

# Создание виртуальной модели Долины Гейзеров с использованием технологий неогеографии и виртуального окружения

Леонов А.В.<sup>1</sup>, Серебров А.А.<sup>1</sup>, Алейников А.А.<sup>4</sup>, Дроздин В.А.<sup>2</sup>, Ерёмченко Е.Н.<sup>1</sup>, Казанский И.П.<sup>1</sup>, Клименко А.С.<sup>1</sup>, Клименко С.В.<sup>1</sup>, Леонов В.Л.<sup>2</sup>, Леонова В.Ф.<sup>1</sup>, Самойленко С.Б.<sup>2</sup>, Уразметов В.Ф.<sup>1</sup>, Фролов П.В.<sup>1</sup>, Шпиленок Т.И.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт физико-технической информатики, г. Протвино Московской области

<sup>2</sup> Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

<sup>3</sup> ФГУ «Кроноцкий заповедник», г. Елизово Камчатского края

<sup>4</sup> ООО «ИТЦ «Сканэкс», г. Москва

4-я международная конференция «Земля из космоса – наиболее эффективные решения»

Мини-конференция «Веб & ГИС 2009»

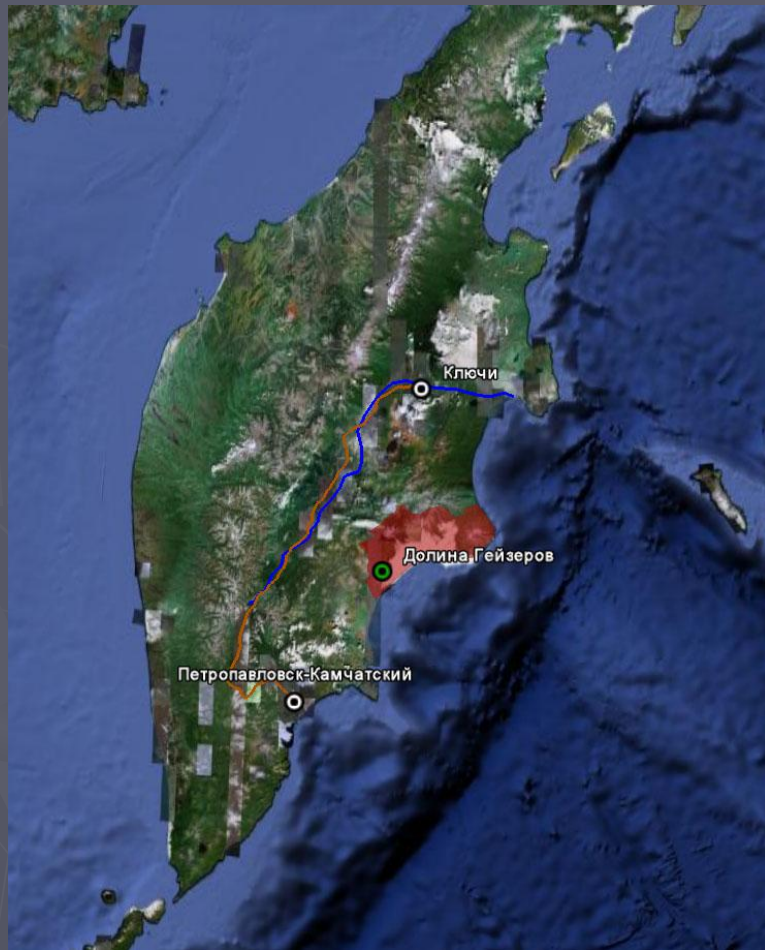
г. Москва

03.12.2009

# Благодарности

- ▶ Финансирование проекта осуществляется Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ):
  - Проект 09-07-06042-г (конференция – 2009 г.)
  - Проект 09-07-02100 –э\_к (экспедиция – 2009 г.)
  - Заявка 10-07-00407-а (инициативный проект 2010-2012 гг.)
- ▶ Авторы благодарят за помощь, поддержку и участие в работе над проектом:
  - ИФТИ и лично директора проф., д.ф.-м.н. Клименко С.В.
  - ИВиС ДВО РАН и лично директора академика РАН, д.ф.-м.н. Гордеева Е.И., заместителя директора по научной работе к.г.н. Муравьёва Я.Д., учёного секретаря Леонова В.Л., Двигало В.Н., к.г.-м.н. Делемень И.Ф., Егорову Н.П., Леонову Т.В., Мельникова Д.В.
  - ФГУ «Кроноцкий заповедник» и лично директора Шпиленка Т.И., заместителя директора по научной работе Мосолова В.И.
  - КФ ГС РАН и лично директора к.т.н. Чеброва В.Н., Титкова Н.Н.
  - ООО «ИТЦ «СканЭкс» и лично генерального директора к.ф.-м.н. Гершензона В.Е.
  - ERDAS Inc. и лично регионального менеджера по продажам Ирину Ветцель
  - ООО «Навгеоком Инжиниринг» и лично генерального директора Фролова А.В.
  - Географический факультет МГПУ и лично декана проф., к.г.н. Дмитриеву В.Т.
  - Камчатский/Берингийский экорегиональный офис Всемирного фонда дикой природы (WWF) и лично экс-директора Лору Уильямс
  - Интернет-портал R&D.CNews и лично руководителя Ерёмченко Е.Н.
  - Студента кафедры СИМ МФТИ Белосохова Д.Е.
  - Аникушкина М.Н., Рашидова А.В., Шпиленка И.П.

# Долина Гейзеров



- ▶ Одно из самых крупных в мире скоплений гейзеров
- ▶ Расположена в Кроноцком заповеднике на Камчатке
- ▶ Выбрана одним из семи «Чудес России» в 2008 году





# Оглавление

## ▶ Постановка задачи:

- Актуальность: ограничение посещения, оползневая опасность, необходимость сохранения природного наследия
- Цель: создание виртуальной модели Долины Гейзеров (3D + динамика во времени + сценарии развития)
- Научные задачи: развитие средств визуализации гео-данных, моделирование геодинамических процессов в гео-контексте
- Практические задачи: информационная поддержка научных исследований, «виртуальный туризм»

## ▶ Направления работы и текущие результаты:

- Подготовка основы: ЦМР, космоснимок, привязка
- Получение данных: стерео видео, данные научных организаций
- Разработка Интернет-модели: KML, Google Earth API, JS
- Разработка 3D-модели в виртуальном окружении: OSG
- Моделирование оползневой опасности: SPH

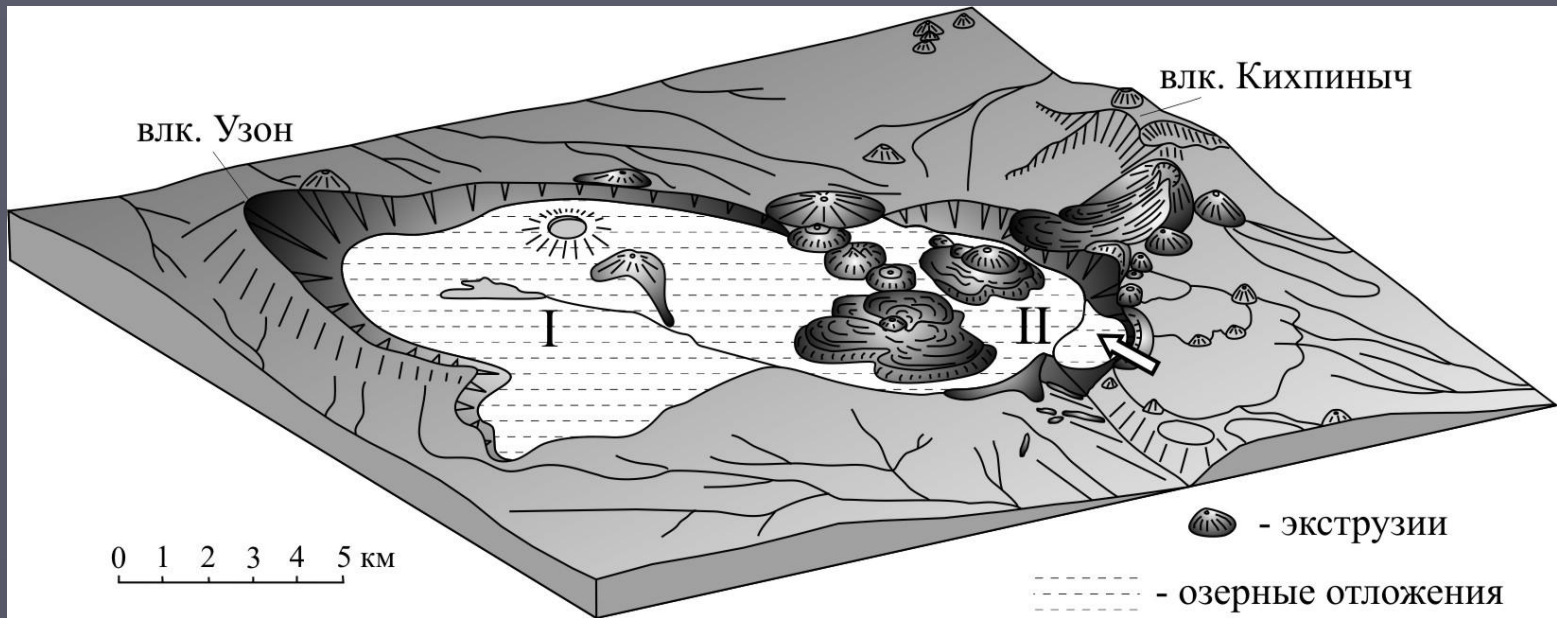


# Ограничение посещения

- ▶ Уникальный природный объект:
  - туристическая достопримечательность мирового масштаба
- ▶ Труднодоступность:
  - режим заповедника
  - техническое ограничение посещения - 3000 человек в сезон
- ▶ Актуально создание открытой модели:
  - развитие «виртуального туризма»
  - информационная поддержка научных исследований и эколого-просветительской деятельности



Ilya Kazanskiy (c) 2009



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РФ

КРОНОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК

Долина Гейзеров: последствия природной катастрофы 3 июня 2007 года

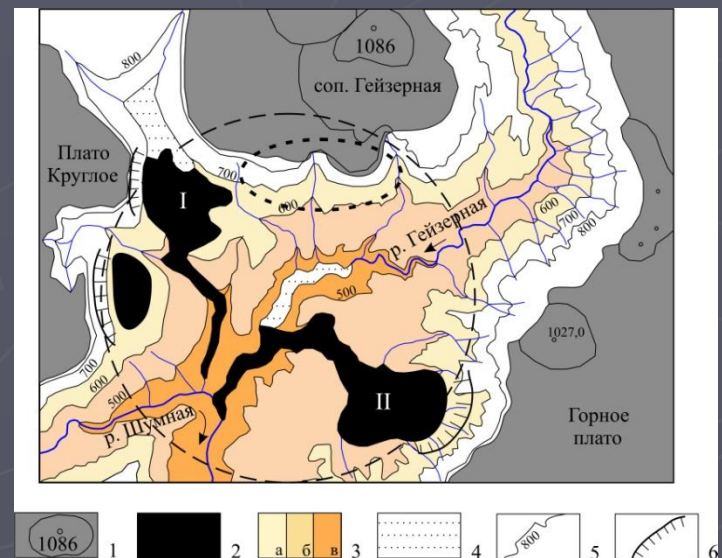
ЦЕЛЫЙ РАЙОН ПОСЛЕ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФЫ ОТ ДАВНОЙ

3 июня 2007 года в Долине Гейзеров сошла мощная грязекаменная лавина, перекрывшая русло реки Гейзерной. Лавина, по оценкам под грифельной массой и в результате спала оползня - от 1,8 до 2,8 км, км. Объем обрушения и скопления при этом облачной лавины составил 3,5 км<sup>3</sup>. В результате данной природной катастрофы уничтожена площадь от 2,6 до 2,8 кв. км. Под лавиной или под водой погребены впадины площадью 23 круины, ручья и мелких гейзера. На участке выходящем впадины, перестроившая русло реки. Высота лавины - около 30 м. Длина лавины - 300 м. Ширина лавины - 200-250 м и наиболее широкой части и 40-60 м. В наиболее узком месте давила. В результате возникло подпруженное озеро. В настоящее время максимальная глубина озера составляет 20 м, лавина его около 1,8 км.

Вследствие подъема уровня воды в озере прекратили существование Малый, Большой, Горизонтальный, Копус и другие гейзеры. Были уничтожены часть построек и сооружений научного стационара заповедника, две бертолетные площадки, мост, часть настильных троп и смотровая площадка.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕЙЗЕРОВ:**  
Всего числен 41 гейзер. Из них: 9 гейзеров находится под лавиной, 13 гейзеров под водой, 19 продолжают действовать в прежнем режиме. 1 деактивировавший источник на правом берегу напротив Вытража стал действовать в режиме гейзера.

| ТАБЛИЦА ДАВНОЙ  | НАХОДИТСЯ ПОД ВОДОЙ:  | ПРИДАВАЮТ ДЕЙСТВОВАТЬ В ПРЯЖИ И ЖИВУ:  | ПОД ЛАВИНОЙ ПОД ВОДОЙ РАБОТАЮТ ГЕЙЗЕРЫ: |
|---|---|--|---|
| река Гейзерная, ручей Володарский<br>гейзеры:<br>Переван, Шило, Малютка,<br>Тройник, Скальный,<br>Сосна, Ивизуцкий,<br>ворота в Гейзерную | гейзеры:<br>Скелетный, Большой пещер,<br>Тузучий, Копус,<br>Буратино, Малый,<br>Малая пещер, Большой,<br>Борода | гейзеры:<br>Шель, Кристель, Нови пещер,<br>Зелый, Фонтан, Неистопаный,<br>Манюстрельский, Делитрой, Амурский,<br>Парный, Большой, Жемчужный,<br>Горизонтальный, Плашаный,<br>Усачев, Родный оузе | Ванна, Новый фонтан                     |





# Оползневая опасность

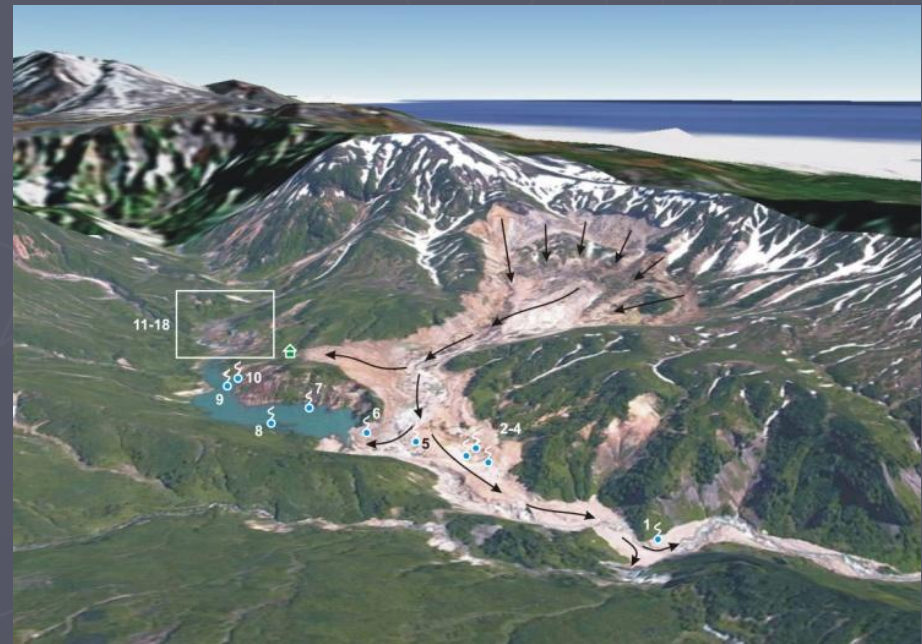
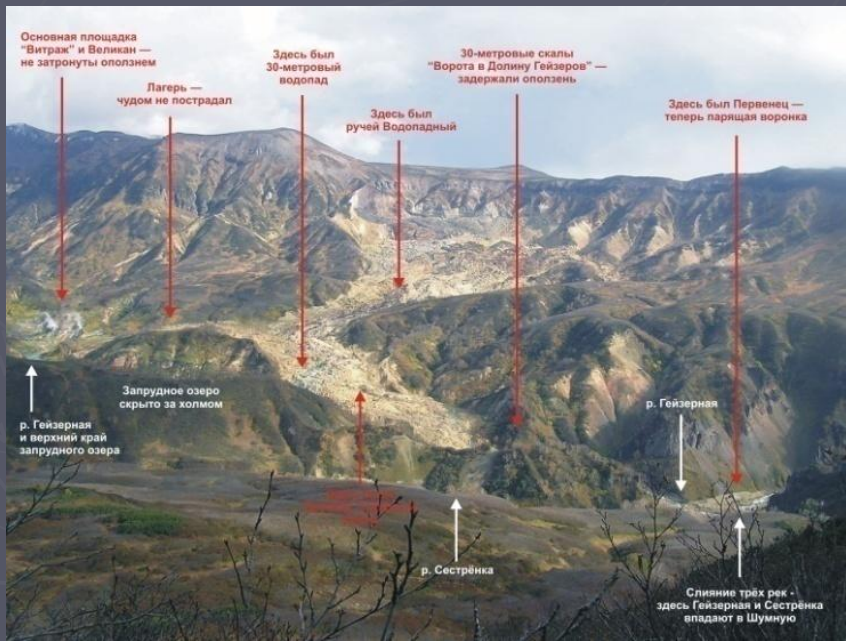
- ▶ Оползень 2007 года нанёс серьёзный ущерб ДГ:
  - более половины гейзеров были завалены обломочной лавиной и затоплены подпрудным озером
- ▶ Вероятность формирования новых оползней в районе ДГ является высокой:
  - ведутся комплексные исследования для прогноза оползневой опасности
- ▶ Актуальна визуализация разнородных научных данных:
  - рельеф местности
  - геологическая структура
  - сейсмические данные
  - данные ДДЗ
  - расположение объектов
  - характеристики объектов
  - экспертные оценки
  - численное моделирование
  - динамика во времени



Илья Казанский (с) 2009



Слева – фотоснимок 2007 года.  
Справа – скриншот Интернет-модели в том же ракурсе.



# Природное наследие



- ▶ В геологическом масштабе времени, оползни в районе ДГ происходят регулярно. Когда случится следующий – завтра или через 1000 лет?
- ▶ Актуально сохранение максимально полной информации о ДГ на современном технологическом уровне – в форме виртуальной 3D-модели





Викторија Леонова (с) 2009



Евгений Ерёмченко (с) 2009



# Цели проекта



- ▶ Создание научно-популярной виртуальной модели ДГ в открытом формате, свободно доступной в Интернете (neogeography)
- ▶ Создание виртуальной 3D модели ДГ в открытом формате для стерео визуализации (virtual environment)
- ▶ Прогнозирование оползневой опасности на основе созданных моделей (situation awareness)

# Задачи проекта

## ▶ Научные задачи:

- Развитие средств визуализации гео-данных в науках о земле с использованием методов негеографии и виртуального окружения
- Развитие методов создания общедоступных виртуальных моделей природных объектов на базе открытых технологий
- Разработка средств моделирования и визуализации геодинамических процессов в гео-контексте на основе общедоступных виртуальных моделей

## ▶ Практические задачи:

- Информационная поддержка научных исследований и эколого-просветительской деятельности
- Развитие «виртуального туризма» и популяризация труднодоступных районов Камчатского края
- Визуализация оползневой опасности для экспертной оценки и планирования мер по минимизации ущерба

# Методы и подходы

- ▶ неогеография (neogeography)
  - географические координаты, космоснимки высокого разрешения
  - детальные ЦМР, векторные модели объектов
  - гиперссылки, коллективная работа, актуализация данных
- ▶ виртуальное окружение (virtual environment)
  - интерактивная 3D-модель, интуитивный интерфейс
  - погружение пользователя в пространство модели
- ▶ интерактивное повествование (interactive storytelling)
  - активное участие пользователя в виртуальном мире
  - совмещение заданного сюжета и свободы перемещения
- ▶ ситуационная осведомлённость (situational awareness)
  - комплексное представление информации об объекте
  - прогноз развития ситуации и оперативное реагирование



# Прогноз



# Хронология проекта

- ▶ 2007:
  - Июнь 2007 – научно-популярный репортаж об оползне в ДГ
- ▶ 2008:
  - Декабрь 2008 – первая версия общедоступной Интернет-модели ДГ
- ▶ 2009:
  - Март 2009 – анимация оползня в общедоступной Интернет-модели на основе экспертных оценок
  - Апрель 2009 – доклады на конференциях «Высокие технологии XXI» (Экспоцентр, Москва), «Туризм и рекреация» (МГУ, Москва)
  - Май 2009 – доклад на международной конференции MEDIAS-09 (Кипр)
  - Июнь 2009 – поддержка проекта со стороны РФФИ
  - Сентябрь 2009 – конференция по тематике проекта на базе ИВиС ДВО РАН и ФГУ «Кроноцкий заповедник»
  - Сентябрь 2009 – экспедиция в ДГ и сбор данных для развития модели
  - Ноябрь 2009 – доклад на 52-й научной конференции МФТИ
  - Декабрь 2009 – доклад на 4-й международной конференции «Земля из космоса – наиболее эффективные решения»

# Направления работы

- ▶ Подготовка основы:
  - снимок GeoEye-1 (2009, 0,5 м)
  - ЦМР на основе стереопары Cartosat (2007, 5 м)
  - точная GPS-привязка
- ▶ Получение данных:
  - экспедиция для сбора данных (стерео видеосъёмка, спутниковая геодезическая съёмка)
  - организация взаимодействия с ИВиС ДВО РАН, КФ ГС РАН, ФГУ «Кроноцкий заповедник» (проведение конференции, поставка установки VE)
- ▶ Разработка Интернет-модели (KML):
  - систематическое описание объектов (текст, фото, видео)
  - интеграция в общедоступный веб-сайт (Google Earth API, JS), индивидуальный просмотр в свободном режиме или в режиме виртуальной экскурсии
  - недостаток – рельеф SRTM 90 м, преимущество – общедоступность
- ▶ Разработка 3D-модели для VR (OSG):
  - высококачественная презентация основных объектов (стерео видео, аудио, аватары)
  - коллективный просмотр в режиме виртуальной экскурсии на установке VE
  - недостаток – ограниченная доступность, преимущество – точная реконструкция рельефа и высокая степень погружения в пространство модели
- ▶ Моделирование движения обломочной лавины:
  - численный расчет (SPH) и 3D-визуализация результатов на реальном рельефе
  - распределённые вычисления на графических процессорах (NVIDIA CUDA)





# Получение данных





# KML-модель

VALLEY OF GEYSERS  
KAMCHATKA, RUSSIA



Вид на север







# KML-модель

- ▶ Создана топографическая основа на базе карт масштаба 1:200 000, 1:10 000, 1:2 000, а также аэрофотоснимка 2007 года.
- ▶ Создана статичная модель района Долины Гейзеров, включающая следующие слои данных:
  - Координаты и фотографии основных гейзеров;
  - Фотоснимки местности с описаниями, привязанные по точке съёмки;
  - Видеоматериалы с извержениями гейзеров, привязанные по точке съёмки;
  - Координаты и фотографии объектов туристической инфраструктуры;
  - Координаты основных высот, на основе карты 1:200 000;
  - Векторные представления основных рек района и их притоков;
  - Векторное представление основных пеших маршрутов из Долины Гейзеров;
  - Векторное представление подпрудного озера, по текущему уровню воды;
  - Векторные 3D-модели разломов, по которым произошёл отрыв тела оползня;
  - Растровая геологическая карта местности;
  - Растровая карта распределения температуры грунта;
  - Растровая схема оползня, произошедшего 3 июня 2007 года;
  - Растровая схема оползневой опасности в районе Долины Гейзеров.
- ▶ Создана динамическая модель (анимация) оползня, произошедшего в Долине Гейзеров 3 июня 2007 года.
- ▶ Модели интегрированы в веб-сайт [www.valleyofgeysers.com](http://www.valleyofgeysers.com)
- ▶ Разработана система управления моделью на веб-сайте на основе JS

# Интернет-модель

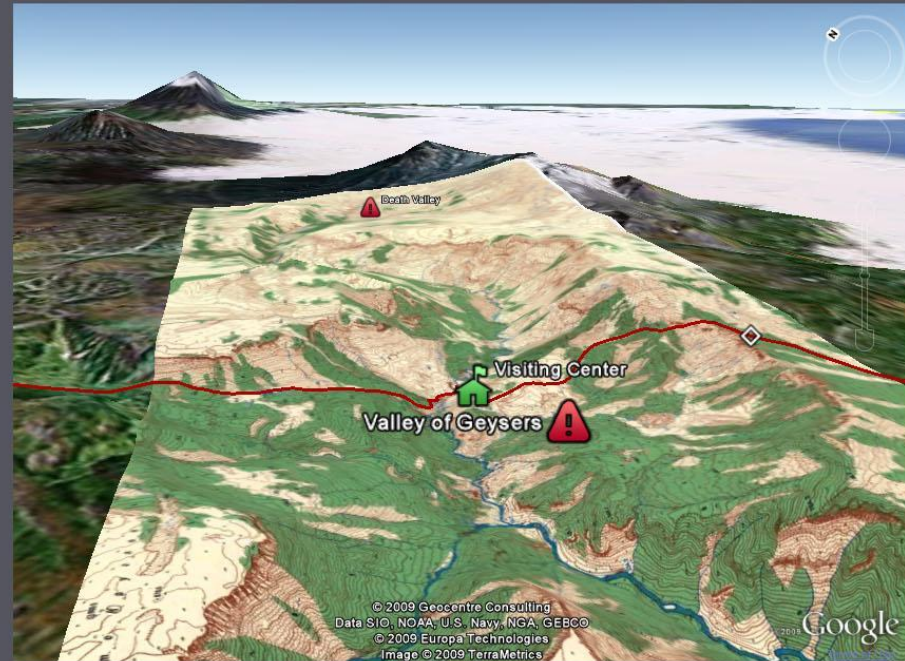
## Valley Of Geysers, Kamchatka

Русская Версия

[/About/](#) [/Videos/](#) [/Gallery/](#) [/Virtual Model/](#) [/Links/](#) [/Contact Us/](#)

You can also check out  
the animation of a landslide.

- [+ ] Greater Geyser Eruption
- [- ] Kronotsky reserve.kml
  - [- ] Kronotsky reserve
    - [- ] Border
    - [- ] Places
      - [- ] Death Valley
      - [- ] Valley of Geysers
      - [- ] Uzon caldera
      - [- ] Burltiashiy
      - [- ] Siniy Dol
  - [- ] Photos
  - [- ] Panoramas
  - [- ] Heights
  - [- ] Rivers
  - [- ] Lakes
  - [- ] Geysers
  - [- ] Paths
    - [- ] Path to Uzon
    - [- ] Path to Ocean
    - [- ] Coast path
  - [- ] Lodges
    - [- ] Uzon lodge
    - [- ] Visiting Center
    - [- ] Tihaya lodge
    - [- ] Shumnaya lodge



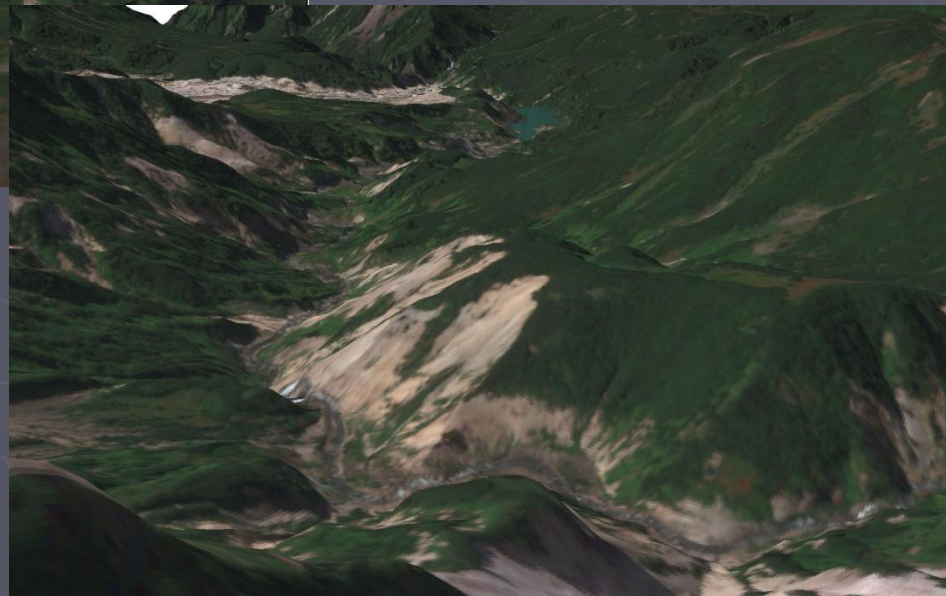
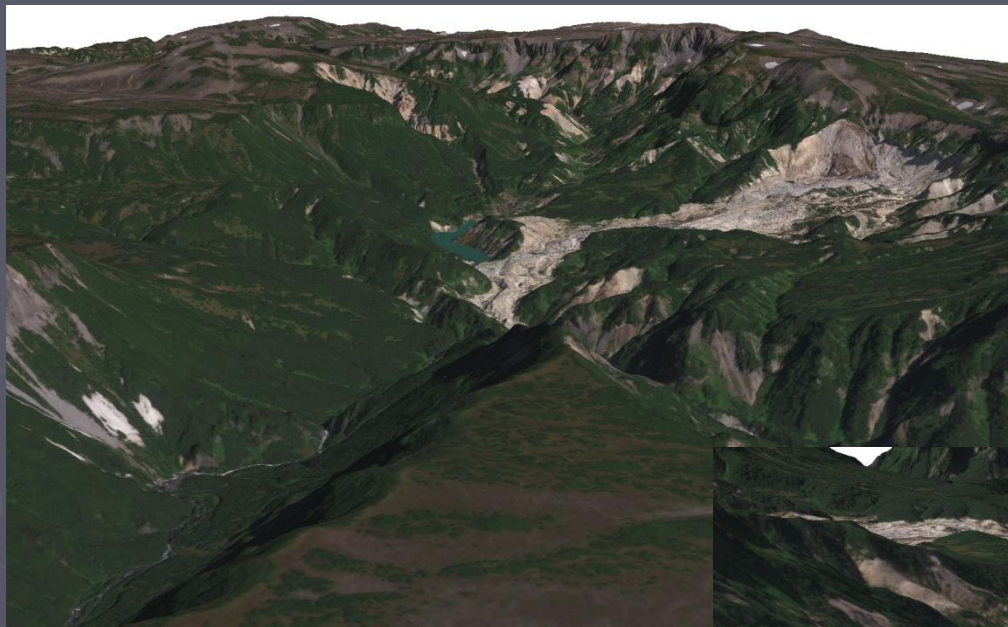
Ground Overlay Map

Model by Andrey Leonov.



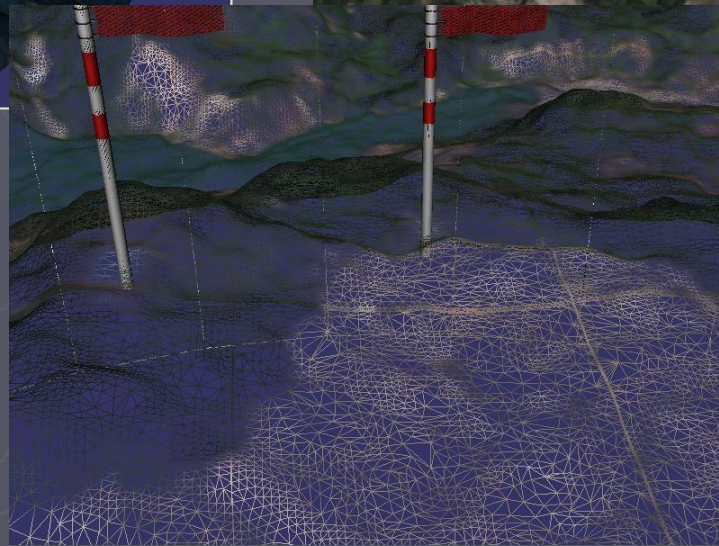
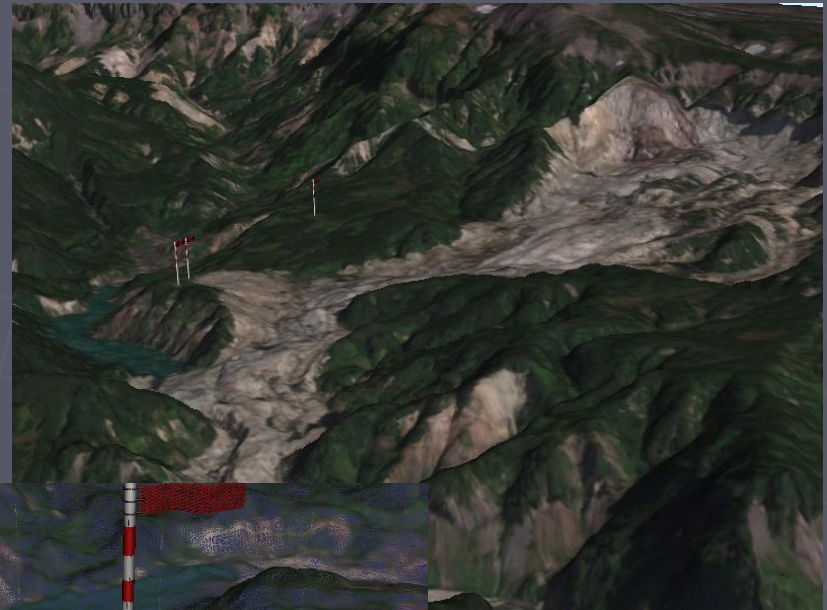
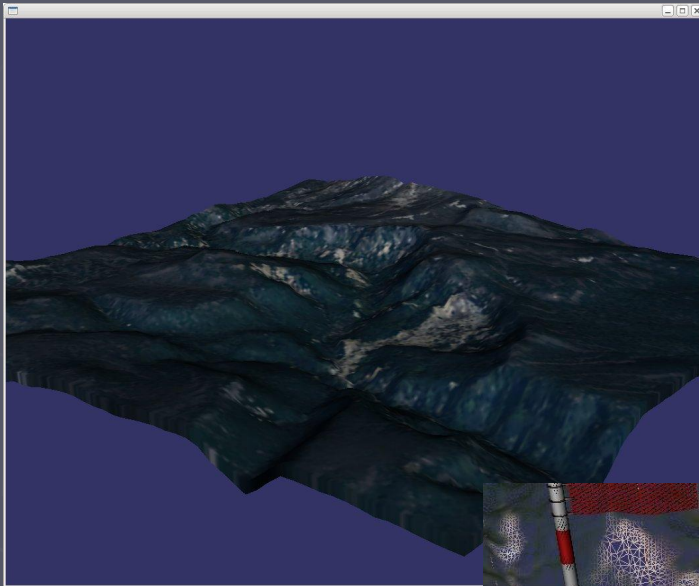
© ValleyOfGeysers.com 2009

# ЦМР 5 м + космоснимок 0,5 м

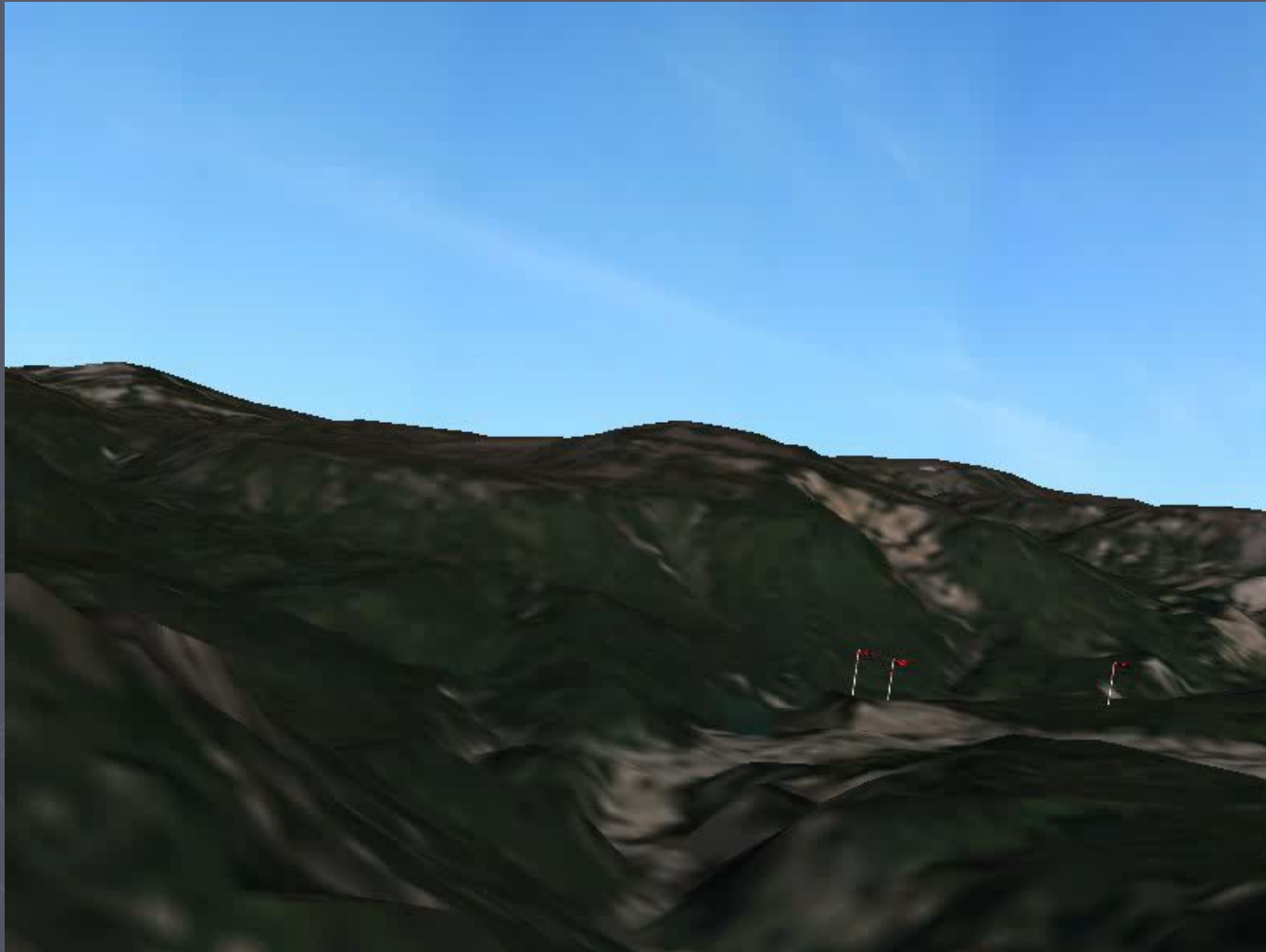




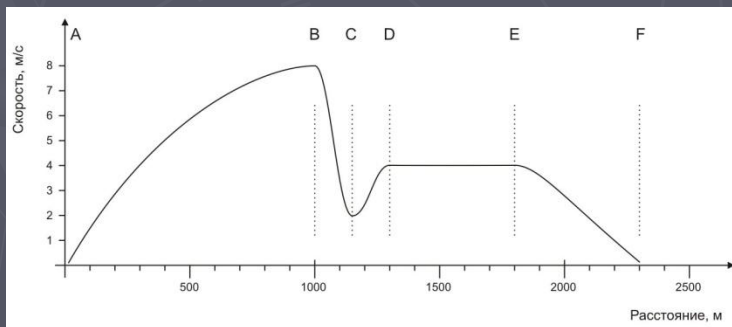
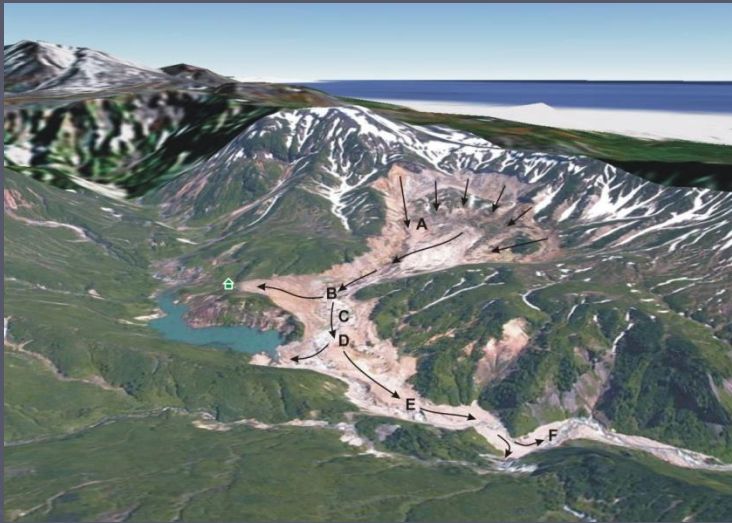
# 3D-модель в VE



# 3D-модель в VE



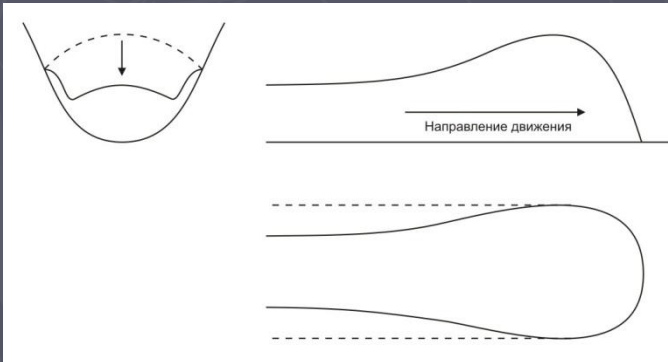
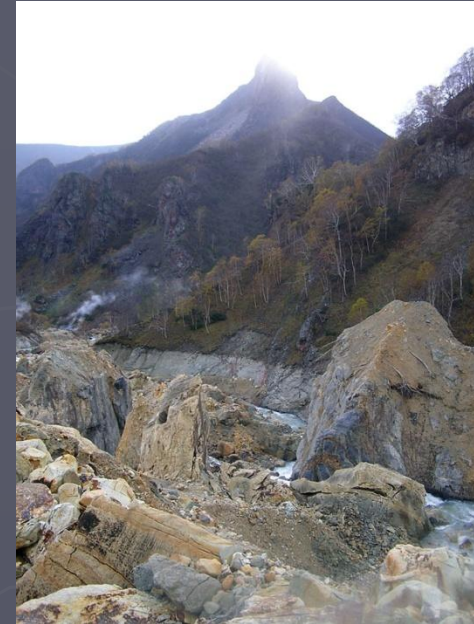
# Моделирование оползня



- ▶ Сложный рельеф, неоднократное изменение направления движения и ответвление боковых языков
- ▶ Выделено пять характерных участков движения
- ▶ Построена модель изменения скорости на основных участках



# Моделирование оползня



- ▶ Бортовые валы на склонах каньона существенно выше поверхности оползня
- ▶ Выбрана модель движения двухкомпонентного обломочно-грязевого потока

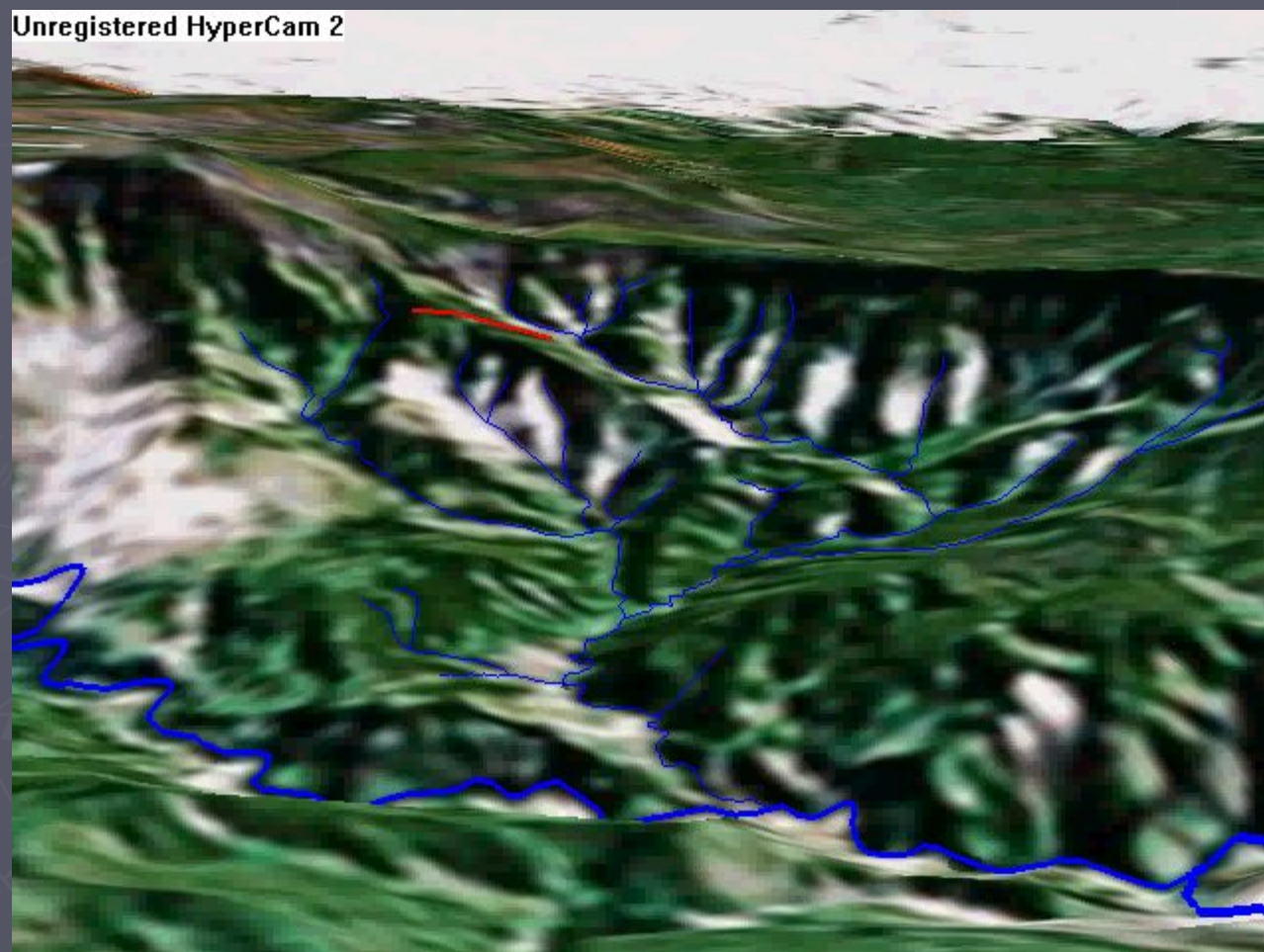
# Структура анимации



- ▶ Выполнена анимация двух основных тел оползня и обломочно-грязевого потока в масштабе времени, приближенном к реальному
- ▶ Выполнена анимация подпружного озера в условном масштабе времени



# Анимация - видео





# Перспективы

- ▶ **Виртуальные модели природных объектов**
  - Виртуальный туризм
  - Поддержка исследований
- ▶ **Прогнозирование оползней, лавин, селей**
  - Численный расчет на точном рельефе
  - 3D-визуализация результатов расчета
- ▶ **Ситуационное моделирование, СППР при ЧС**
  - Анализ сценариев развития событий
  - «Серьёзные игры»

# Спасибо за внимание!



Илья Казанский (с) 2009