



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



НЕПРЕРЫВНАЯ ЛАЗЕРНАЯ СЪЕМКА В УСЛОВИЯХ КАПИТАЛЬНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

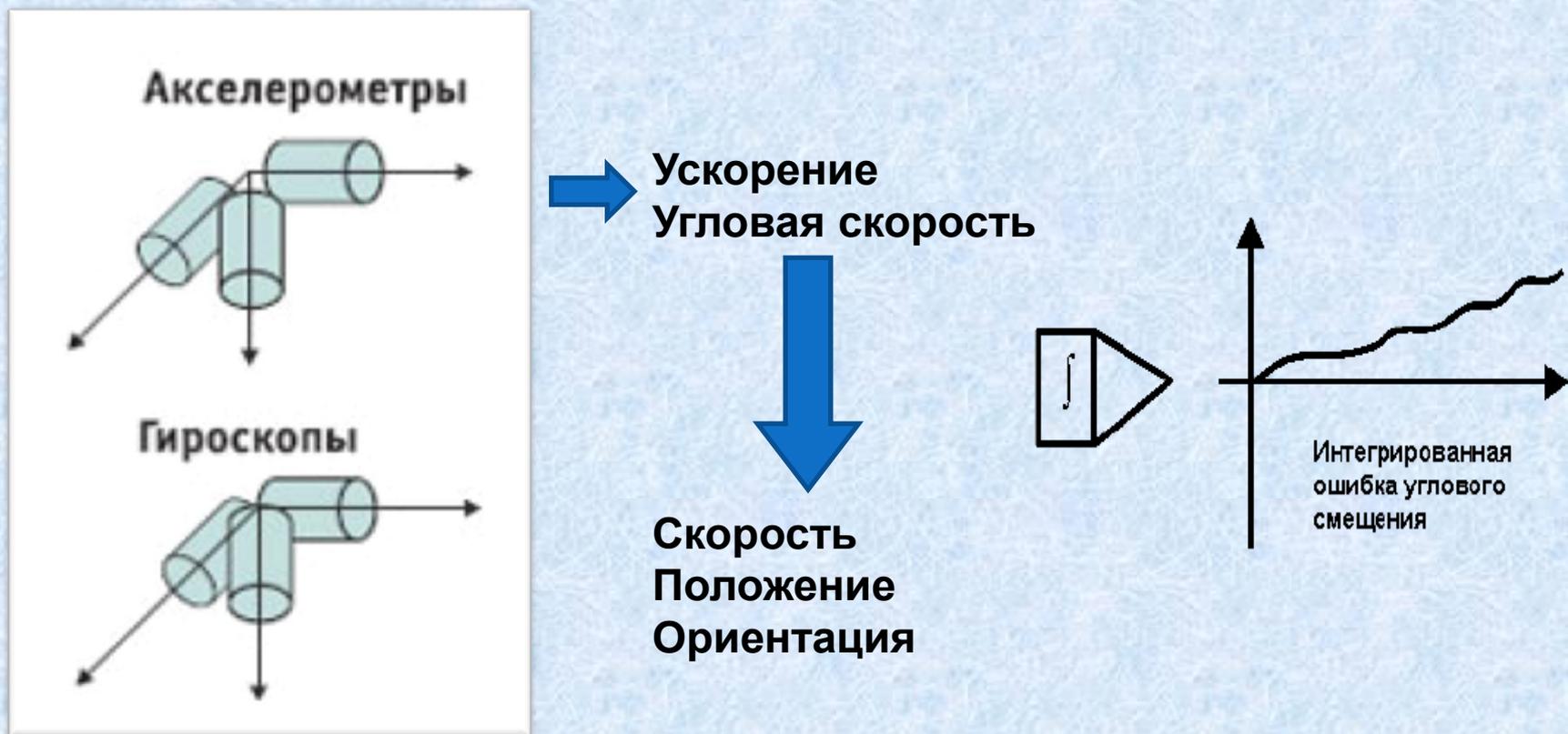
Аспирант каф. Маркшейдерского дела и геодезии НИ ИрГТУ
Беляев Е.Н.



- 1. Съёмка горных выработок с помощью теодолита**
- 2. Съёмка поперечных сечений горных выработок с помощью рулетки**
- 3. Съёмка с помощью безотражательного тахеометра**
- 4. Съёмка с помощью наземного лазерного сканера**



Принцип действия инерциальной навигационной системы

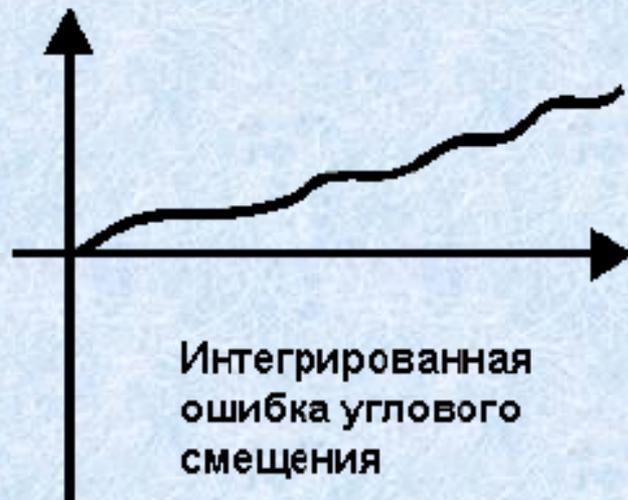
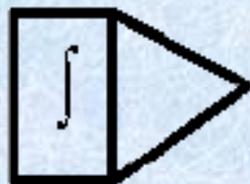




Неустраняемые ошибки ИНС:

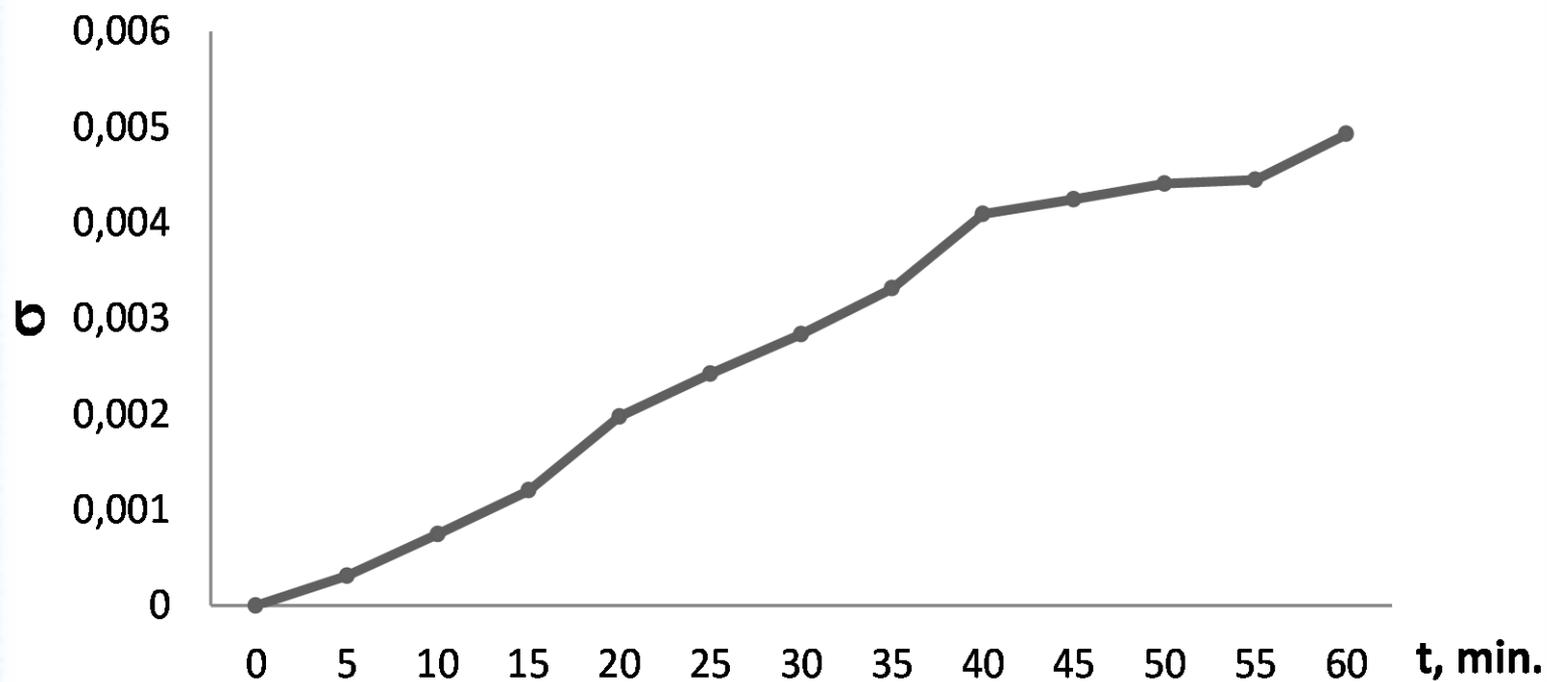
- дрейф,
- ошибка масштабного коэффициента,
- случайный шум.

Ускорение
Угловая скорость



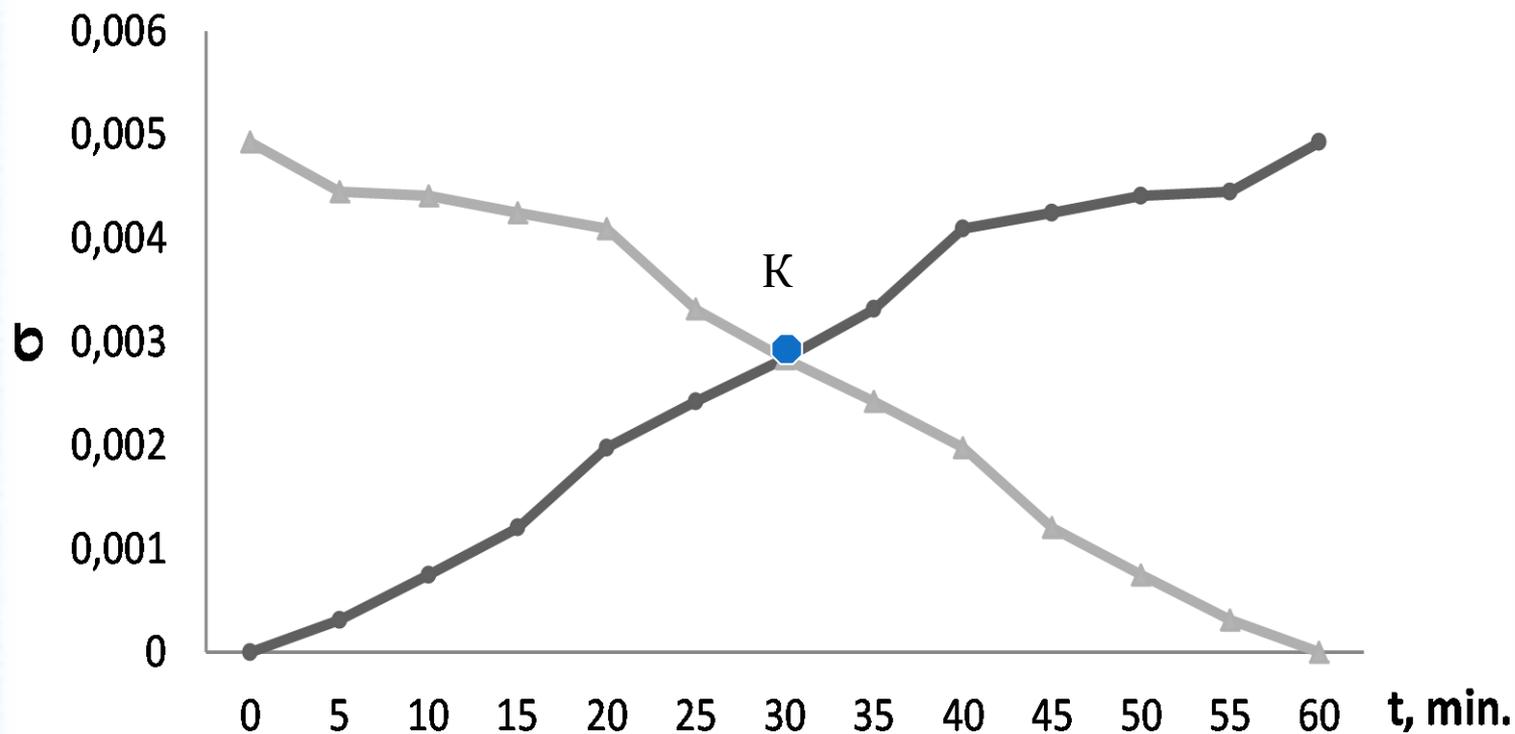


Моделирование процесса накопления ошибки ИИС во времени





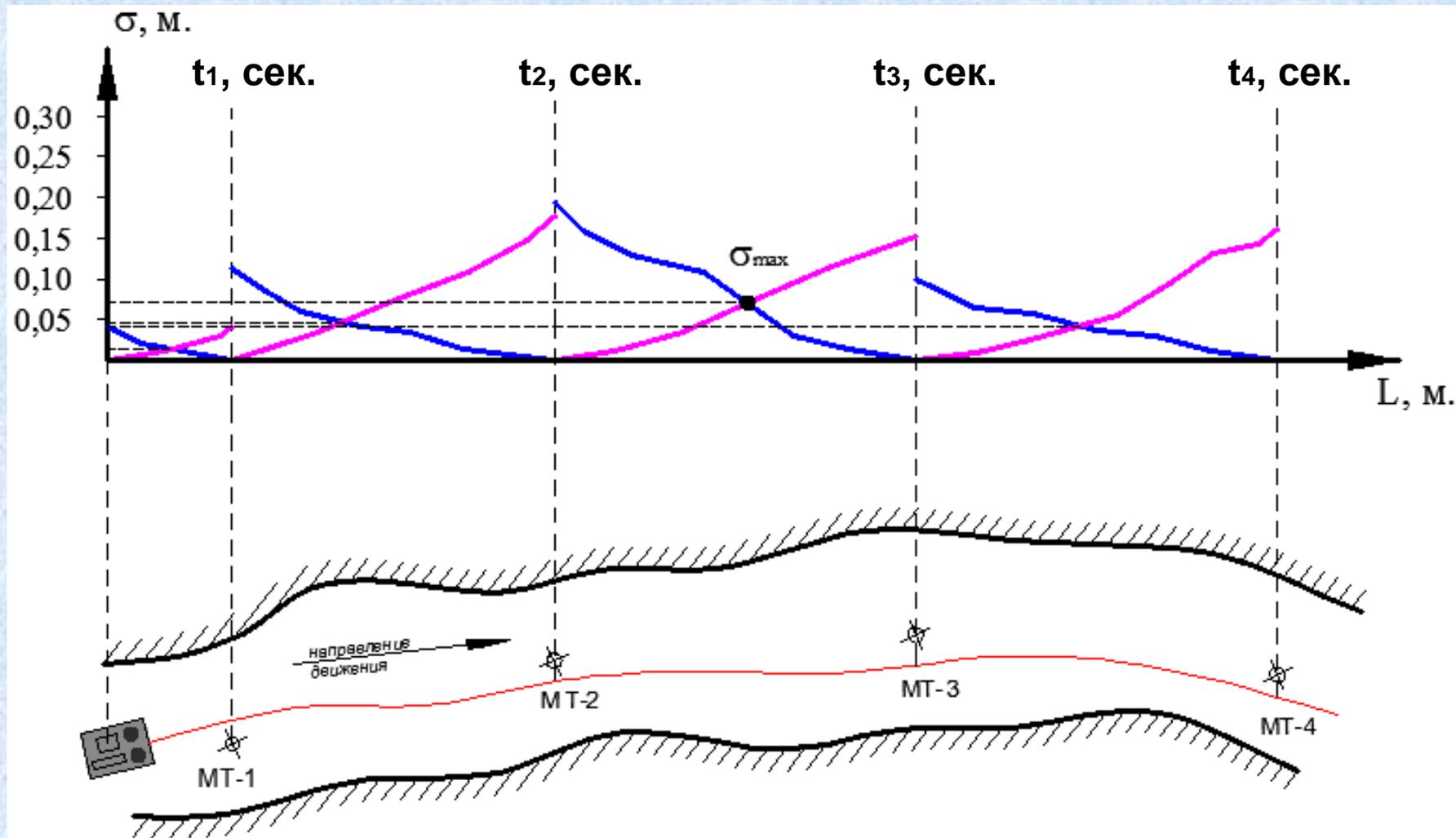
Обработка траектории движения в обратном направлении





Способы коррекции интегрированного решения

- Сигнал GPS/ГЛОНАСС
- По гравитационному полю земли
- По магнитному полю Земли
- По полю распределения высоты рельефа местности
- Анализ информации бортовой видеокамеры
- **Одометр**
- **Пункты опорных сетей подземных выработок**



- График ошибок траектории движения, обработанной в прямом направлении
- График ошибок траектории движения, обработанной в обратном направлении



IXSea LANDINS

PERFORMANCE* DURING GPS OUTAGES

Outage duration (sec)	15		60		120		300	
	RTK	PPK	RTK	PPK	RTK	PPK	RTK	PPK
True heading (deg)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Rol/Pitch (deg)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Position X and Y (m)	0.07	0.05	0.20	0.10	0.30	0.25	0.70	0.60
Position Z (m)	0.05	0.05	0.10	0.07	0.25	0.20	0.50	0.40



Условия эксперимента:

1. Прямолинейное движение 1,5-2,0 км.
2. Скорость 10-15 км/ч.
3. Автономная работа инерциальной системы
4. Параллельная запись GPS траектории





Position standard deviation

■ Post-processing
standard - Std. dev.



Position standard deviation

■ Post-processing
standard - Std. dev.



В результате подобной корректировки максимальное значение СКО не превышает 0,26м. на интервале в 515м. относительная погрешность измерений на данном участке составляет 1/1980.



Методика непрерывной съемки в условиях подземных горных выработок

1. *Подготовительные работы*

- Планирование мест корректировки
- Установка оборудования, измерение домеров (off-set)
- Развешивание марок

2. *Полевые работы*

- Запуск системы, калибровка
- Сканирование выработки

3. *Камеральные работы*

- Обработка траектории движения в прямом и обратном направлении
- Определение точек корректировки траектории в момент времени привязки к пунктам ОМС
- Корректировка посредством координат пунктов ОМС
- Создание трехмерной модели



Подготовительный этап. Планирование мест корректировки

PERFORMANCE* DURING GPS OUTAGES

Outage duration (sec)	15		60		120		300	
	RTK	PPK	RTK	PPK	RTK	PPK	RTK	PPK
True heading (deg)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Roll/Pitch (deg)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Position X and Y (m)	0.07	0.05	0.20	0.10	0.30	0.25	0.70	0.60
Position Z (m)	0.05	0.05	0.10	0.07	0.25	0.20	0.50	0.40

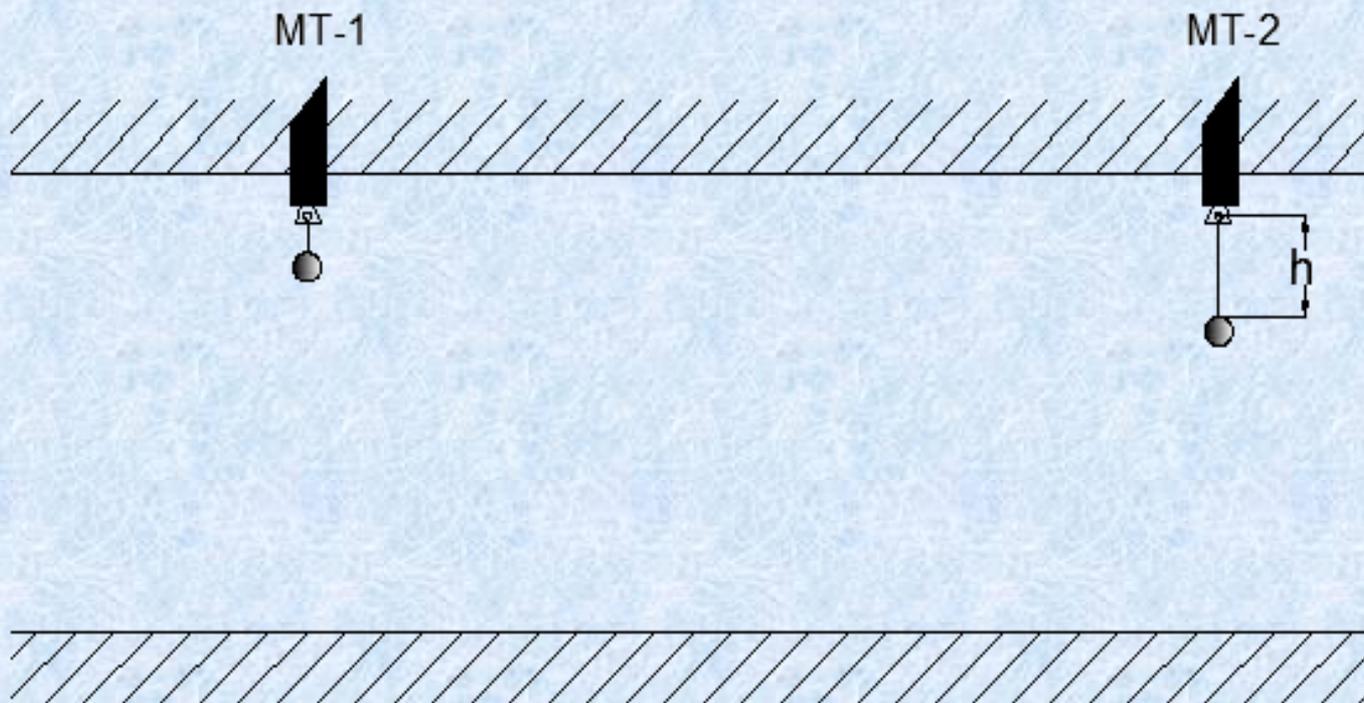
IXSea LANDINS

Время автономной работы, сек.	15	60	120	300
σ (x), м.	0.05	0.10	0.25	0.60
σ (y), м.	0.05	0.10	0.25	0.60
σ (z) м.	0.05	0.07	0.20	0.40



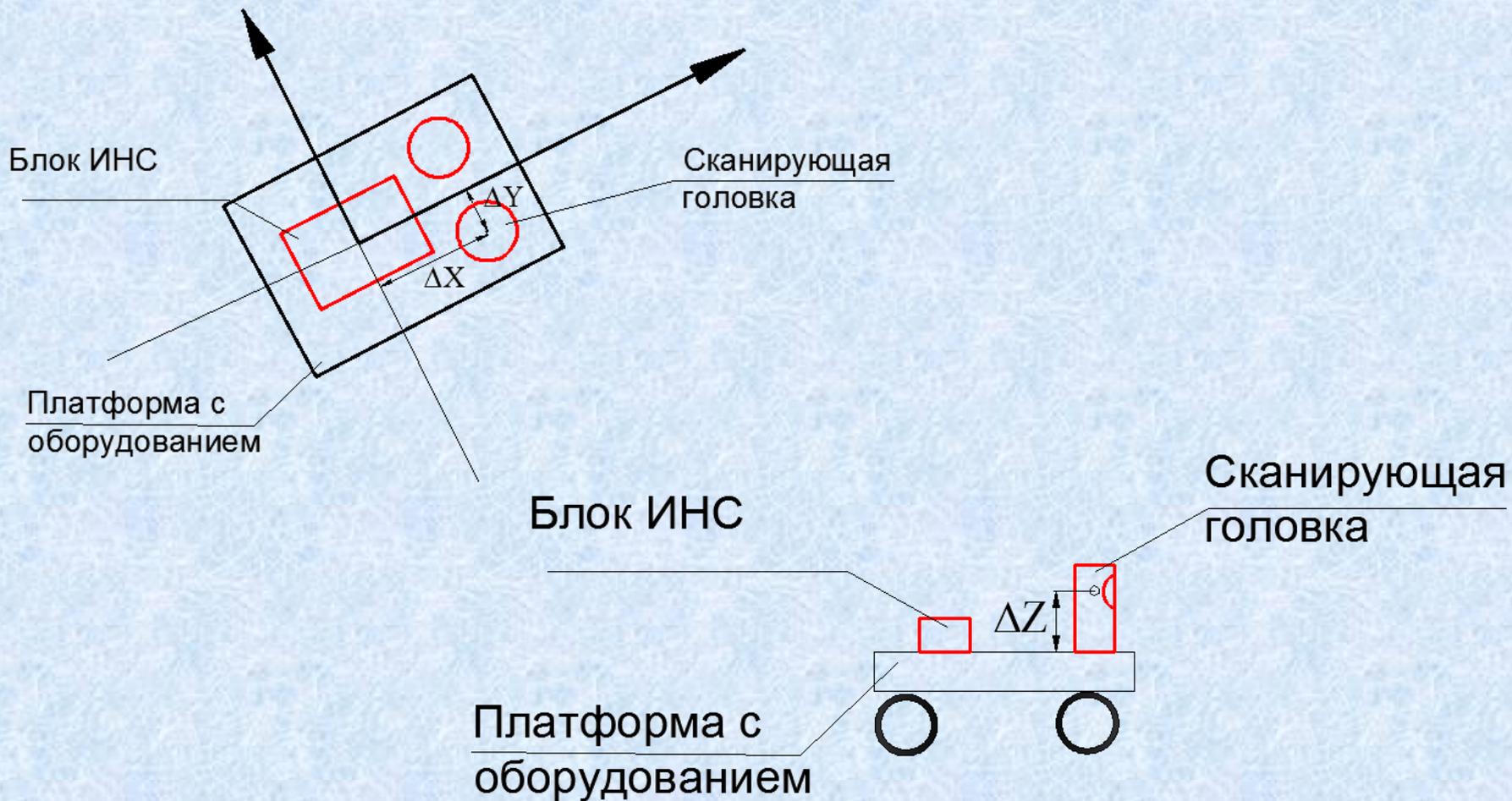


Подготовительный этап. Развешивание марок



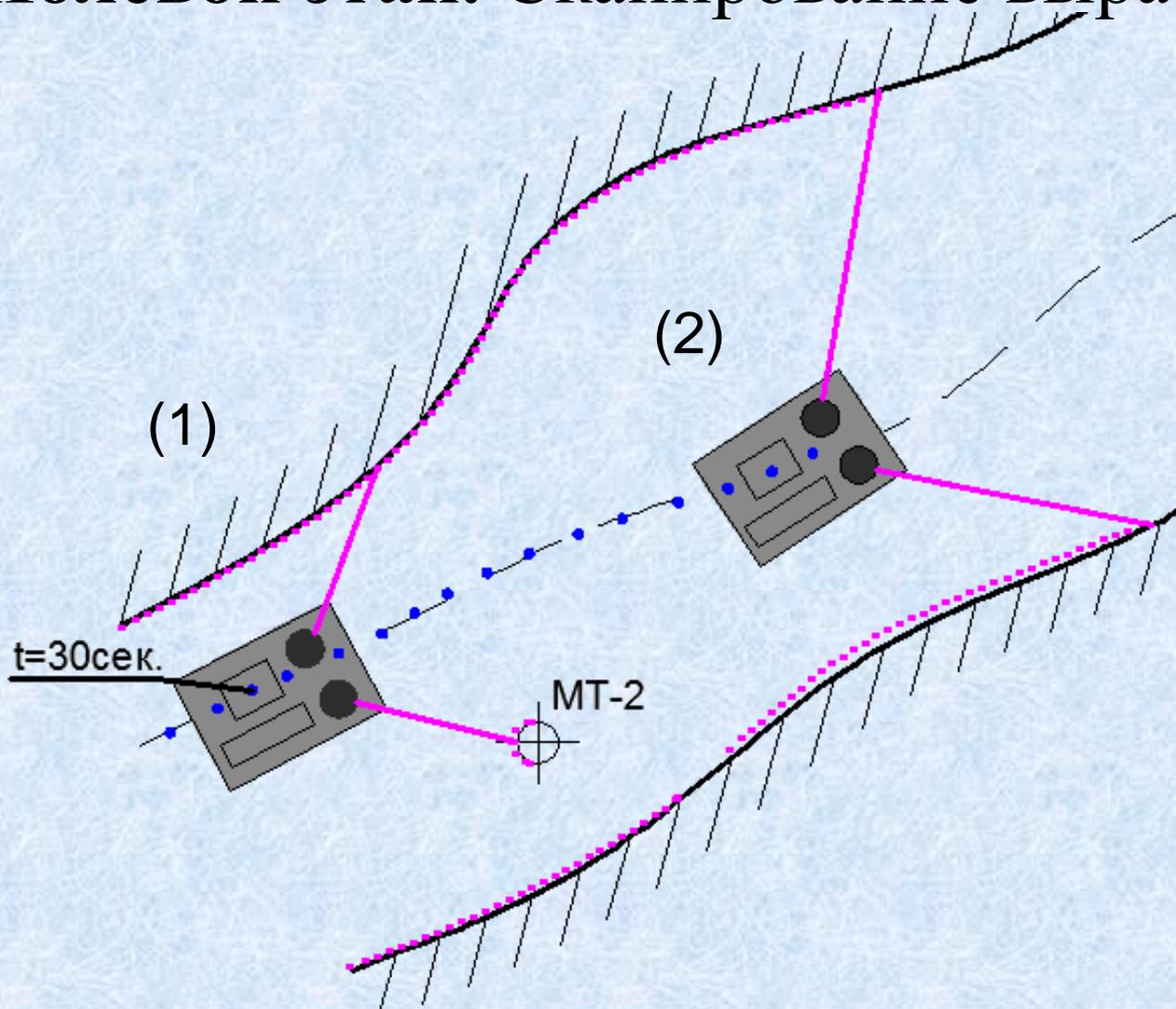


Подготовительный этап. Измерение домеров (Off-set)



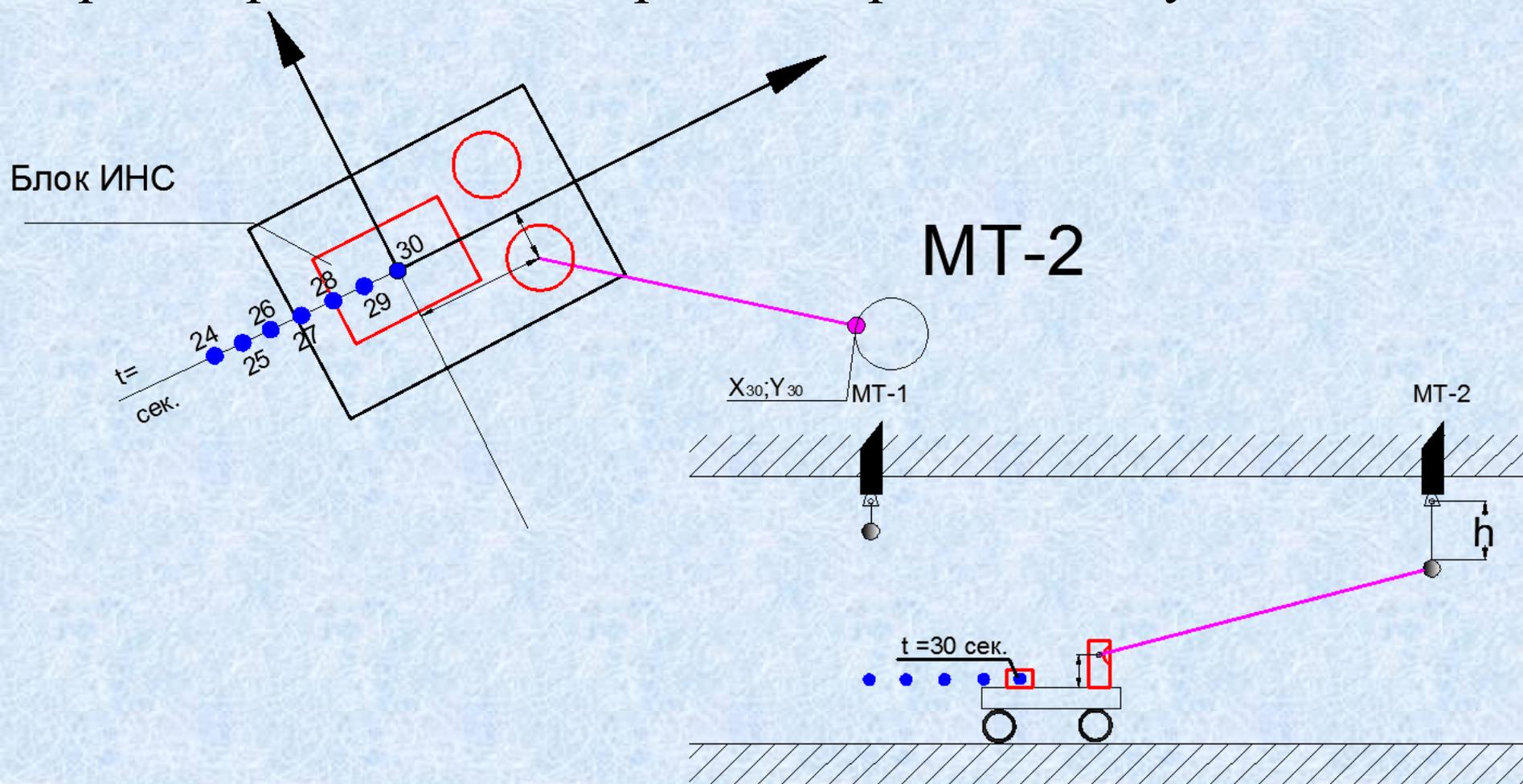


Полевой этап. Сканирование выработки





Камеральный этап. Определение точек корректировки траектории в момент времени привязки к пунктам ОМС



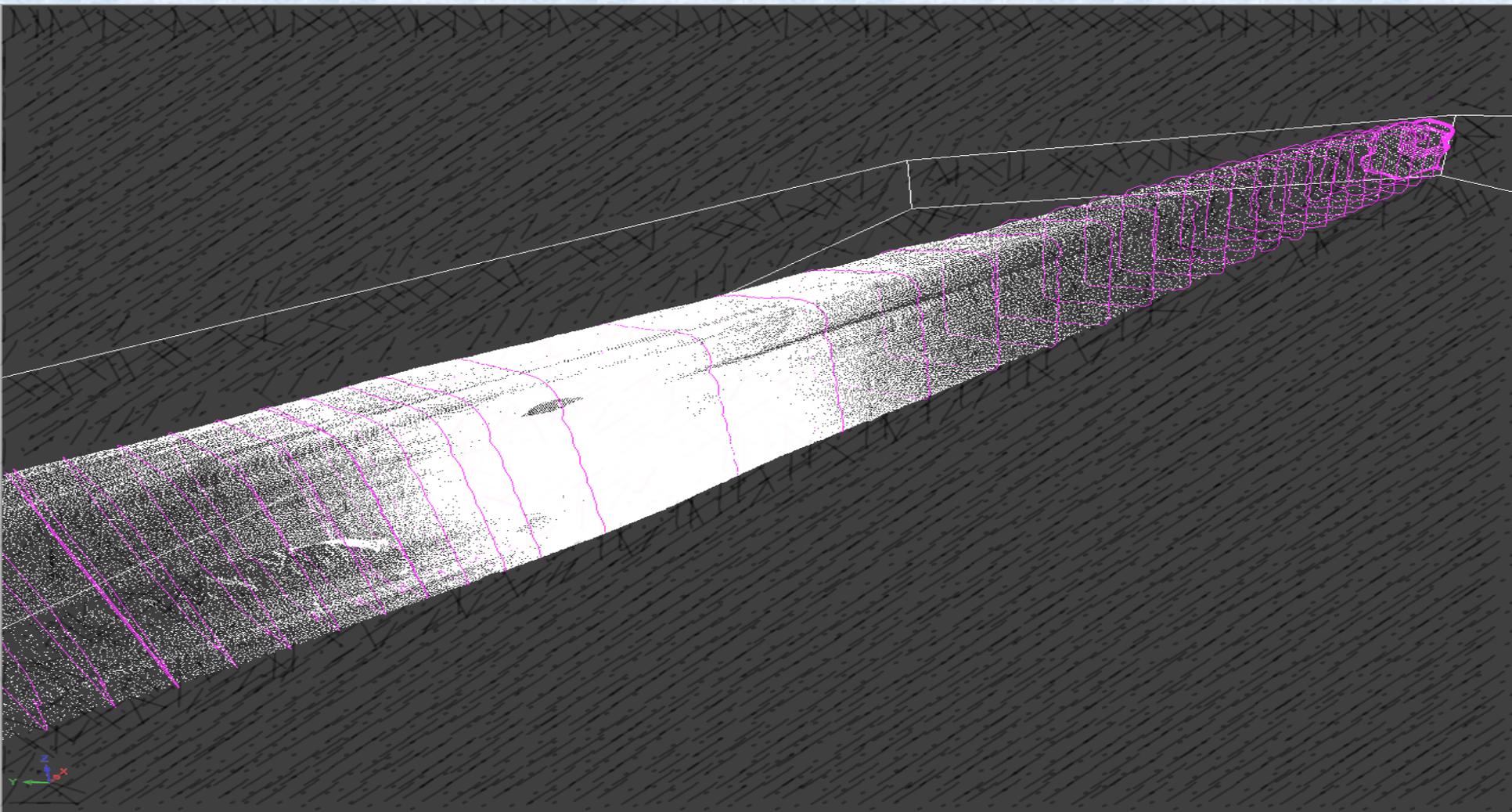


Камеральный этап. Анализ полученных данных





Камеральный этап. Создание трехмерной модели





НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Спасибо за
внимание