

Разработка системы позиционирования самовсплывающих донных станций

Павел Синай

руководитель

Владимир Кяспер



Предметная область

Электроразведка - методика геологической разведки, при которой параметры земной коры изучаются посредством измерения наведенного в ней магнитного поля.



Постановка задачи

Исходные данные:

- Координаты судна в любой точке поверхности моря;
- Расстояние от судна до станции по прямой, в любой точке ближе некоторой максимальной дистанции;
- Судно может быть произвольно, в общем случае, выставлено в некоторую точку.

Необходимо найти пространственные координаты станции и оценить точность их вычисления.

Первичная модель, 3 точки измерения

Имеем:

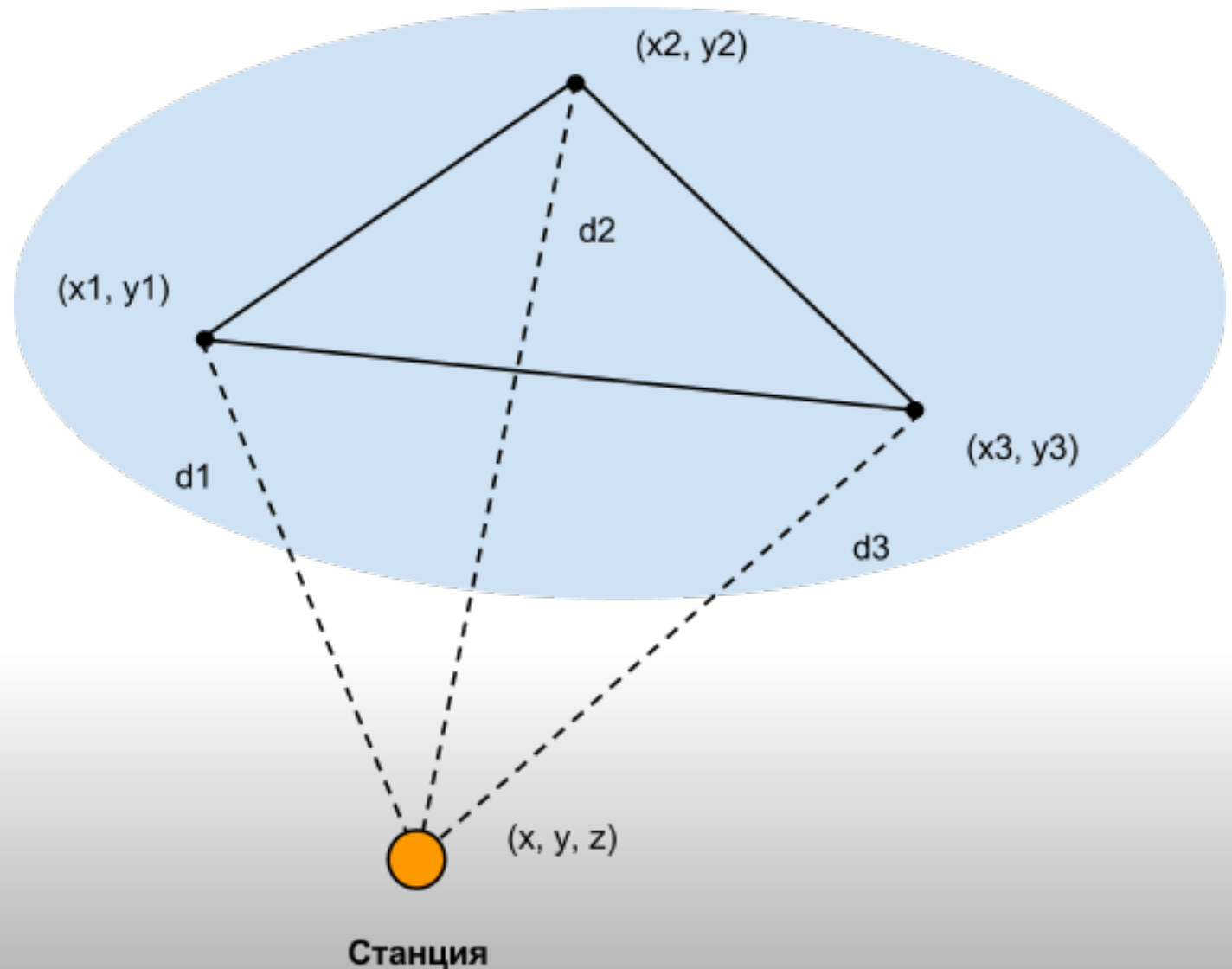
$(x_1, y_1), d_1$

$(x_2, y_2), d_2$

$(x_3, y_3), d_3$

Ищем:

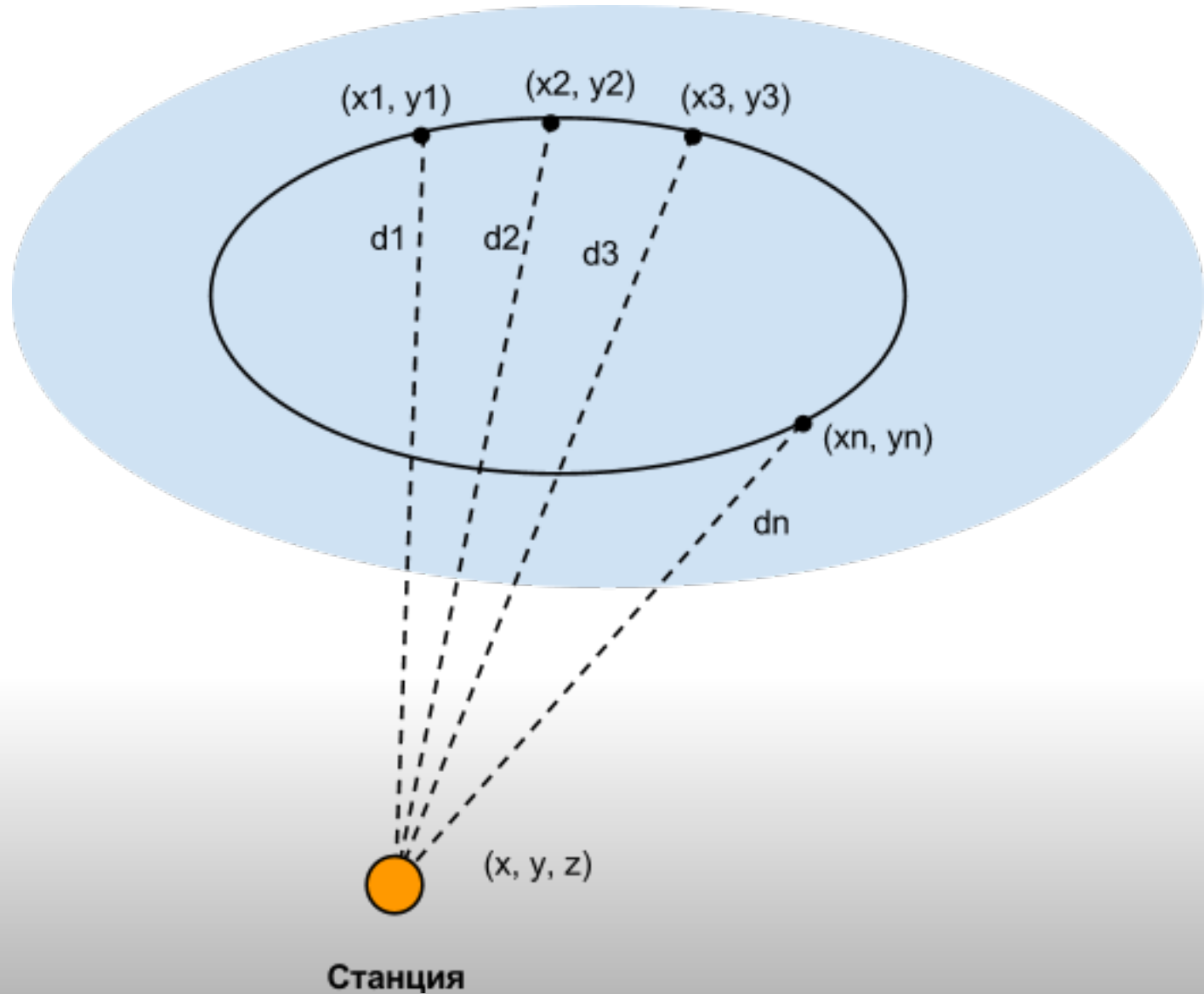
(x, y, z)



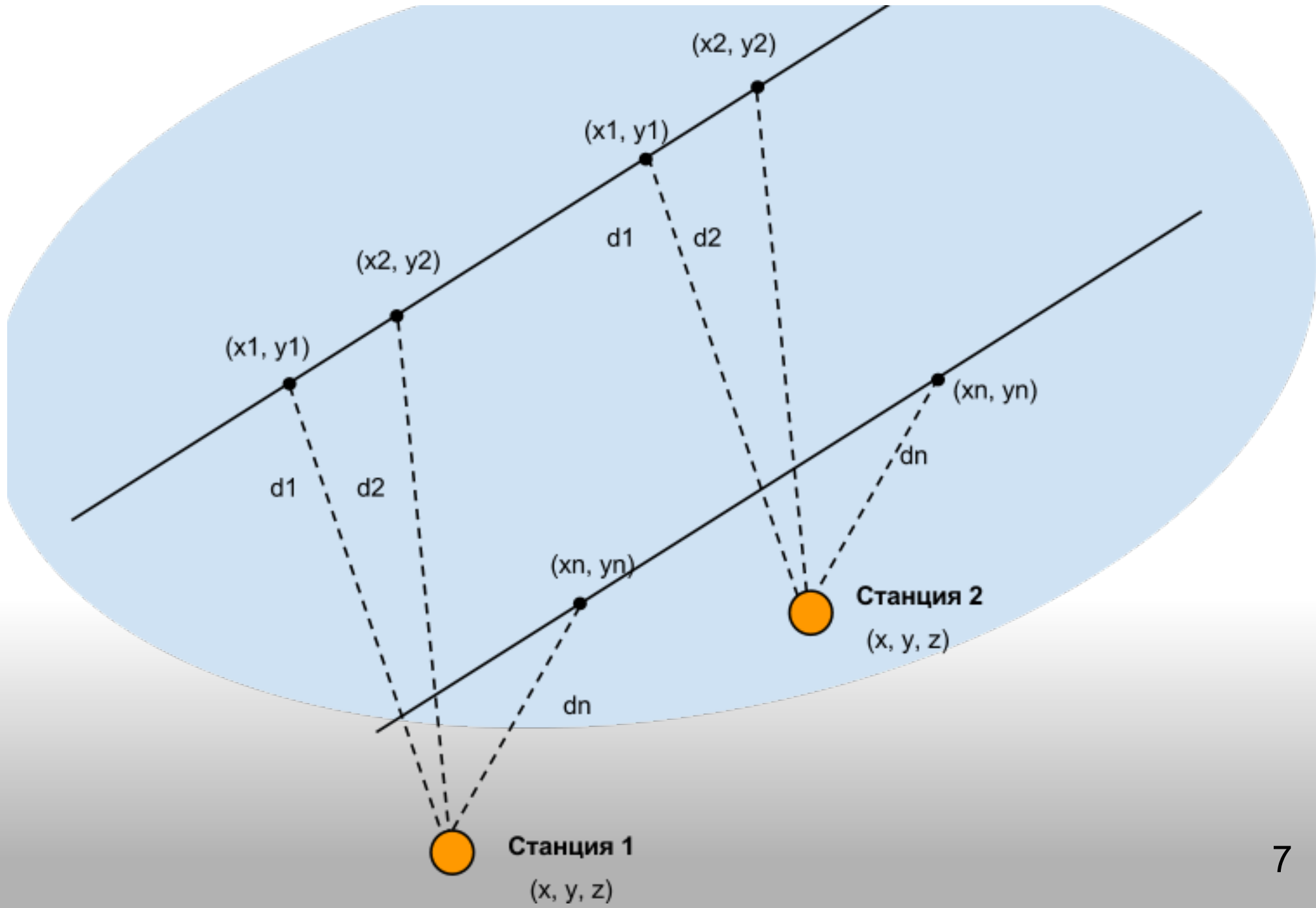
Проблемы

- Погрешность оборудования
- Невозможно прямо проверить результат вычислений
- Ошибки оборудования
- Условия измерения
- Станций много

Реальная модель, n точек измерения



Реальная модель, много станций



Алгоритм

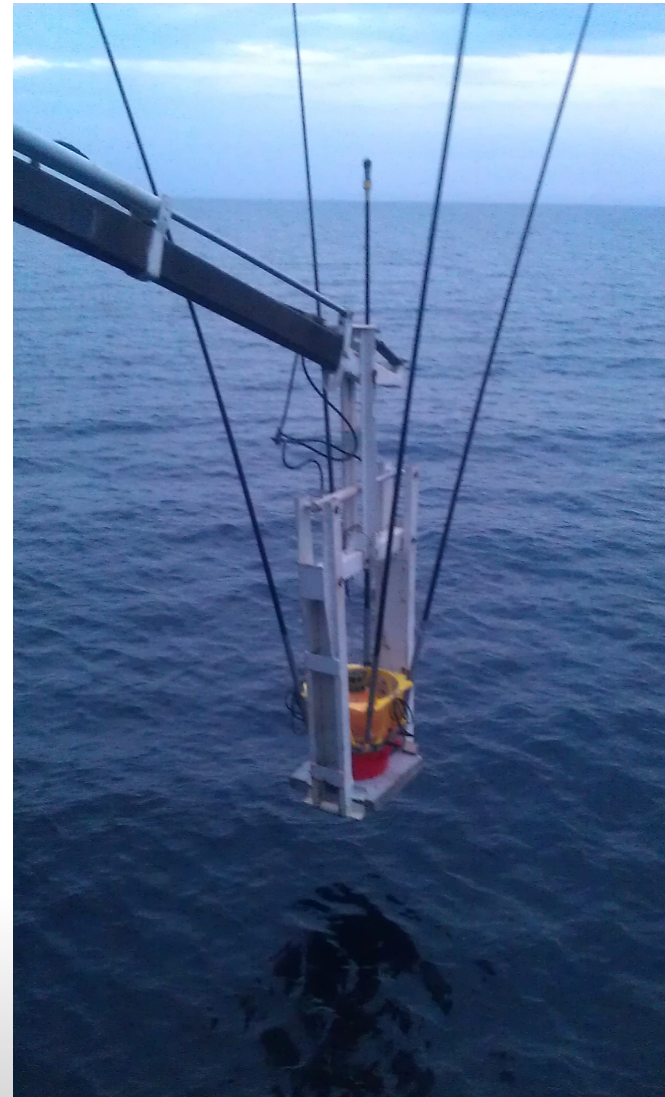
Метод наименьших квадратов - нахождение неизвестных параметров системы таким образом, чтобы сумма квадратов ошибок при подстановке этих параметров была минимальной.

- параметры системы измеряются с некоторой погрешностью;
- эта погрешность носит случайный характер;
- измеряемые параметры, а следовательно их погрешности независимы;
- есть возможность оценить качество исходных данных (среднеквадратичное отклонение);
- классический метод обработки экспериментальных данных.

Работы в Черном море



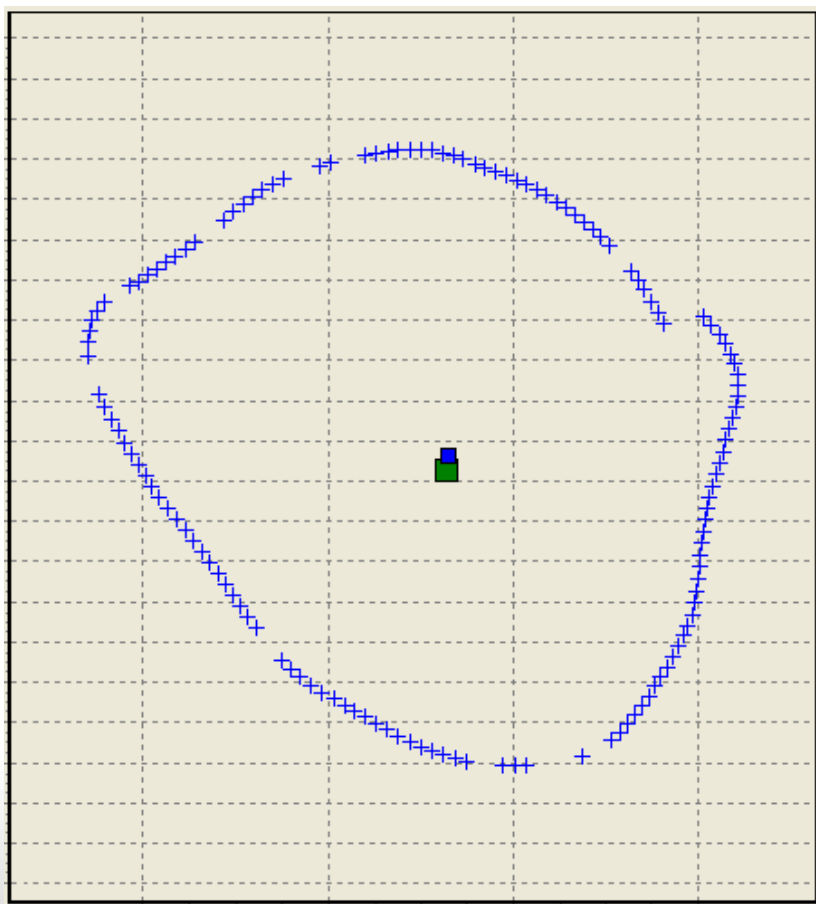
Судно «Аксиома». На переднем плане находится контейнер со станциями. На борту установлена гидроакустическая штанга с GPS антенной.



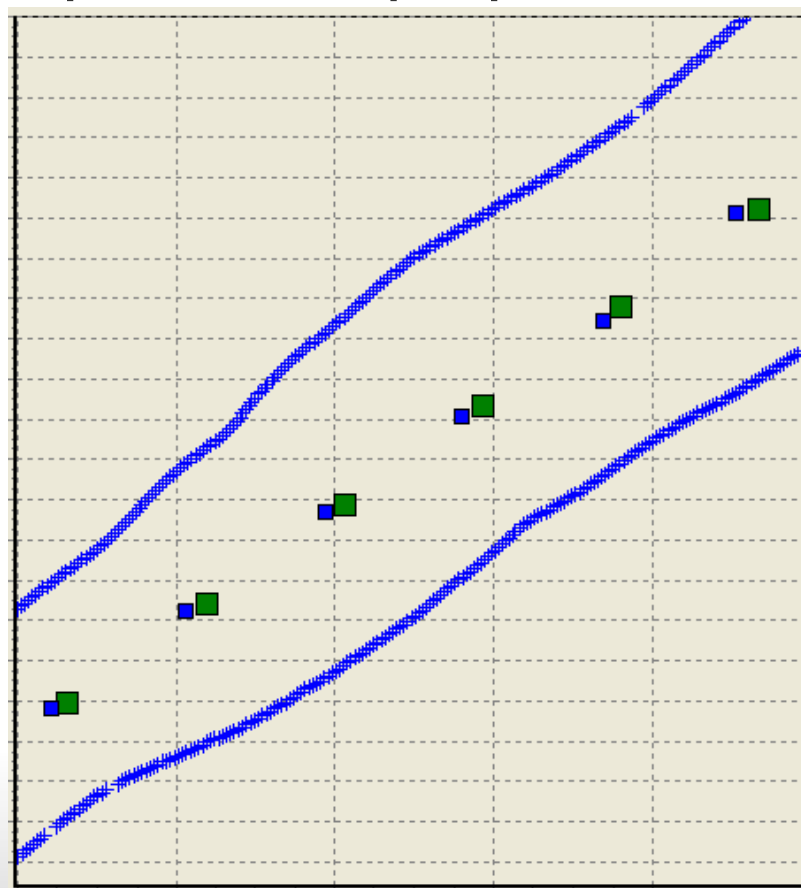
Электроразведочная станция перед погружением.




Пример реальных данных

Одна станция

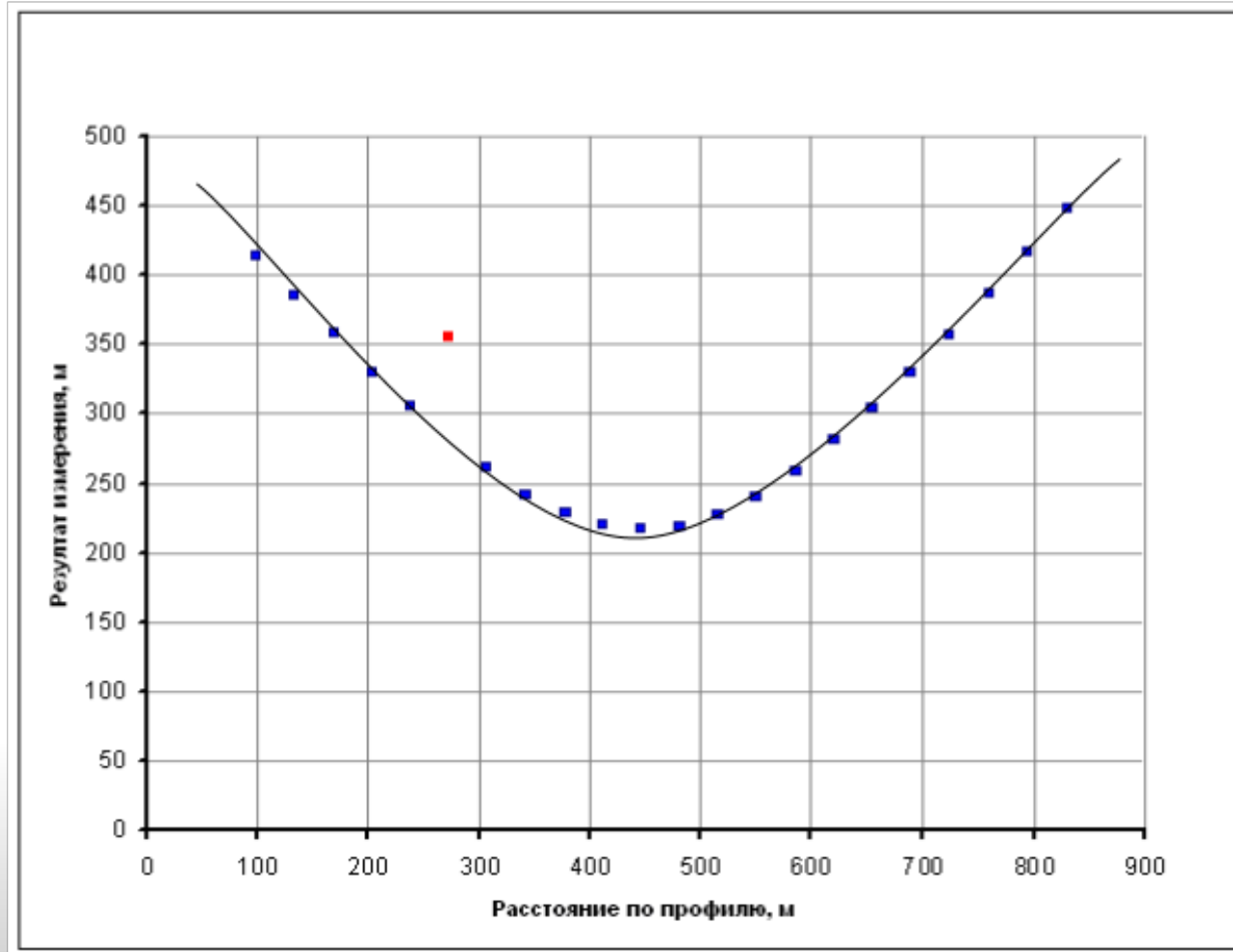


Фрагмент профиля



-  - вычисленные координаты станции
-  - точка сброса станции
-  - точка измерения

Устранение ошибочных отсчетов



Результаты

- Разработанная система была успешно использована во время полевых работ в Черном море;
- Использование метода наименьших квадратов при обработке исходных данных оказалось оправданным;
- Для тестирования системы был создан эмулятор всего аппаратного комплекса;
- Разработан алгоритм автоматической фильтрации некорректных точек измерения.

Q&A