Министерство природных ресурсов и экологии
Российской Федерации

ТРУДЫ

КРОНОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Выпуск 3

Воронеж
2014

УДК 502.4
ББК 28.088лб
Т65

Т78 **Труды Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 3** / отв. ред. А. П. Никаноров. — Воронеж: ООО «СТП», 2014. — 224 с.

ISBN 978-5-9905637-1-1

В сборник включены результаты исследований научных сотрудников заповедника и научно-исследовательских учреждений по различным направлениям. Освещены вопросы современного состояния заповедной территории, архивные сведения и результаты многолетних исследований.

Сборник рассчитан на широкий круг специалистов, работающих в области охраны окружающей среды, экологии и рационального использования природных ресурсов, а также на преподавателей, студентов, школьников и любителей природы.

УДК 502.4

ББК 28.088лб

Утверждено к печати Научно-техническим советом
ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

ISBN 978-5-9905637-1-1

© Коллектив авторов, 2013
© ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Введение **5**
Аверина Г. Ю., Аверина Т. Ю. **Татьяна Ивановна Устинова** **7**

Климатические и гляциологические исследования природных комплексов ООПТ

Голуб Н. В.
Ледник Корыто (исток реки Б. Чажма, Кроноцкий полуостров) 17
Сергеев Д. Е., Замятина М. Ю., Степаненко В. М.
Особенности термического режима озера Кроноцкое (Кроноцкий заповедник) 29
Варенцов М. И., Степаненко В. М.
Оценка ветроэнергетического потенциала восточного побережья Камчатки 41

Изучение биоразнообразия природных комплексов ООПТ

Есин Е. В.
Карликовая ручьевая мальма *Salvelinus Malma* W. (salmonidae) из термальной реки юго-западной оконечности Камчатки 51
Казанский Ф. В., Никаноров А. П.
Дополнение к списку видов птиц Долины гейзеров (Кроноцкий заповедник) 65
Кириллов П. И., Кириллова Е. А., Бодянчук А. А., Звездин А. О.
Некоторые сведения о биологии и морфологии трёхиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* в связи со вспышкой её численности в Курильском озере (Южно-Камчатский заказник) 77
Лобкова Л. Е., Семенов В. Б.
Стафилиниды (Coleoptera, Staphylinidae) Кроноцкого заповедника и сопредельных территорий Камчатки. Дополнение I 85
Лобкова Л. Е., Свиридов А. В.
Бабочки *Macrolepidoptera* из Кроноцкого заповедника, новые для Камчатского края 93
Нешатаева В. Ю., Пестеров А. О., Пестерова О. А.
Растительность термальных полей кальдеры

вулкана Большой Семячик (Кроноцкий заповедник) 109
Нешатаева В. Ю., Гимельбрант Д. Е., Кузьмина Е. Ю.
Многолетняя динамика растительных сообществ пихтовой рощи 120
Овчаренко М. С., Нешатаева В. Ю., Пестеров А. О., Гимельбрант Д. Е.
Мониторинг растительного покрова на геоботаническом профиле «Кроноцкое озеро – Кроноцкий аэродром» (Кроноцкий заповедник, Камчатка) 132

Геофизические и геохимические исследования Узон-Гейзерного района
Белоусов А. Б., Белоусова М. Г.
Как устроены гейзеры и почему их много в Долине гейзеров 142
Карданова О. Ф., Карпов Г. А.
Некоторые особенности осаждения глиноземистых осадков на термальных полях района ручья Кислого (Кихпинычский долгоживущий вулканический центр, Кроноцкий заповедник, Камчатка) 152
Карпов Г. А., Мороз Ю. Ф., Николаева А. Г.
Геохимия гидротерм и глубинное строение кальдеры Узон (Кроноцкий заповедник) 163
Кугаенко Ю. А., Салтыков В. А.
Исследования гейзерного режима по сейсмическим данным широкого диапазона частот 181

Проблемы рекреационного природопользования
Завадская А. В., Яблоков В. М.
Эколого-географические основы рекреационного использования термальных экосистем (на примере долины р. Гейзерной, Кроноцкий заповедник) 190

Дистанционные методы в изучении природных комплексов Долины гейзеров
Аникушкин М. Н., Леонов А. В.
Результаты спутниковой геодезической съёмки в Долине гейзеров в 2009 году 208
Леонов А. В.
О результатах проекта «Виртуальная Долина гейзеров» 216

рельефа выполнил А. А. Алейников (ИТЦ «СканЭкс», г. Москва). Таким образом, была создана современная геопространственная основа для района Долины гейзеров, которую можно использовать для различных научных и экопросветительских задач.

Результаты работы могут быть использованы для точной привязки к мировым координатам любых спутниковых снимков и аэрофотоснимков района Долины гейзеров, на которых дешифруются данные характерные точки. Методика работы может использоваться для выполнения аналогичных работ.

Литература

Алейников, А. А. Интерактивное 3D-приложение «Виртуальная Долина гейзеров» / А. А. Алейников и др. // Компьютерные инструменты в образовании. – 2011. – № 4. – С. 41–49.

Географическая карта «Долина гейзеров», 2 листа. Масштаб 1 : 2 000. – ГУГК. – 1974.

Географическая карта «Долина гейзеров», 2 листа. Масштаб 1 : 1 0 000. – НИИГАиК. – 1978.

Двигало, В. Н. Геолого-геоморфологические последствия катастрофических обвальных и обвально-оползневых процессов в камчатской Долине Гейзеров (по данным аэрофотограмметрии) / В. Н. Двигало, И. В. Мелекесцев // Вулканология и сейсмология. – 2009. – № 5. – С. 24–37.

Сугробов, В. М. Жемчужина Камчатки – Долина гейзеров / В. М. Сугробов и др. – Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2009. – 108 с.

О РЕЗУЛЬТАТАХ ПРОЕКТА «ВИРТУАЛЬНАЯ ДОЛИНА ГЕЙЗЕРОВ»

А. В. Леонов
Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН
a.leonov@ihst.ru

В 2009 г. был анонсирован проект создания общедоступной виртуальной модели Долины гейзеров (Кроноцкий заповедник). В статье представлены результаты проекта, достигнутые к началу 2013 г., и пути его дальнейшего развития.

Ключевые слова: виртуальная модель, Долина гейзеров, Кроноцкий заповедник

Введение

Идея создания общедоступной виртуальной модели Долины гейзеров возникла у автора в конце 2008 г. Предполагалось создание модели, которая могла бы использоваться как для виртуального туризма, так и для научных задач (визуализация и анализ данных). Проект получил широкую поддержку*. История его реализации описана в статье (Юрчук, 2012).

К настоящему моменту успешно выполнены все главные задачи, анонсированные при старте проекта. Создана виртуальная модель территории района Долины гейзеров, каталог основных объектов, набор документальных стереовидеофильмов, интерактивная трёхмерная (3D) презентация «Виртуальная Долина гейзеров» с поддержкой стерео-режима, а также общедоступный сайт.

В статье кратко представлены результаты проекта, рассмотрена методика работы, дана оценка новизны полученных результатов. В заключение даны предложения по дальнейшему развитию проекта.

Результаты и их обсуждение

1. Создана виртуальная модель территории Долины гейзеров высокого разрешения на базе свободно доступного виртуального глобуса. В том числе созданы цифровые модели рельефа для района Долины гейзеров по состоянию на 1978, 1993 и сентябрь 2007 г. Сделан спутниковый снимок GeoEye-1 от 06.09.2009 г. высокого разрешения (0,5 м), выполнена точная привязка этого снимка к мировой системе координат WGS84. Создан виртуальный глобус на основе открытых данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), обеспечен свободный доступ к этому глобусу через сеть Интернет. На глобус внедрены данные ДЗЗ высокого разрешения для района Долины гейзеров (рис. 1, 2).

* Поддержку проекту оказали ряд организаций, включая ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник», Институт вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН, Камчатский филиал Геофизической службы (КФ ГС) РАН, Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова (ИИЕТ) РАН, АНО «Институт физико-технической информатики» (ИФТИ), ООО «ИТЦ „СканЭкс“», РФФИ (проекты 09-07-06042-г, 09-07-02100-э_к, 10-07-00407-а), GeoEyeFoundation.

Рис. 1. *Виртуальный глобус, общий вид Камчатского полуострова*

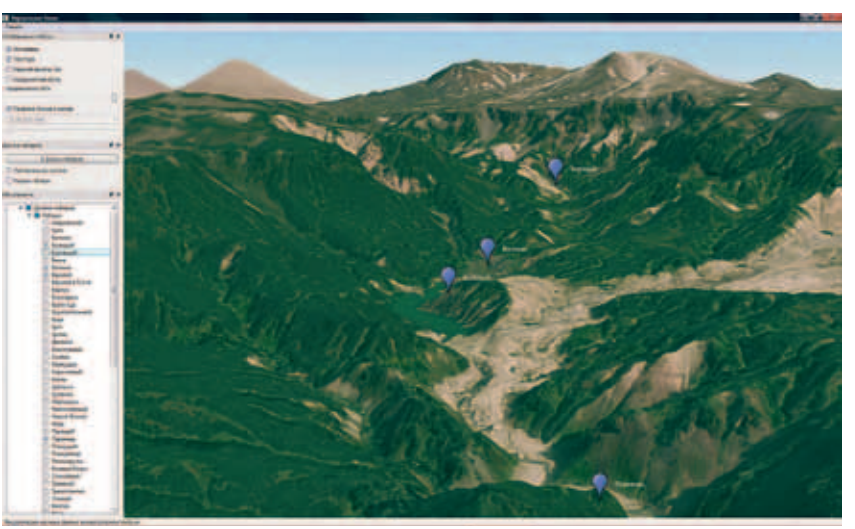

Рис. 2. *Виртуальная модель территории Долины гейзеров*

2. Создан каталог объектов Долины гейзеров с описанием, фотографиями и координатами 127 основных объектов (научный консультант – в. н. с. ИВиС ДВО РАН, к. г.-м. н. В. М. Сугробов). Каталог опубликован в виде монографии в 2012 г. (Леонов, 2012а), а также представлен на сайте проекта (рис. 3).

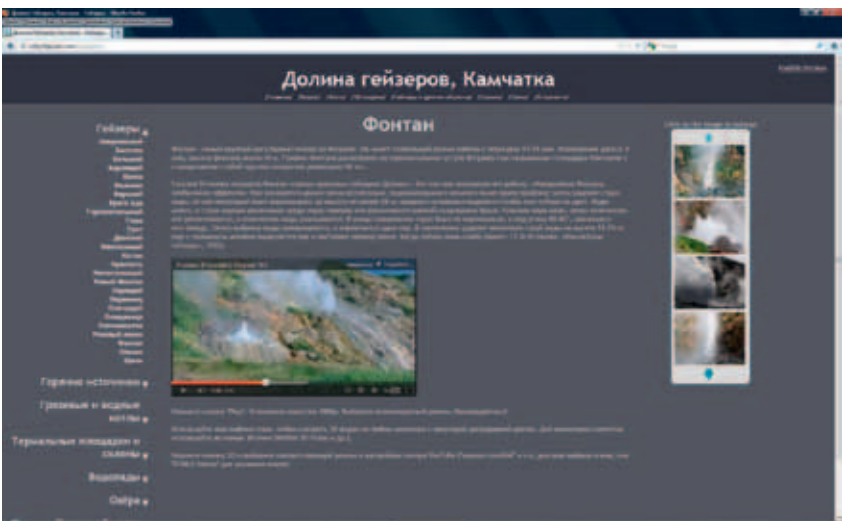

Рис. 3. *Каталог основных объектов Долины гейзеров на сайте проекта*

3. Выполнена документальная стерео-видеосъёмка наиболее известных гейзеров, источников и других достопримечательностей. Создан набор стереовидеофильмов в формате StereoFullHD(2x1920x1080) в двух вариантах частоты кадров (25 и 50 кадров/сек). Фильмы свободно доступны на сайте проекта (рис. 4).

4. Создана интерактивная 3D-презентация «Виртуальная Долина гейзеров», которая обеспечивает свободный доступ к виртуальной модели территории и информации о достопримечательностях. Презентация связана с базой данных сайта, дополнена интерактивными элементами и 3D-моделями разных объектов. Презентация демонстрируется в музее Кроноцкого заповедника (г. Елизово, Камчатский край) и на Постоянно действующей выставке достижений РАН (г. Москва), а также доступна для всех желающих на сайте проекта (рис. 5, 6).

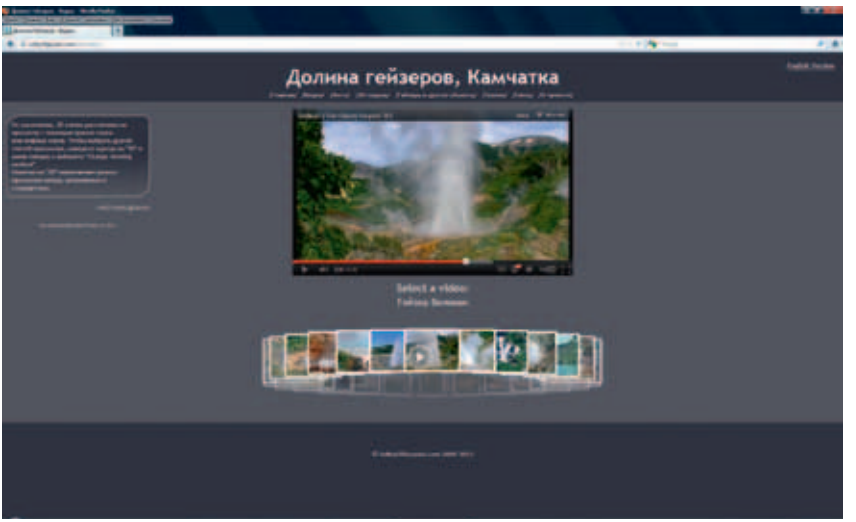

Рис. 4. *Набор документальных стерео-видеофильмов на сайте проекта*

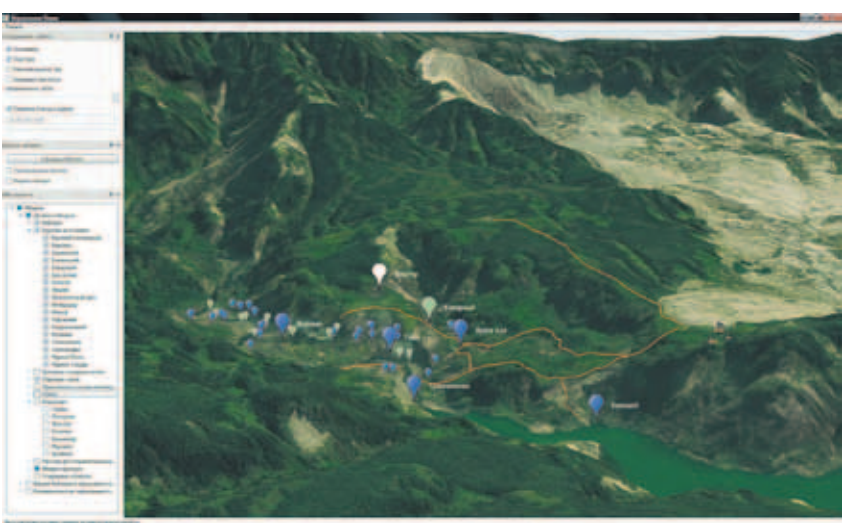

Рис. 5. *Центральная часть Долины гейзеров в интерактивной презентации*

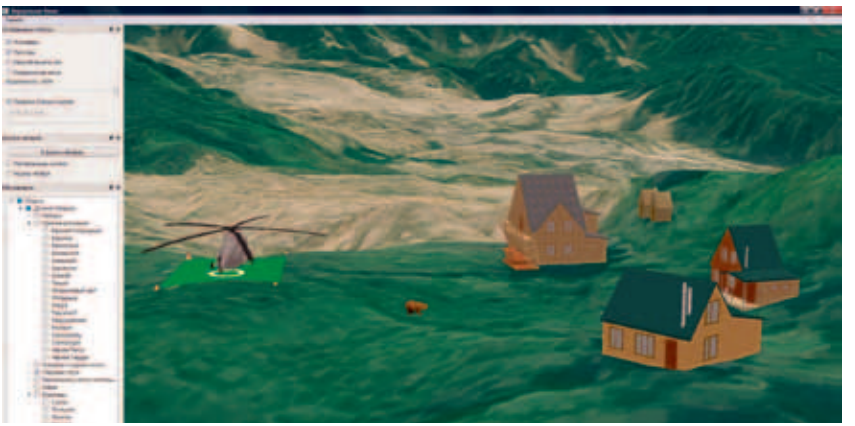

Рис. 6. *3D-модели объектов в интерактивной презентации*

В презентации поддержана 3D-визуализация подземных данных. В частности, выполнена анимация принципиальной схемы геотермальной системы и скважинной модели работы гейзера (научный консультант – в. н. с. ИВиС ДВО РАН к. т. н. В. А. Дрознин) (рис. 7, 8).

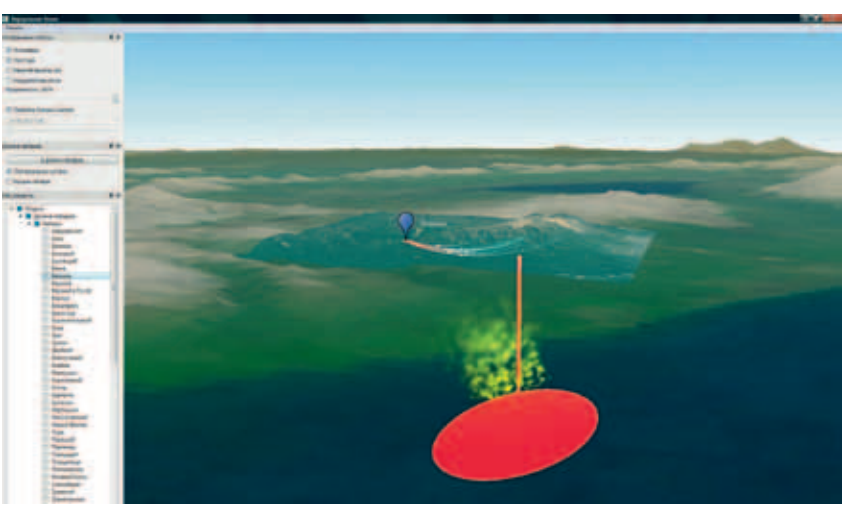

Рис. 7. *Принципиальная схема геотермальной системы*

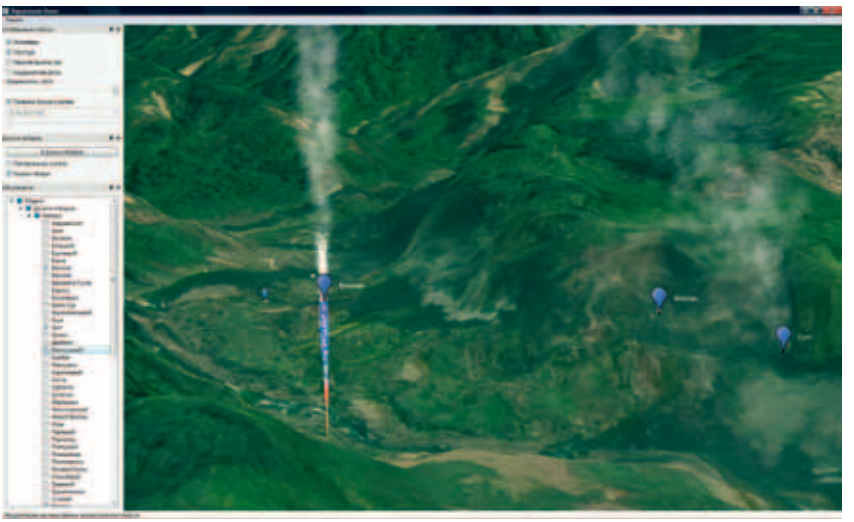

Рис. 8. *Скважинная модель работы гейзера*

5. Создан общедоступный сайт о Долине гейзеров на русском и английском языках (www.valleyofgeysers.com).

Материалы и методы исследований

Проект в целом основан на концепциях неогеографии и виртуального окружения. Идея неогеографии подразумевает использование виртуальной модели территории и Земли в целом (виртуального глобуса) с мировой системой координат для представления разнородных данных в едином географическом контексте. Идея виртуального окружения подразумевает демонстрацию виртуальной модели объекта и связанных с ней данных в интерактивном стереоскопическом режиме, обеспечивающем «погружение» пользователя в пространство модели и интуитивную манипуляцию данными.

Практическое применение обеих концепций для конкретной задачи – виртуальной модели Долины гейзеров – потребовало решения ряда технических и методических задач. Во-первых, потребовалось провести существенное развитие программного инструментария виртуального глобуса, включая поддержку полупрозрачного рельефа и отображения подземных данных, корректный импорт и отображение

наземных данных в формате KeyholeMarkupLanguage (KML), поддержку модульного меню с развитой функциональностью управления, реализацию эффективного онлайн-доступа к спутниковому покрытию (как к открытым данным ДЗЗ, так и к данным высокого разрешения). Во-вторых, потребовалось решить методическую задачу обеспечения двух режимов отображения виртуальной модели: для стереоскопических проекционных систем «виртуального окружения» и для массового использования в сети Интернет с доступом к единой базе данных.

Для создания цифровых моделей рельефа применялись традиционные методы фотограмметрии, однако потребовалась их адаптация для спутниковой съёмки высокого разрешения и конкретного типа аэрофотосъёмки, которые использовались в качестве исходных данных. Для определения координат характерных точек на местности и привязки спутникового снимка высокого разрешения к мировой системе координат WGS84 использовалась спутниковая геодезическая съёмка (в дифференциальном режиме с опорными базовыми станциями КФ ГС РАН). Методическая сложность выполнения этой работы заключалась в невозможности предварительной подготовки опознавательных знаков на местности из-за статуса заповедной территории, а также в большом удалении базовых станций от места измерений (105 и 185 км).

Создание каталога объектов потребовало решения таких методических задач, как выбор основного названия объекта (в тех случаях, когда известно несколько названий); классификация термопроявлений (разграничение гейзеров и горячих источников); выработка единых правил написания составных названий на русском языке; выработка методики передачи имён собственных на иностранном языке.

Стерео-видеосъёмка и особенно обработка и монтаж отснятого материала в стереорежиме представили целый ряд технических и методических сложностей, которые удалось удовлетворительно решить только к последнему году реализации проекта.

Таким образом, в ходе выполнения проекта потребовалось искать новые и оригинальные решения целого ряда разноплановых методических и технических задач. Полученный опыт, безусловно, может эффективно применяться при выполнении аналогичных проектов.

Оценка новизны полученных результатов

Виртуальная модель территории, созданная в ходе выполнения проекта, является новой как по охвату и разрешению (280 кв. км с разре-

шением цифровой модели рельефа 2,5 м и с разрешением спутникового покрытия 0,5 м), так и по точности привязки к мировой системе координат WGS84 (не хуже 0,5 м) (Леонов и др., 2011). До выполнения проекта в качестве крупномасштабной топографической основы для района Долины гейзеров исследователями использовались карты масштаба 1 : 2 000 и 1 : 10 000, созданные в 1970-х гг. и не имеющие привязки к мировым координатам.

В ходе выполнения проекта впервые создан официальный каталог объектов Долины гейзеров. Каталог содержит современные фотографии и координаты всех основных объектов, названия объектов на русском и английском языках. До выполнения проекта существовал целый ряд описаний Долины гейзеров разных авторов, но все они описывали состояние объектов до оползня 2007 г. и имели различия между собой. Каталог был единогласно одобрен и рекомендован к публикации Учёным советом ИВиС ДВО РАН и Научно-техническим советом ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник» и опубликован в 2012 г. (Леонов, 2012a, 2012b).

В ходе выполнения проекта впервые выполнена документальная стерео-видеосъёмка достопримечательностей Долины гейзеров. До выполнения проекта стерео-видеосъёмки камчатских гейзеров не существовало. Первая попытка стерео-видеосъёмки была предпринята в 2009 г. в рамках проекта РФФИ 09-07-02100-э_к, однако полученный материал был неудовлетворительным по качеству. В 2011 г. стерео-видеосъёмка была выполнена заново на более современном оборудовании (видеокамера JVC GS-TD1BEU), отснято более 7 ч. материала, на основе которого смонтировано 25 стерео-видеофильмов о наиболее интересных гейзерах, источниках и других объектах.

Интерактивная 3D-презентация «Виртуальная Долина гейзеров», разработанная в ходе проекта, представляет собой инновационный инструментарий визуализации и анализа данных (Алейников и др., 2011). Она может использоваться как средство научной визуализации для эффективного междисциплинарного взаимодействия специалистов, изучающих данный район, а также как средство научного образования и экологического просвещения, в том числе школьного. Наиболее близким функциональным аналогом являются анимированные презентации на основе виртуальных глобусов типа GoogleEarth. Созданное приложение обеспечивает более широкую функциональность по сравнению с аналогами (показ подземных данных, использование произвольных моделей рельефа, отображение в стереорежиме и др.).

Все перечисленные выше результаты проекта представлены в открытом доступе в сети Интернет, а также переданы в музей Кроноцкого заповедника.

Созданный сайт о Долине гейзеров www.valleyofgeysers.com является новым по количеству и качеству представленного материала. До выполнения проекта в сети Интернет не существовало научно-популярного информационного ресурса, целиком посвященного Долине гейзеров, несмотря на значительный интерес к этому природному объекту. Сайт существует с 2009 г. и к настоящему времени был просмотрен более 100 тыс. раз. При поиске в поисковых системах Google и Yandex (по запросам "Valley of Geysers" и «Долина гейзеров» соответственно) сайт занимает второе место в результатах поиска после Википедии.

В целом, результатом проекта стало 3D-документирование крупного природного объекта и создание его виртуальной модели («виртуального природного наследия», Virtual Natural Heritage) (Леонов, 2012с; Леонов и др., 2012). Результаты проекта опубликованы в ряде зарубежных изданий (Leonovetal, 2010; Leonovetal, 2011; Leonov, Hobart, 2011; Leonov, 2012; Leonov, 2013), а также на сайте Geo Eye Foundation (Satellite... 2012).

Заключение

В результате осуществления проекта создана общедоступная виртуальная модель Долины гейзеров, которая может использоваться для задач научной визуализации, экологического образования и виртуального туризма. Подготовлены исходные данные (модель территории, каталог объектов, стерео-видеосъёмка), обеспечено общедоступное представление этих данных (сайт, 3D-презентация).

Создан гибкий программный инструментарий для визуализации данных на виртуальном глобусе. Обеспечена возможность свободного развития этого инструментария за счёт использования открытого программного обеспечения и общепринятых форматов данных.

В дальнейшем развитии этого проекта, по мнению автора, следует обратить внимание на следующие направления:

1. Повышение реалистичности модели территории для центральной части Долины гейзеров. Для этого, прежде всего, необходимо проведение профессиональной аэрофотосъёмки, которая даст исходные данные для построения более точной цифровой модели рельефа.

2. Наполнение модели историческими и современными данными, представляющими интерес для демонстрации и анализа. В частности,

перенос в модель векторных данных из традиционных геоинформационных систем (ГИС) и применение к ним дополнительных эффектов.

3. Наполнение модели 3D-данными, полученными с помощью современной техники: эхолотов (рельеф дна озёр, строение каналов термальных источников), георадаров (подземное строение), сейсмозондирования и др., их комплексный анализ.

4. Визуализация данных на основе модели в режиме реального времени. Например, визуализация активности гейзеров на основе информации, поступающей с датчиков; визуализация маршрутов перемещения животных с GPS-трекерами.

5. Применение разработанного инструментария для других районов заповедника. Основным требованием здесь является наличие данных ДЗЗ высокого разрешения, которые позволяют создать визуально реалистичную модель территории.

Автор выражает искреннюю благодарность всем участникам проекта (http://valleyofgeysers.com/rus/team).

Литература

Алейников, А. А. Интерактивное 3D-приложение «Виртуальная Долина гейзеров» / А. А. Алейников и др. // Компьютерные инструменты в образовании. – 2011. – № 4. – С. 41–49.

Леонов, А. В. 3D-документирование территории для систем виртуальной реальности / А. В. Леонов и др. // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2012. – № 9. – С. 13–17.

Леонов, А. В. Виртуальное моделирование территории на основе данных дистанционного зондирования / А. В. Леонов и др. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2011. – № 2. – С. 46–52.

Леонов, А. В. Использование данных ДЗЗ для создания «виртуального наследия» / А. В. Леонов // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. – 2012. – № 15. – С. 55–61.

Леонов, А. В. Каталог основных объектов Долины гейзеров (Кроноцкий заповедник, Камчатка) / А. В. Леонов / Электронное издание, номер государственной регистрации 0321200426. – М. : ИИЕТРАН, 2012. – 217 с.

Леонов, А. В. Систематизация названий основных объектов в районе Долины гейзеров (Кроноцкий заповедник, Камчатка) / А. В. Леонов // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. – 2012. – № 1. – Вып. № 19. – С. 215–230.

Юрчук, Л. Камчатский «Аватар» / Л. Юрчук // Дальневосточный учёный. – № 1 (1443) – 2012. – 18 янв.

Leonov, A. 3D Documentation of Natural Heritage for Virtual Environments and Web-Case Study: Valley of Geysers, Kamchatka / A. Leonov et al. // Proc. of the IADIS

International Conference CGVCVIP 2011. – IADIS Press, 2011. – ISBN: 978-972-8939-48-9 – P. 255–259.

Leonov, A. Cataloging of Geysers in Kamchatka's Valley of Geysers / A. Leonov // The Geyser Gazer Sput. The Newsletter of The Geyser Observation and Study Association (ISSN 1524-5497). – 2013 (Vol. 27). – February (No. 1). – In press.

Leonov, A. The Valley of the Geysers – Twenty Years After the GOSA Expedition / A. Leonov, J. Hobart / A. Leonov // The Geyser Gazer Sput. The Newsletter of The Geyser Observation and Study Association (ISSN1524-5497). – 2011 (Vol. 25). – December (No. 6). – P. 17–18.

Leonov, A. Virtual Story in Cyberspace: Valley of Geysers, Kamchatka / A. Leonov, et al. // Proc. of 2010 International Conference on Cyberworlds. – IEEE CS CPS, 2010. – DOI 10.1109/CW.2010.42 – P. 247–253.

Leonov, A. Virtual Valley of Geysers / A. Leonov // The Geyser Gazer Sput. The Newsletter of The Geyser Observation and Study Association (ISSN 1524-5497). – 2012 (Vol. 26). – February (No. 1). – P. 12–15.

Satellite Imagery Used to Create a Virtual Model of Russia's Famous Valley of Geysers in the Kronotsky Reserve / GeoEye Foundation Case Study, 2012. (http://geoeye.mediaroom.com/file.php/195226/Valley_of_Geysers_8_29_12.pdf)