «0.25», «0.5», «1», «2», «4». Рекомендуемое значение – 0.5 мс.

Усиление.

Параметр определяет коэффициент усиления для всех ИПСМ в децибелах. Возможные значения: «0 дБ», «6 дБ», «12 дБ», «18 дБ», «24 дБ», «30 дБ», «36 дБ». Рекомендуемое значение - 0 дБ.

Интервал между записями.

Параметр определяет задержку от момента записи одной сейсмограммы, до старта регистрации следующей сейсмограммы в секундах. Рекомендуемое значение - 0 секунд.

Кол-во дискретов.

Параметр определяет количество дискретов в каждой сейсмической трассе. Рекомендуемое значение – 4000, что при шаге дискретизации 0.5 мс соответствует длительности каждой записи две секунды.

ФВЧ – фильтр высоких частот.

Параметр определяет частоту среза фильтра высоких частот. Частота среза зависит от шага дискретизации и задаётся кодом в соответствии с таблицей 1. При ФВЧ=0 фильтр отключен, что рекомендуется при региональном контроле.

Использовать инклинометры.

Параметр включает или отключает инклинометры в ИПСМ. При региональном контроле инклинометры не используются.

2.7. Программа IGT Peleng в режиме регистрации и обработки данных

В главном окне программы IGT Peleng можно открыть несколько дочерних окон. Одно из них - «Управление регистрацией» является обязательным, остальные являются информационными, их можно открывать или закрывать даже в процессе работы.

Общий вид окна модуля визуализации регионального контроля представлен на рисунке 9.

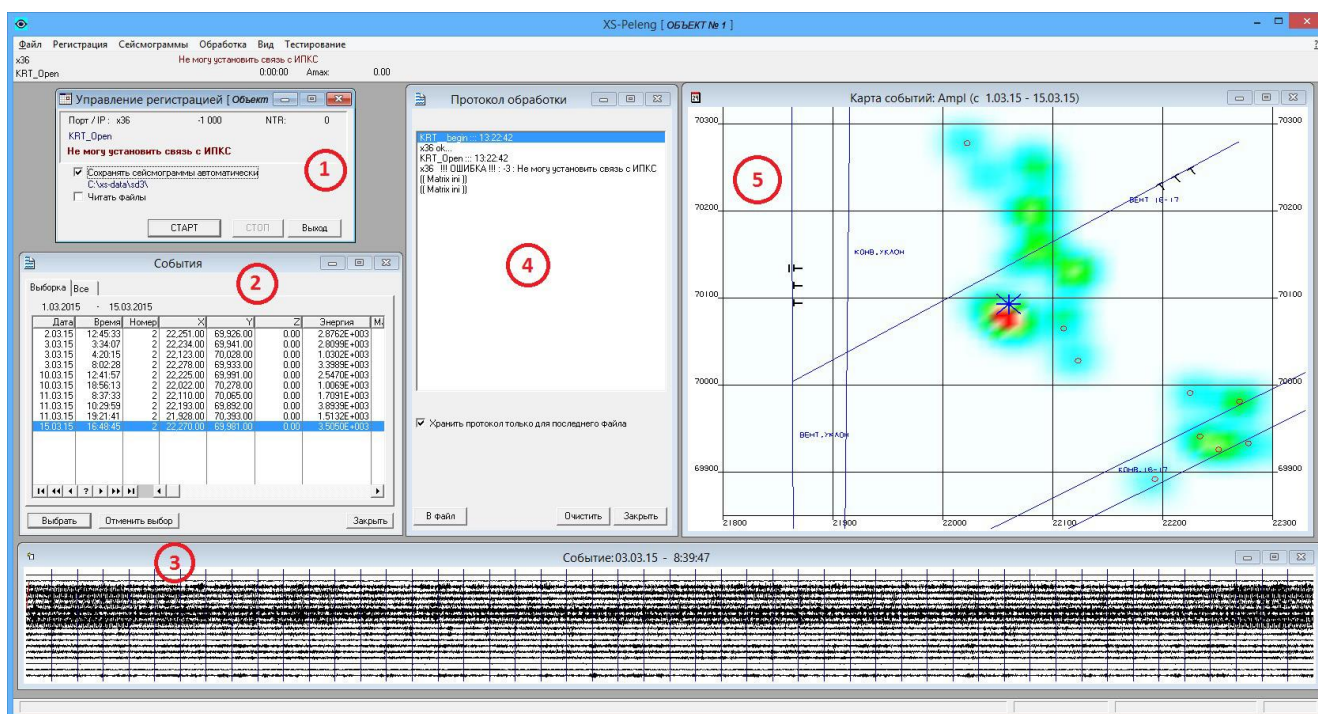


Рис. 9. Окно IGT Peleng в режиме работы

На рисунке 9 цифрами обозначены:

- (1) – Окно «Управление регистрацией» (см. раздел 2.7.1)
- (2) – Окно «События» (см. раздел 2.7.2)
- (3) – Окно «Сейсмограмма события» (см. раздел 2.7.3)
- (4) – Окно «Протокол обработки» (см. раздел 2.7.4)
- (5) – Окно «Карта событий» (см. раздел 2.7.5)

2.7.1 Окно «Управление регистрацией»

Окно «Управление регистрацией» (рис. 10) является окном, предназначенным для управления работой программы IGT Peleng.

При открытии окна выделяется необходимый объем оперативной памяти, проверяется подключение к аппаратной части системы. Это окно отвечает за алгоритм обработки данных и запись результатов в базу данных. Здесь же расположены кнопки для старта и остановки процесса регистрации сейсмических данных и их обработки. Если произошла ошибка, то в этом окне красным цветом выдается краткая информация об этой ошибке, более подробную информацию можно получить в окне «Протокол обработки».

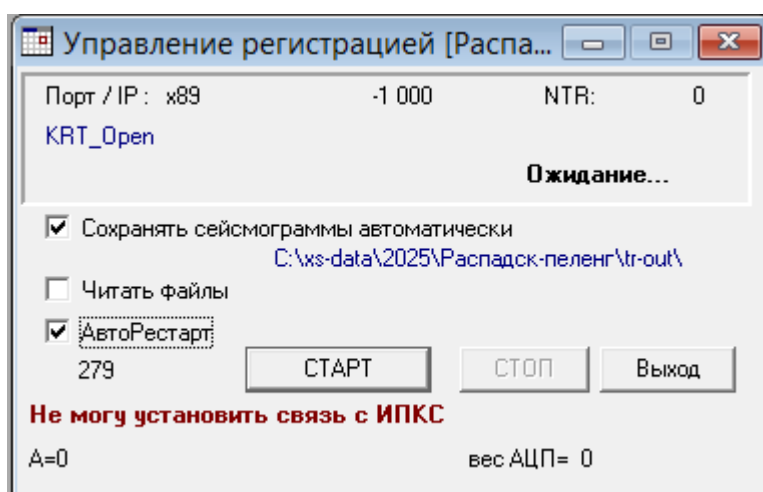


Рис. 10. Окно «Управление регистрацией»

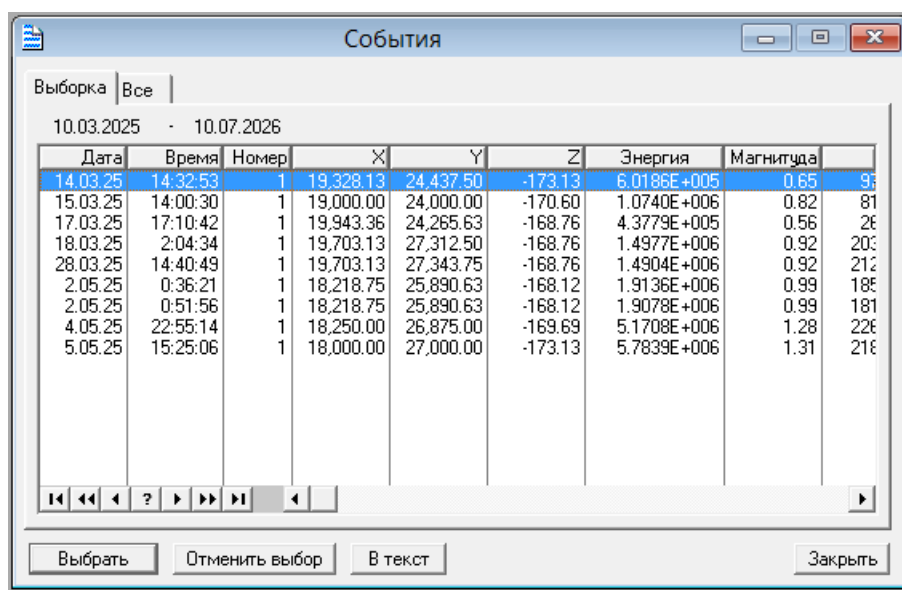
В верхней части окна отображаются параметры и статус соединения с ИПКС. Для получения данных от подземной части системы необходимо установить связь, нажав кнопку «СТАРТ» и выбрав опцию «Сохранять сейсмограммы автоматически».

Включенная опция «АвтоРестарт» позволяет автоматически перезапустить регистрацию, если произошел сбой.

Опция «Читать файлы» нужна для проверки и настройки системы и в стандартном рабочем режиме должна быть выключена.

2.7.2. Окно «События»

Окно «События» (рис. 11) предназначено для просмотра зарегистрированных сейсмических событий.



События

Выборка: Все

10.03.2025 - 10.07.2026

Дата	Время	Номер	X	Y	Z	Энергия	Магнитуда	
14.03.25	14:32:53	1	19,328.13	24,437.50	-173.13	6.0186E+005	0.65	91
15.03.25	14:00:30	1	19,000.00	24,000.00	-170.60	1.0740E+006	0.82	81
17.03.25	17:10:42	1	19,943.36	24,265.63	-168.76	4.3779E+005	0.56	26
18.03.25	2:04:34	1	19,703.13	27,312.50	-168.76	1.4977E+006	0.92	203
28.03.25	14:40:49	1	19,703.13	27,343.75	-168.76	1.4904E+006	0.92	212
2.05.25	0:36:21	1	18,218.75	25,890.63	-168.12	1.9136E+006	0.99	185
2.05.25	0:51:56	1	18,218.75	25,890.63	-168.12	1.9078E+006	0.99	181
4.05.25	22:55:14	1	18,250.00	26,875.00	-169.69	5.1708E+006	1.28	226
5.05.25	15:25:06	1	18,000.00	27,000.00	-173.13	5.7839E+006	1.31	216

Выбрать Отменить выбор В текст Заккрыть

Рис. 11. – Окно «События»

В данном окне доступен просмотр энергии, координат, даты и времени событий или их выборки по определенным критериям.

Кнопка «В текст» служит для экспорта выбранных событий в текстовый файл.

2.7.3 Окно «Сейсмограмма события»

Окно «Сейсмограмма события» (рис. 12) позволяет визуально оценить зарегистрированные сейсмические сигналы (сейсмические трассы). Количество трасс соответствует количеству подключенных геофонов - по три трассы (компоненты X, Y, Z) на каждый геофон.

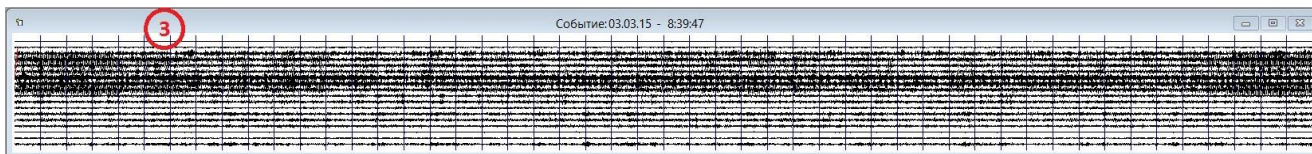


Рис. 12. – Окно «Сейсмограмма события»

Сейсмограмма события позволяет также оценить работоспособность геофонов и уровень помех. Изображение текущей сейсмограммы обновляется в реальном времени по мере получения новых данных.

2.7.4 Окно «Протокол обработки»

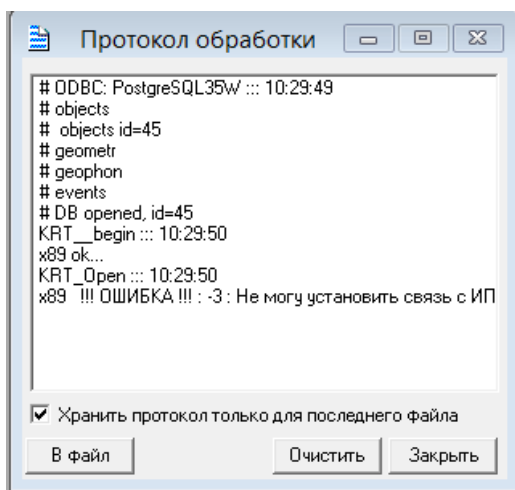


Рис. 13. Окно «Протокол обработки»

Данное окно позволяет контролировать подключение к аппаратной части системы, ход процесса обработки сейсмических данных. Протокол содержит информацию об ошибках и сбоях.

2.7.5 Окно «Карта событий»

Окно «Карта событий» (рис. 14) позволяет визуально оценить расположение сейсмических событий в исследуемой зоне, энергию этих событий и, исходя из этой информации, сделать прогноз развития опасных геодинамических явлений.

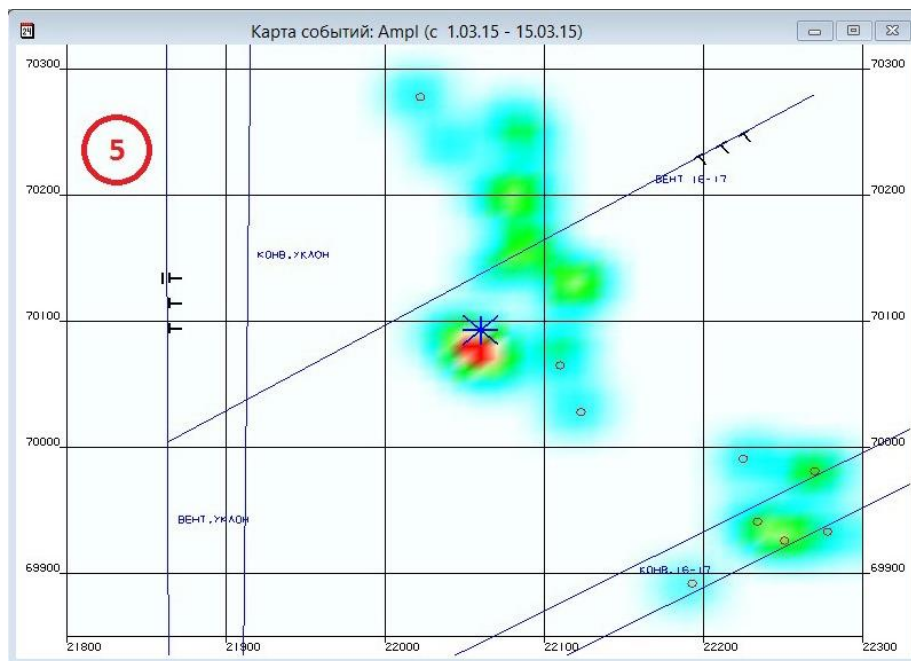


Рис. 14. Окно «Карта событий»

Заключение

Программа IGT Peleng содержит полный набор функций для регистрации сейсмических событий в пределах трехмерного участка горно-технического объекта. Анализ зарегистрированных событий, их энергия и частота позволяет выполнять региональный прогноз динамических явлений и контроль состояния горного массива.