

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

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

¹ Институт физико-технической информатики, г. Протвино Московской области

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

³ ФГУ «Кроноцкий заповедник», г. Елизово Камчатского края

⁴ ООО «ИТЦ «Сканэкс», г. Москва

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

Мини-конференция «Веб & ГИС 2009»

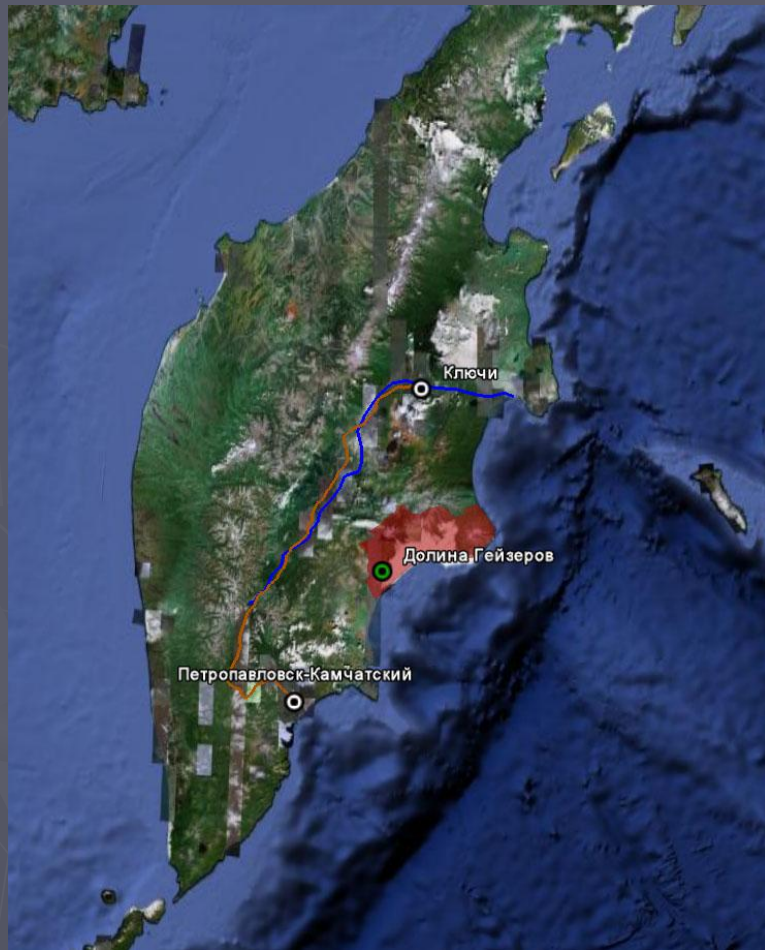
г. Москва

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»

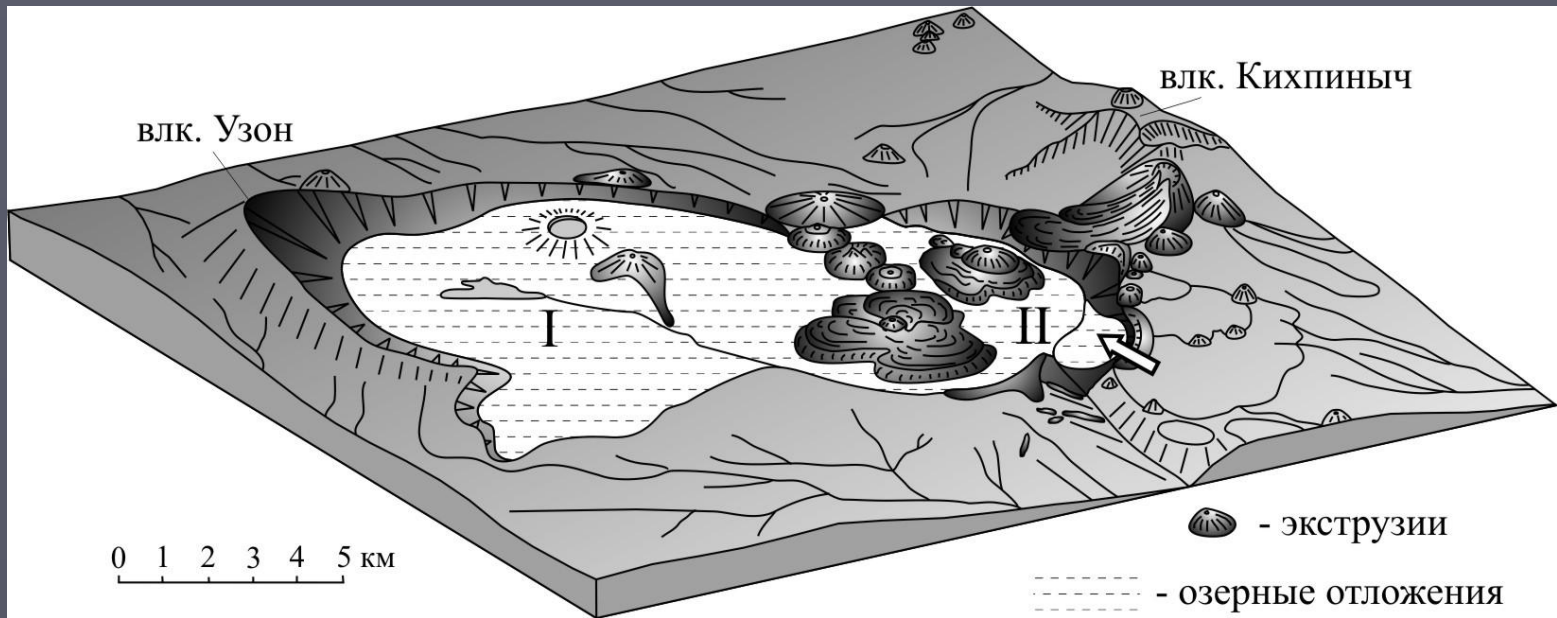
▶ Направления работы и текущие результаты:

- 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





МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РФ

КРОНОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК

Долина Гейзеров: последствия природной катастрофы 3 июня 2007 года

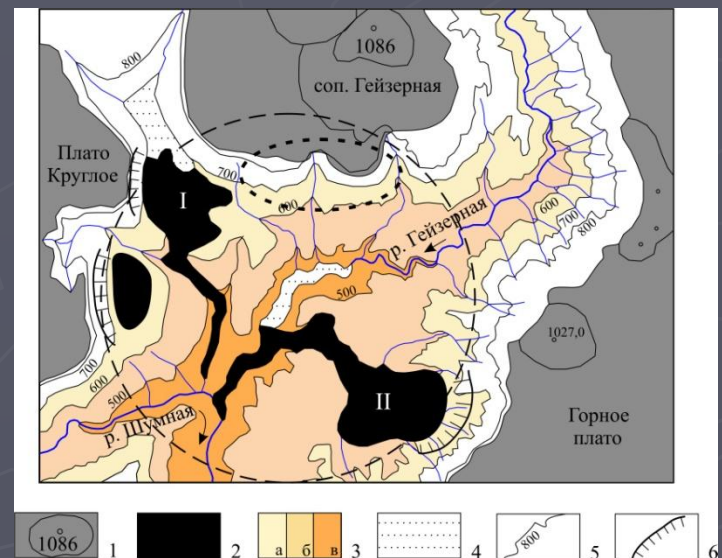
ЦЕЛЫЙ РАЙОН ПОСЛЕ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФЫ ОТ ДАВНОСТИ

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 оползла - от 1,8 до 2,8 км, км. Объем обрушения и сошедшей при этом облачной лавины составил 3,5 км³. В результате данной природной катастрофы уничтожена площадь от 2,6 до 2,8 кв. км. Под лавиной или под водой погребены выходы не менее 23 горячих, холодных и теплых гейзеров. На участке выходов лавина, перекрывшая 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 лавины. В результате возникло обширное 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 ДАВНОСТИ	НАХОДИТСЯ ПОД ВОДОЙ	ПРЕДАВАЮТ ДЕЙСТВОВАТЬ В ПРЯЖИ И ЖИВУТ	ПОД ЛАВИНОЙ
река Гейзерная, ручей Володянский гейзеры: Переван, Шило, Малютка, Тройник, Скальный, Соска, Ивизуцкий, берега в Гейзерную	гейзеры: Скальный, Большой нечак, Тезуцкий, Копус, Буратино, Малый, Малая нечка, Большой, Борда	гейзеры: Шель, Кристель, Нови нечка, Зланий, Фонтан, Неистопаный, Манюстрильный, Дайрико, Аерий, Парный, Великий, Жемужный, Горизонтальный, Платинация, Усачев, Родный оузе	Ванна, Новый фонтан



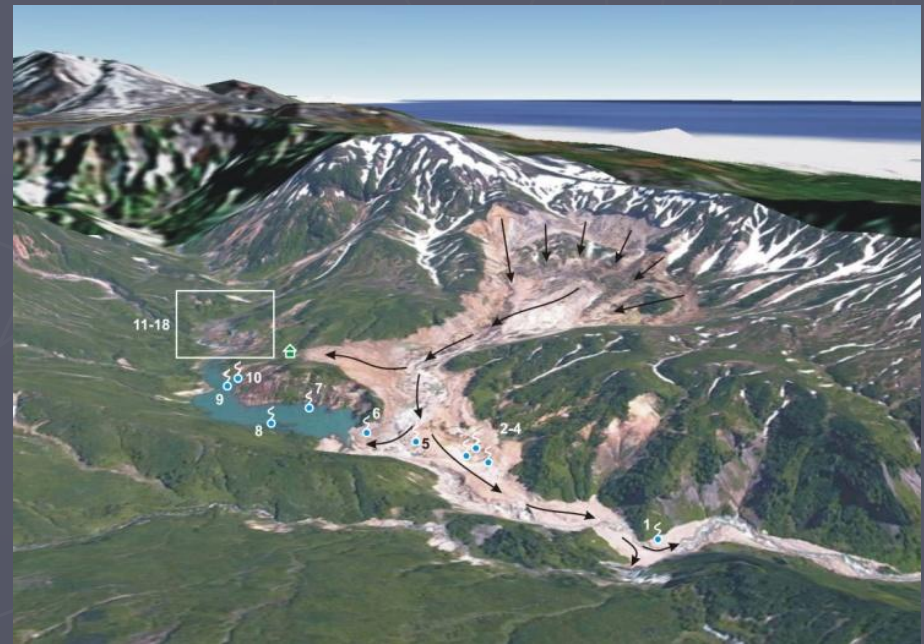
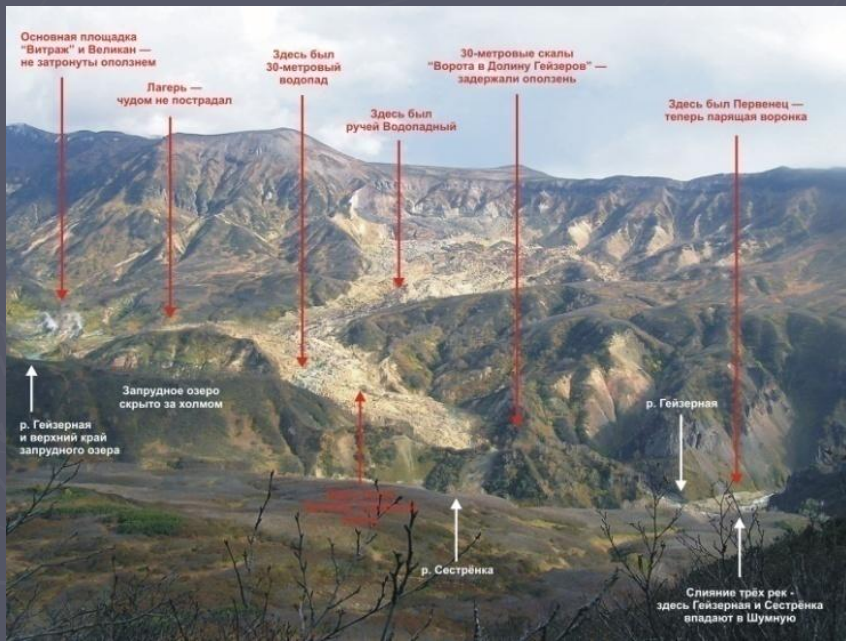
Оползневая опасность

- ▶ 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

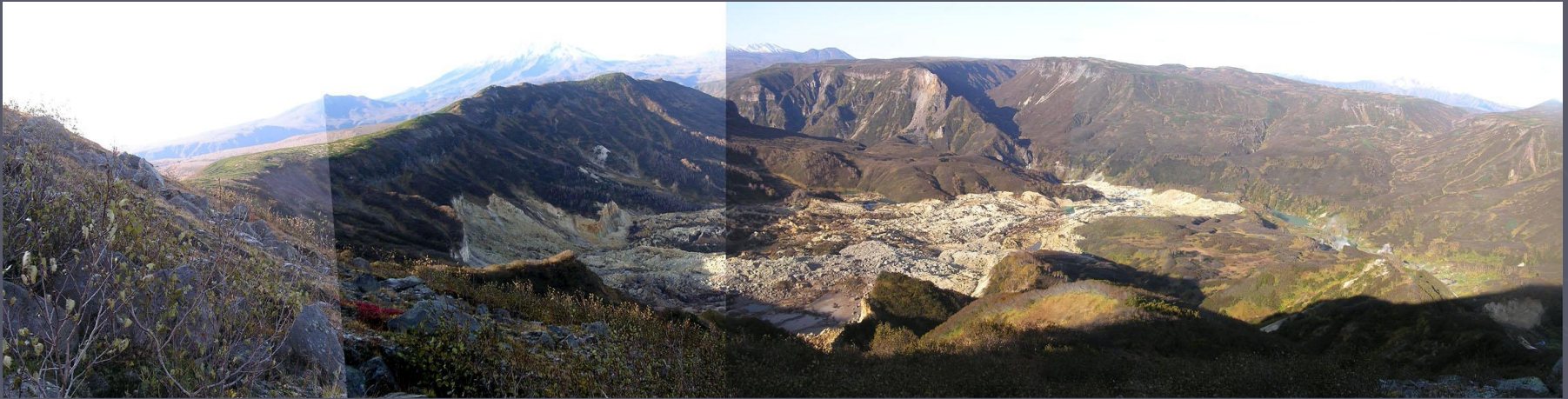


Илья Казанский (с) 2009

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



Виктори́я Леоно́ва (с) 2009



Евге́ний Ере́мченко (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



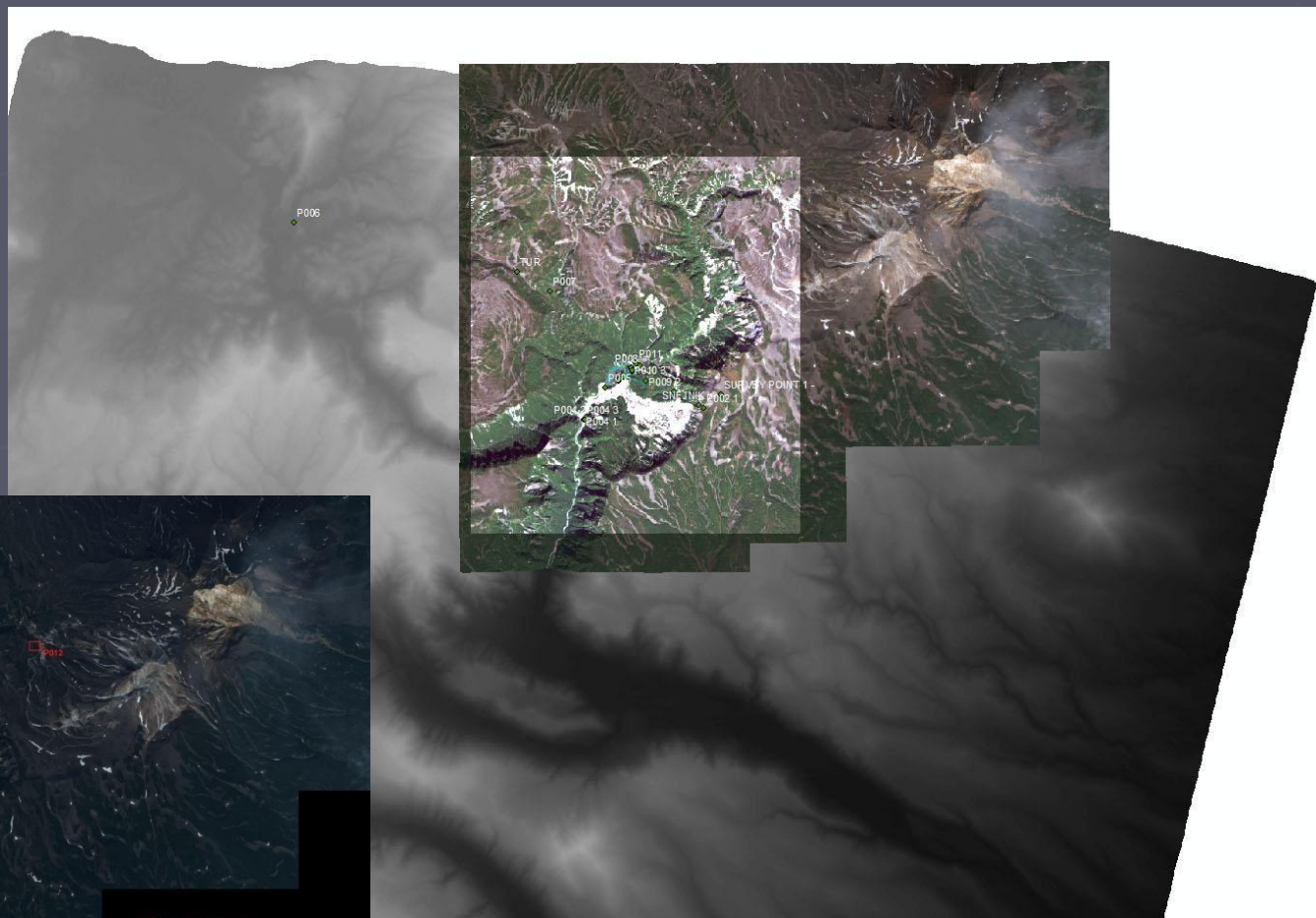
Хронология проекта

- ▶ 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)

Подготовка основы



Получение данных



KML-модель

VALLEY OF GEYSERS
KAMCHATKA, RUSSIA

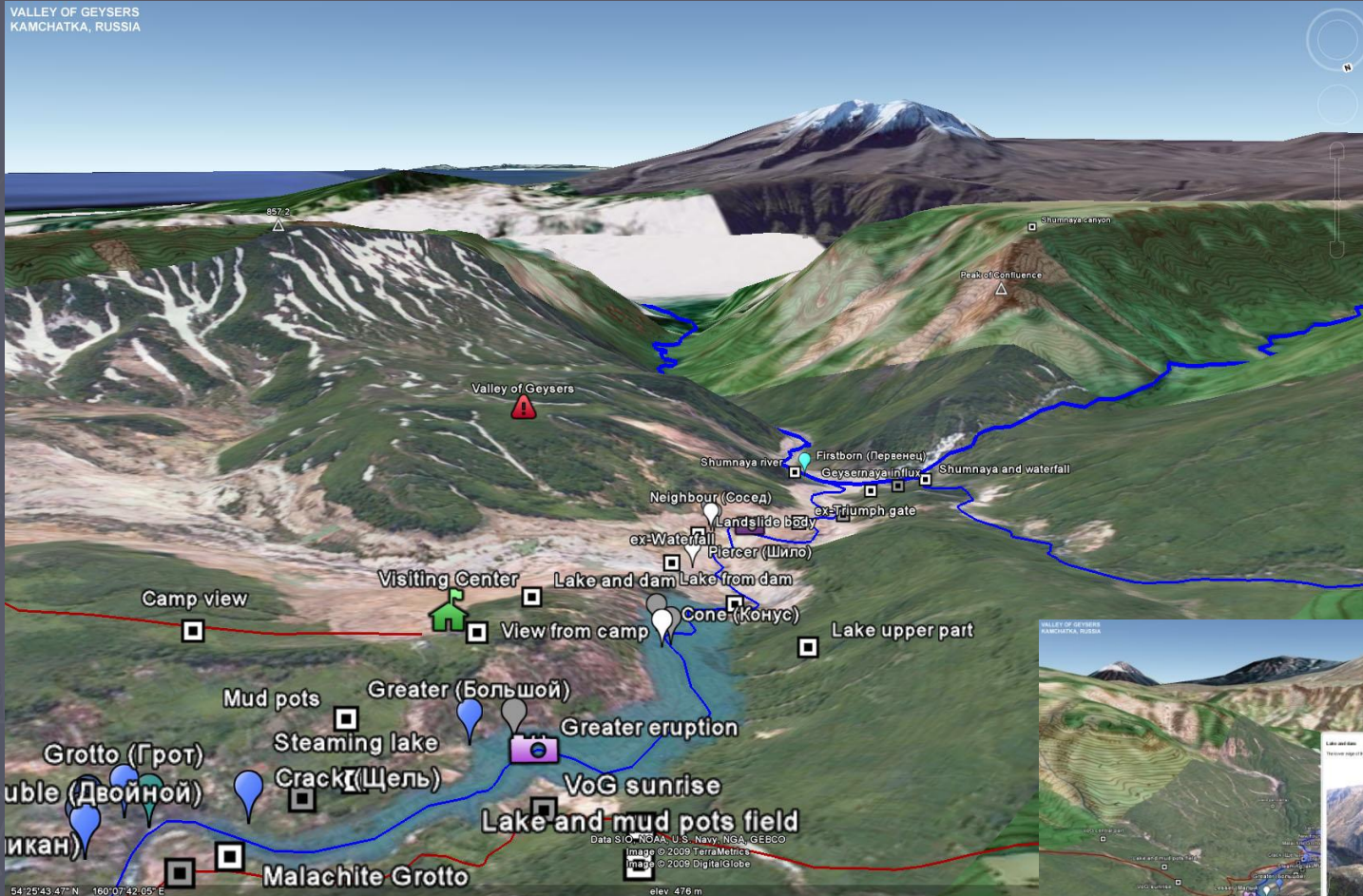


Вид на север

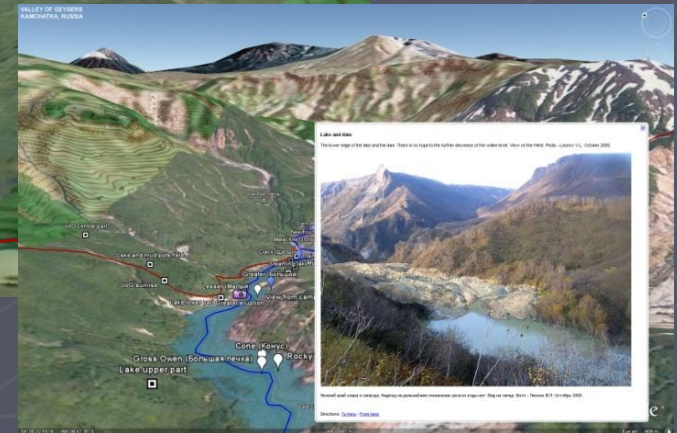


KML-модель

VALLEY OF GEYSERS
KAMCHATKA, RUSSIA



Вид на юг



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
- ▶ Разработана система управления моделью на веб-сайте на основе JS

Интернет-модель

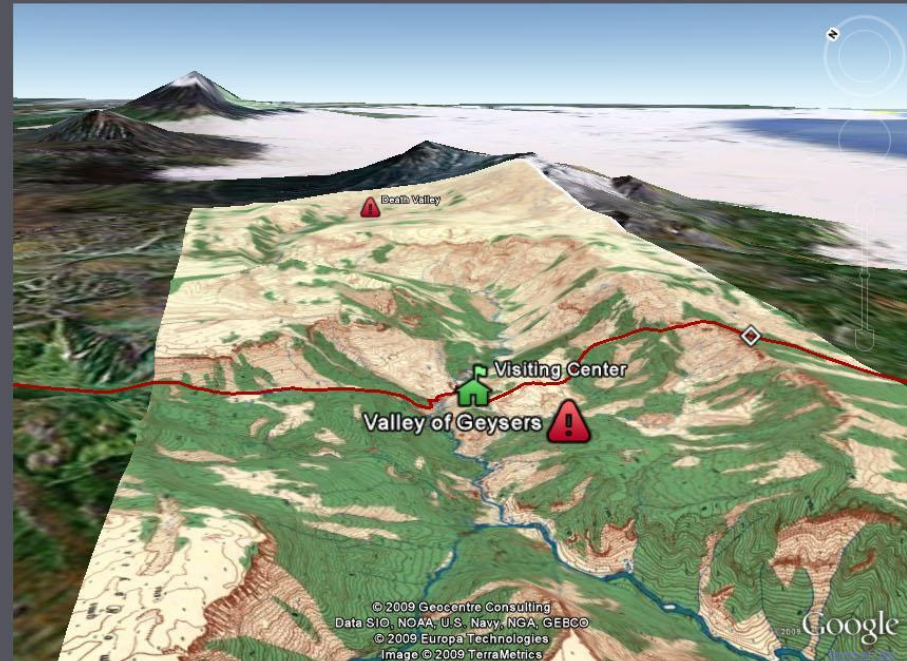
Valley Of Geysers, Kamchatka

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



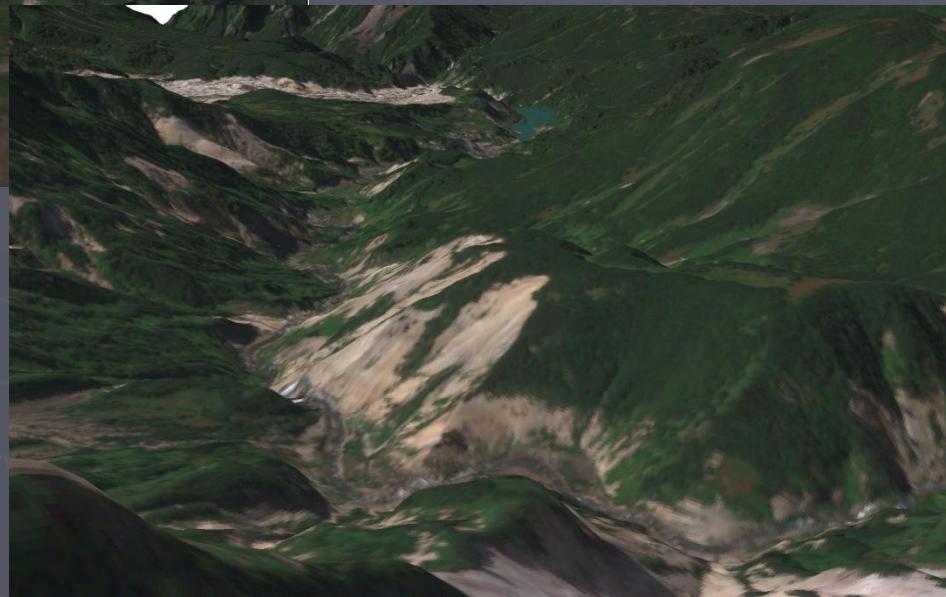
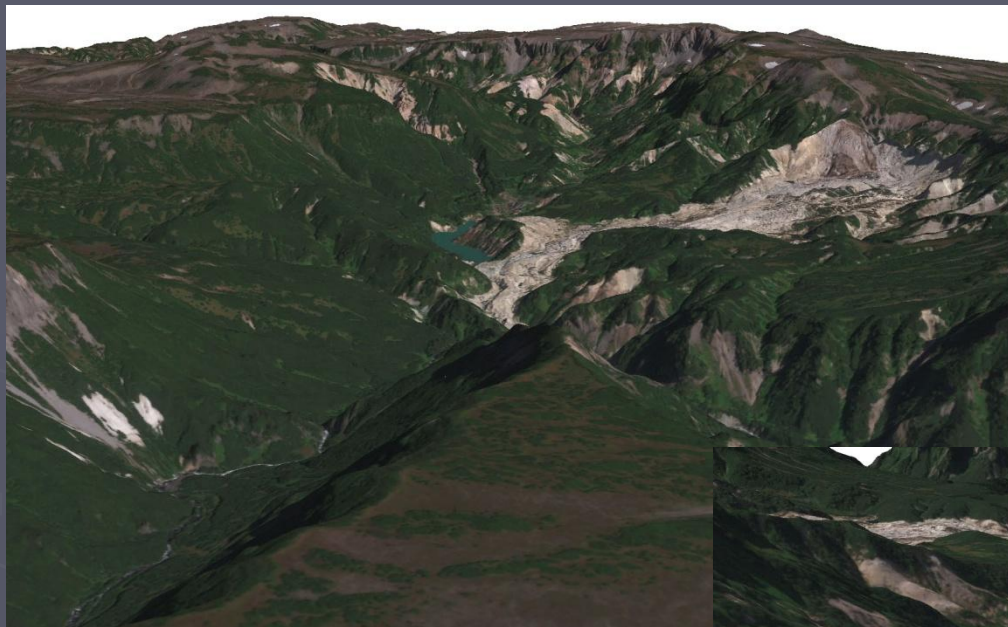
Ground Overlay Map

Model by Andrey Leonov.

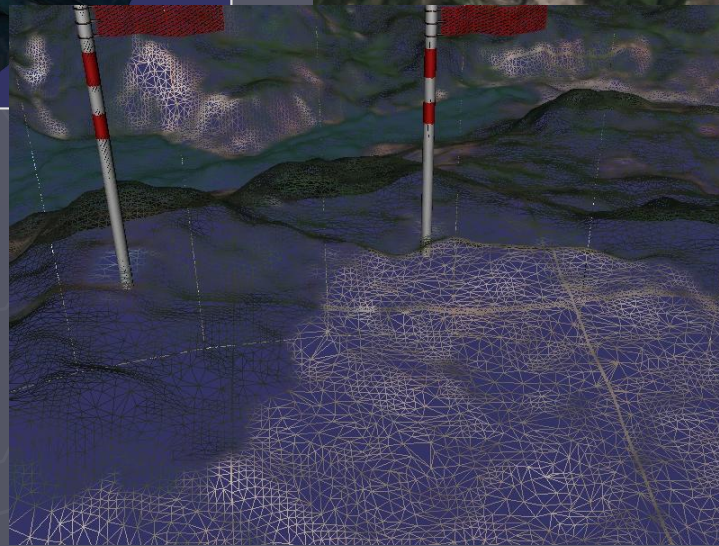
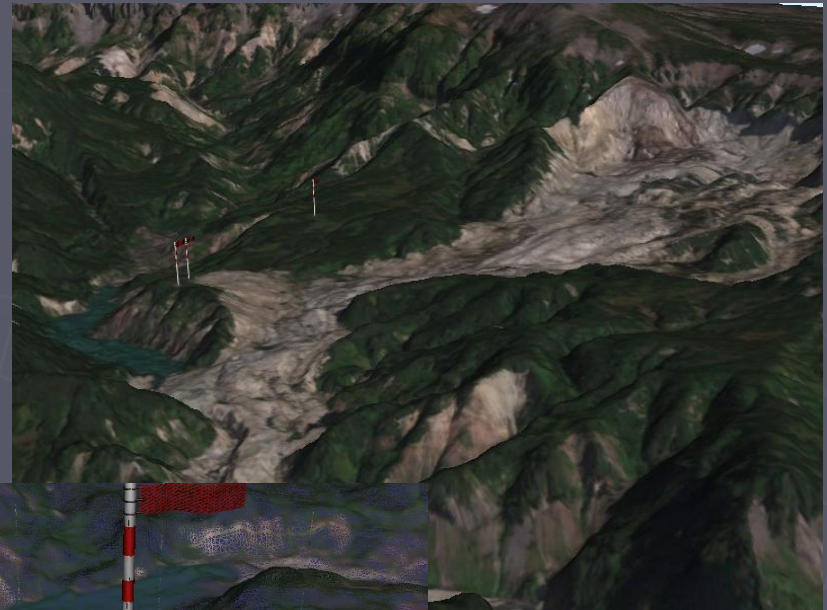
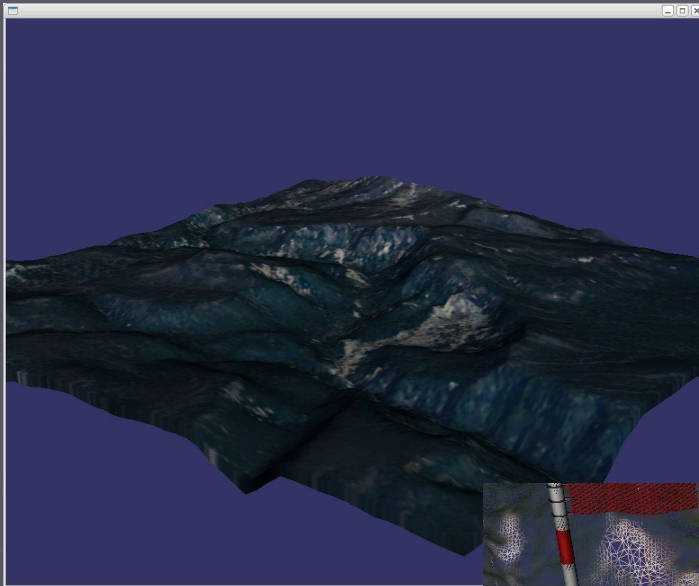


© ValleyOfGeysers.com 2009

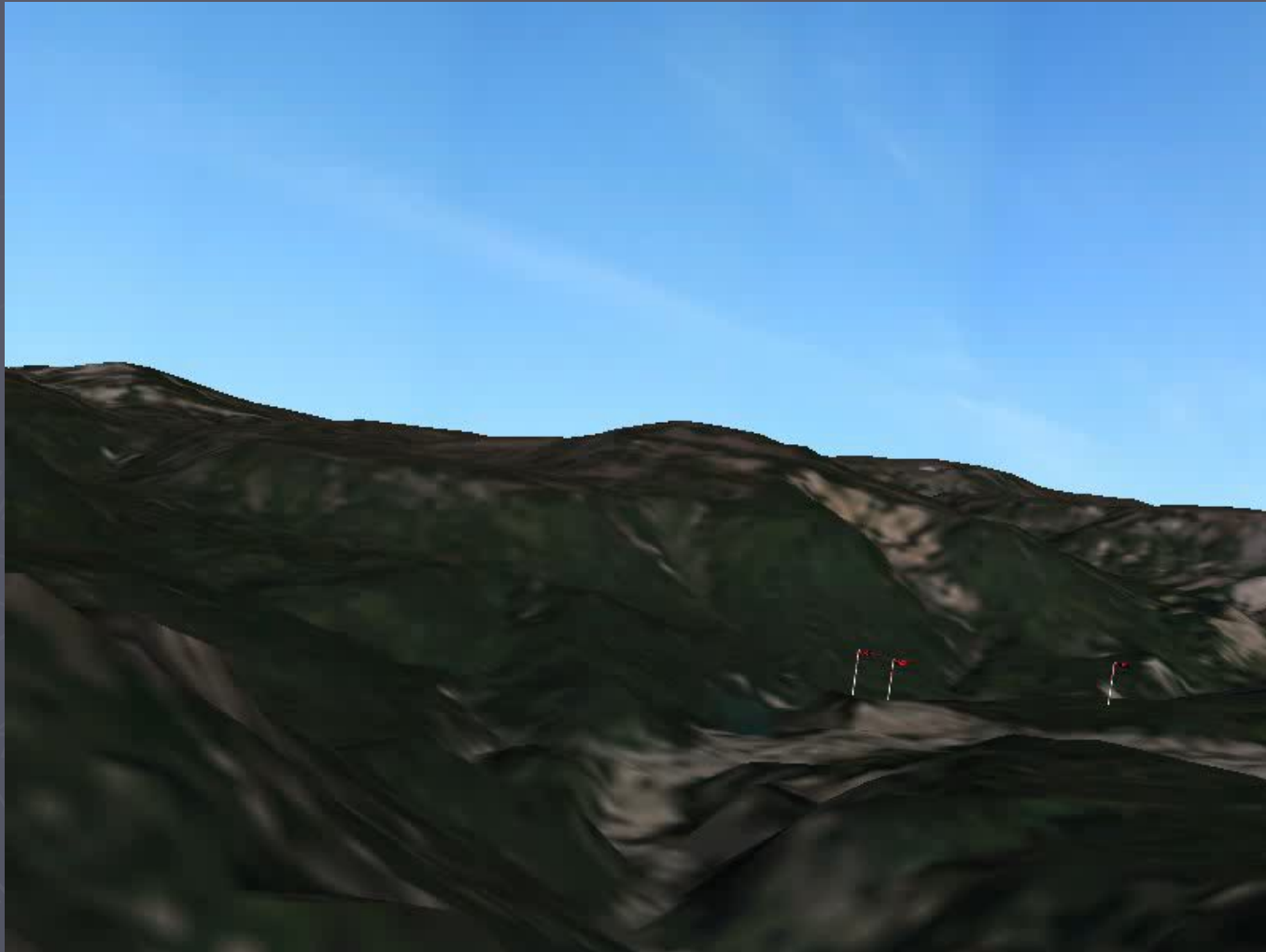
ЦМР 5 м + космоснимок 0,5 м



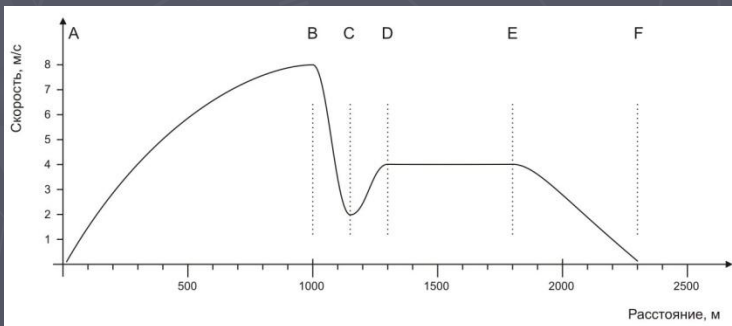
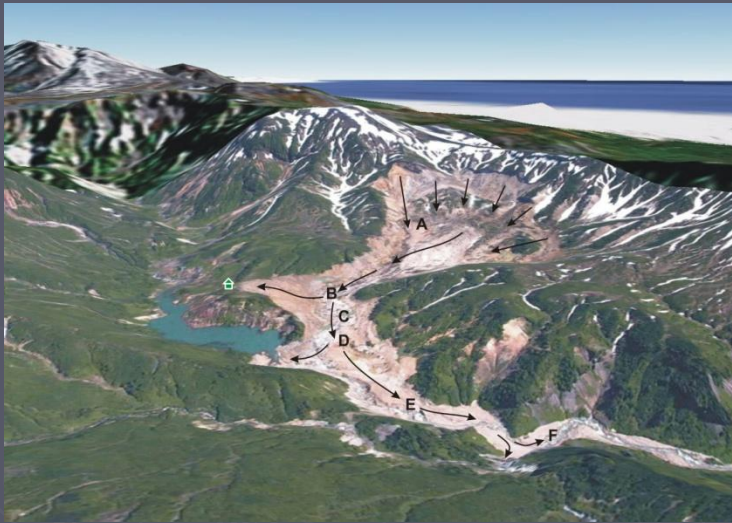
3D-модель в VE



3D-модель в VE

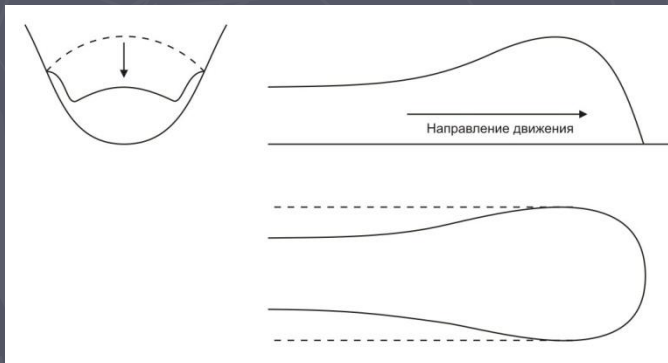
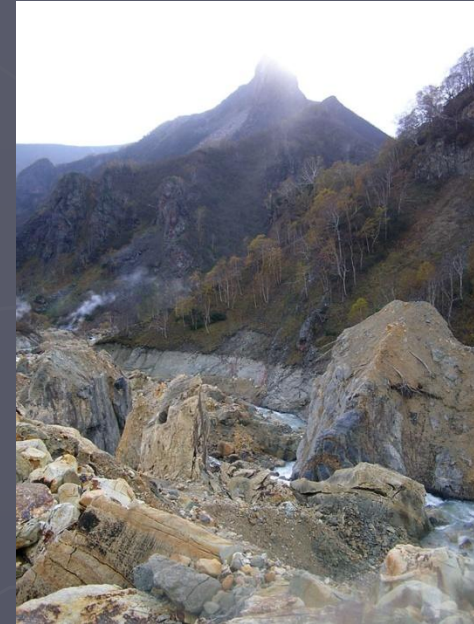


Моделирование оползня



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

Моделирование оползня



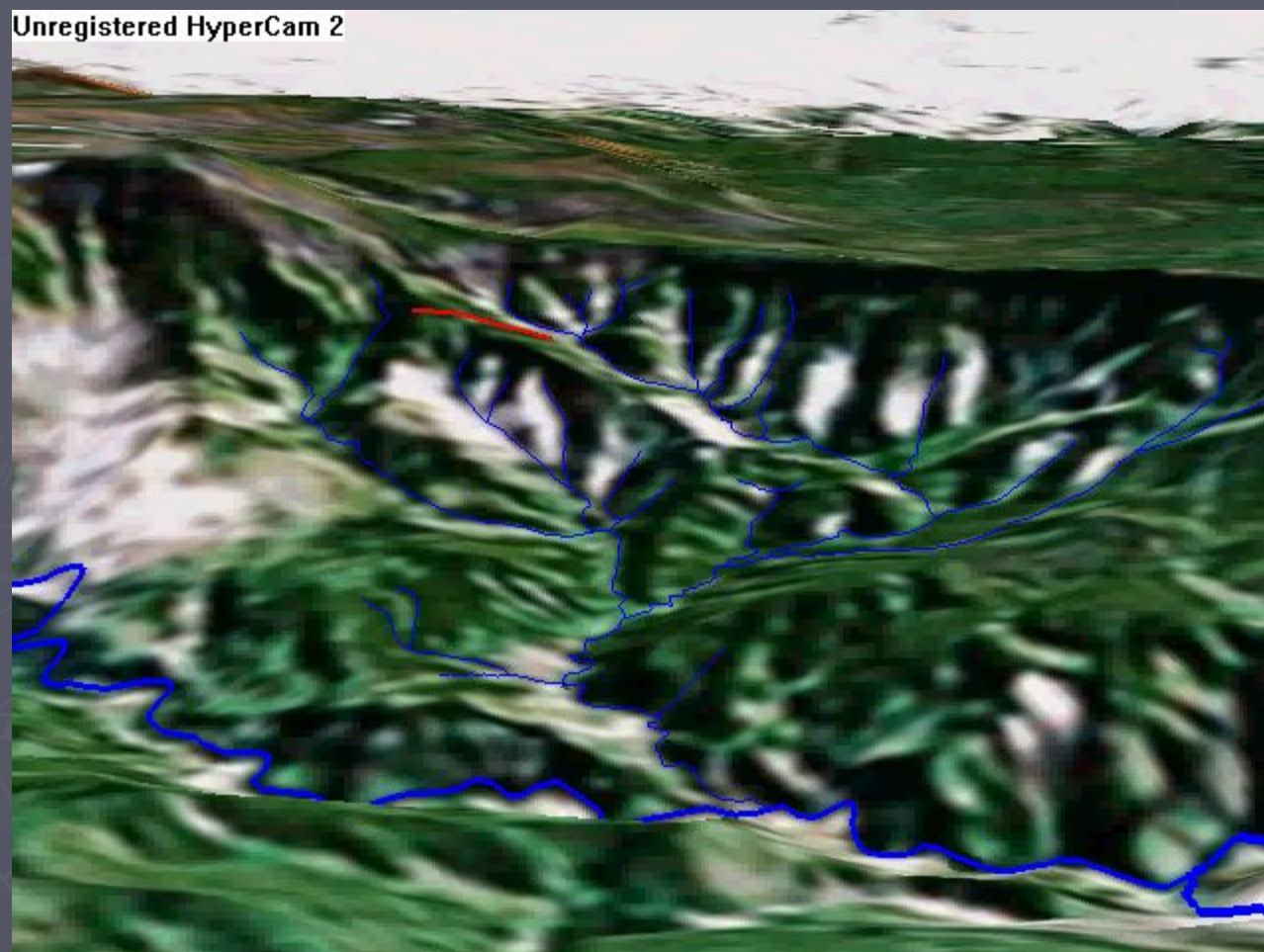
- ▶ Бортовые валы на склонах каньона существенно выше поверхности оползня
- ▶ Выбрана модель движения двухкомпонентного обломочно-грязевого потока

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