

Министерство природных ресурсов и экологии
Российской Федерации

ТРУДЫ

КРОНОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО
ЗАПОВЕДНИКА

Выпуск 3



Воронеж
2014

УДК 502.4
ББК 28.088л6
Т65

**Труды Кроноцкого государственного природного био-
Т78 сферного 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 28.088л6**

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

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

Изучение биоразнообразия природных комплексов ООПТ

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

.....	
вулкана Большой Семячик (Кроноцкий заповедник)	109
<i>Нешатаева В. Ю., Гимельбрант Д. Е., Кузьмина Е. Ю.</i>	
Многолетняя динамика растительных сообществ пихтовой рощи	120
<i>Овчаренко М. С., Нешатаева В. Ю., Пестеров А. О., Гимельбрант Д. Е.</i>	
Мониторинг растительного покрова на геоботаническом профиле «Кроноцкое озеро – Кроноцкий аэродром» (Кроноцкий заповедник, Камчатка)	132
Геофизические и геохимические исследования Узон-Гейзерного района	
<i>Белоусов А. Б., Белоусова М. Г.</i>	
Как устроены гейзеры и почему их много в Долине гейзеров.....	142
<i>Карданова О. Ф., Карпов Г. А.</i>	
Некоторые особенности осаждения глиноземистых осадков на термальных полях района ручья Кислого (Кихпиньчский долгоживущий вулканический центр, Кроноцкий заповедник, Камчатка)	152
<i>Карпов Г. А., Мороз Ю. Ф., Николаева А. Г.</i>	
Геохимия гидротерм и глубинное строение кальдеры Узон (Кроноцкий заповедник)	163
<i>Кугаенко Ю. А., Салтыков В. А.</i>	
Исследования гейзерного режима по сейсмическим данным широкого диапазона частот	181
Проблемы рекреационного природопользования	
<i>Завадская А. В., Яблоков В. М.</i>	
Эколого-географические основы рекреационного использования термальных экосистем (на примере долины р. Гейзерной, Кроноцкий заповедник).....	190
Дистанционные методы в изучении природных комплексов	
Долины гейзеров	
<i>Аникушкин М. Н., Леонов А. В.</i>	
Результаты спутниковой геодезической съёмки в Долине гейзеров в 2009 году	208
<i>Леонов А. В.</i>	
О результатах проекта «Виртуальная Долина гейзеров»	216

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В ИЗУЧЕНИИ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДОЛИНЫ ГЕЙЗЕРОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ СПУТНИКОВОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ В ДОЛИНЕ ГЕЙЗЕРОВ В 2009 ГОДУ

М. Н. Аникушкин¹, А. В. Леонов²

¹ООО «Триметари», e-mail: amn@trimetari.com

*²Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН
e-mail: a.leonov@ihst.ru*

В работе представлены результаты спутниковой геодезической съёмки в Долине гейзеров в 2009 г. Определены координаты 12 характерных точек на местности (контрастная разметка вертолётных площадок, отдельно стоящие камни, стыки и границы настильных троп) в мировой системе координат WGS84 с точностью 0,1–0,5 м. Приведено описание характерных точек на снимке и на местности, а также результаты вычисления их относительных и абсолютных координат.

Ключевые слова: спутниковая геодезическая съёмка, привязка к мировым координатам, Долина гейзеров, Кроноцкий заповедник

Введение

Район Долины гейзеров на Камчатке (Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник) активно изучается исследователями из разных областей науки (Сугробов и др., 2009). Очередная активизация исследований в этом районе началась после оползня 2007 г. Для наглядного представления и эффективного анализа результатов исследований необходима основа: крупномасштабная топографическая карта (топооснова) или трёхмерная (3D) модель территории высокого разрешения (геопространственная основа).

GPSприёмники, которые позволяют определить точное геопространственное положение, сегодня общедоступны и активно используются исследователями. Это накладывает дополнительное требование к основе: а именно, она должна быть точно привязана к мировым координатам, чтобы данные, которые учёные получают в результате полевых работ с использованием GPSпозиционирования, можно было легко и быстро переносить на эту основу.

До недавнего времени единственной крупномасштабной основой для района Долины гейзеров были топографические карты масштаба 1 : 2 000 и 1 : 10 000, созданные стереофотограмметрическим способом в 1970-х годах (Географическая карта... 1974; Географическая карта... 1978). Эти карты составлены в условных координатах не имеют привязки к мировым координатам, а после оползня 2007 года уже не отражают актуальное состояние рельефа в районе Долины гейзеров.

Современная геопространственная основа для района Долины гейзеров была создана в 2009–2011 гг. в рамках проекта «Виртуальная Долина гейзеров» (Алейников и др., 2011). Для создания 3D-модели территории высокого разрешения был использован мультиспектральный спутниковый снимок GeoEye-1 от 06.09.2009 г. с пространственным разрешением 0,5 м, а также пара панхроматических спутниковых снимков Cartosat от 19.09.2007 г. с пространственным разрешением 2,5 м.

Для точной привязки спутникового снимка GeoEye-1 (далее – «снимок») к мировой системе координат, авторами в 2009 г. была выполнена спутниковая геодезическая съёмка и определение координат характерных точек земной поверхности. Работа была выполнена в рамках экспедиции в Долину гейзеров 17–24.09.2009 г., организованной АНО «Институт физико-технической информатики» при поддержке ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник» и Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН, а также частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты 09-07-06042-г, 09-07-02100-э_к). Результаты этой работы представлены в данной статье.

Отметим, что ещё до выполнения этой работы в Лаборатории геодезии и дистанционных методов исследований ИВиС ДВО РАН также была создана 3D-модель части территории Долины гейзеров, затронутой оползнем (Двигало, Мелекесцев, 2009), которая использовалась для расчёта объёма оползня 2007 г. Эта модель не имеет привязки к мировым координатам, исходными картами для получения опорных точек служили в основном карты масштаба 1 : 10 000.

Материалы и методы исследований

Задачей данной работы был выбор характерных точек на местности, надежно дешифрируемых на снимке с точностью до пикселя, и определение абсолютных координат выбранных точек в мировой системе координат WGS84 с точностью не хуже разрешения снимка (0,5 м).

Методическая сложность выполнения работы заключалась в невозможности предварительной подготовки опознавательных знаков на местности из-за статуса заповедной территории. В качестве характерных точек можно было использовать только имеющиеся элементы инфраструктуры (домики, тропы, вертолётные площадки), либо природные объекты (например, отдельно стоящие камни).



Рис. 1. Точка P001. Верхняя вертолётная площадка (на пригорке рядом с кордоном). Юго-восточный угол контрастной разметки, нанесённый краской на металл. Внешнее острие угла



Рис. 2. Точка P002. Каменистое сухое русло ручья на левом борту Долины гейзеров, примерно в 250 м к востоку от северо-восточного края стенки отрыва оползня 2007 г. Крупный камень на склоне. Оконечность камня, обращённая вниз по течению (юго-западная)



Рис. 3. Точка Р003. Нижняя вертолётная площадка. Северный угол контрастной разметки, нанесённый краской на металл. Внешнее острие угла



Рис. 4. Точка Р004. Рядом с местом впадения р. Гейзерная в р. Шумная, на левом берегу, примерно в 30 м к северо-востоку от воронки Первенца. Серый камень под откосом, центр камня



Рис. 5. Точка Р005. Плотина подпрудного озера. Примерно в 25 м от юго-западной границы озера и в 15 м от левого берега р. Гейзерная. Жёлтый камень, крайний с востока в цепочке камней. Южная оконечность камня



Рис. 6. Точка Р006. Кордон Глухой. Т-образный стык настила от туалетов с настилом, соединяющим домики. Северный угол стыка. Точка Р006 находится за пределами снимка, на снимке с GoogleEarth дешифровать расположение настила от туалетов невозможно, расположение точки Р006 показано примерно



Рис. 7. Точка Р007. Вертолётная площадка в старом лагере на р. Сестрёнка. Место, где тропа пересекает правый приток р. Сестрёнка. Южный край камня на вертолётной площадке



Рис. 8. Точка Р008. Т-образный стык настилов в Долине гейзеров: спуск к нижней смотровой площадке и отвод на вторую снизу смотровую площадку. Верхний (т. е. южный, дальний от реки) угол стыка. На снимке дешифрируется плохо



Рис. 9. Точка Р009. Дальняя вертолётная площадка (по тропе на левый борт Долины гейзеров). Северо-восточный угол контрастной разметки, нанесённый краской на дощатый настил. Внешнее острие угла



Рис. 10. Точка Р010. Т-образный стык настилов в Долине гейзеров: отвод к смотровой площадке у Красного грязевого котла и кольцевая настильная тропа. Северный угол стыка



Рис. 11. Точка P011. Смотровая площадка напротив Витража и Великана, на правом берегу р. Гейзерная. Северо-западный угол настила



Рис. 12. Точка P012. Домик в Долине Смерти. Настил возле домика. Восточная оконечность настила (ближняя к обрыву в сторону Долины Смерти). Северный угол

Для измерений использовался двухчастотный геодезический GPS-приёмник Trimble 5700 с антенной TrimbleZephyrGeodetic. Съёмка в каждой точке выполнялась от 1 до 3,5 ч. Обработка данных выполнялась в дифференциальном режиме с опорными базовыми станциями Камчатского филиала Геофизической службы (КФ ГС) РАН MIL1 (пос. Мильково, 105 км от места измерений) и Геофизической службы РАН PETS (г. Петропавловск-Камчатский, 185 км от места измерений), координаты которых приведены в таблице 1. Координаты базовых станций и данные GPS с этих станций за необходимый период времени были любезно предоставлены КФ ГС РАН.

Сначала были вычислены вектора от базовых станций до характерных точек (табл. 2 и 3), а затем – координаты характерных точек (табл. 4).

GPSоборудование для выполнения работ предоставил А. В. Фролов (ООО «Навгеоком Инжиниринг», г. Москва). Вспомогательное оборудование предоставил В. Н. Двигало (ИВиС ДВО РАН). Провести полевые работы помог С. Б. Самойленко (ИВиС ДВО РАН). Консультации по обработке данных провёл Н. Н. Титков (КФ ГС РАН). Обработку данных и вычисление координат выполнил В. С. Мельников (ООО «Эффективные Технологии», г. Москва) с использованием программного обеспечения TrimbleBusinessCenter.

Таблица 1. Координаты базовых станций MIL1 и PETS в ITRF2005 (Бахтияров В. Ф., с.н.с. лаборатории геодинамических исследований КФ ГС РАН)

Имя	X и $\sigma(X)$	Y и $\sigma(Y)$	Z и $\sigma(Z)$	dX/dT и $\sigma(dX/dT)$	dY/dT и $\sigma(dY/dT)$	dZ/dT и $\sigma(dZ/dT)$	Дата
	м	м	м	м/год	м/год	м/год	
MIL1	-3440713,6382 0,0044	1349490,3383 0,0028	5180978,3061 0,0062	-0,0046 0,00056	0,0020 0,00036	-0,0076 0,00079	2008,500
PETS	-3580828,4630 0,0050	1399698,1230 0,0035	5072185,1212 0,0061	0,0009 0,00046	0,0070 0,00032	-0,0058 0,00056	2008,500

Таблица 2. Значения векторов от MIL1 до характерных точек

От	До	ΔX , м	ΔY , м	ΔZ , м	$\sigma(\text{план})$, м	$\sigma(Z)$, м	S, м
MIL1	P001	-56228,68	-86052,47	-15436,30	0,02	0,02	103946,96
MIL1	P002	-57482,11	-87515,31	-15534,18	0,02	0,02	105850,99
MIL1	P003	-56207,04	-86170,12	-15414,79	0,01	0,03	104029,50
MIL1	P004	-56518,33	-85157,45	-16036,89	0,02	0,05	103456,73
MIL1	P005	-56193,30	-85760,18	-15592,94	0,08	0,07	103709,38
MIL1	P006	-51321,18	-80550,40	-13307,46	0,02	0,02	96432,97
MIL1	P007	-54374,44	-85206,03	-14184,32	0,10	0,07	102067,84
MIL1	P008	-56084,52	-86386,98	-15340,93	0,01	0,04	104132,26
MIL1	P009	-56457,66	-86587,22	-15431,75	0,02	0,05	104512,93
MIL1	P010	-56143,11	-86388,78	-15369,43	0,01	0,03	104169,52
MIL1	P011	-56037,93	-86516,44	-15291,79	0,02	0,04	104207,40
MIL1	P012	-54921,60	-90217,96	-13062,79	0,01	0,02	106425,08

Таблица 3. Значения векторов от PETS до характерных точек

От	До	ΔX , м	ΔY , м	ΔZ , м	$\sigma(\text{план})$, м	$\sigma(Z)$, м	S, м
PETS	P001	83886,02	-136260,27	93356,86	0,30	0,08	185254,49
PETS	P002	82632,76	-137723,06	93258,99	0,06	0,04	185723,05
PETS	P003	83907,69	-136377,89	93378,34	0,02	0,04	185361,66
PETS	P004	83596,40	-135365,23	92756,24	0,02	0,05	184162,49
PETS	P005	83921,42	-135967,99	93200,19	0,07	0,08	184976,68
PETS	P006	88793,57	-130758,29	95485,62	0,10	0,05	184660,58
PETS	P007	85740,32	-135413,86	94608,80	0,02	0,03	186115,93
PETS	P008	84030,34	-136594,99	93452,25	0,03	0,05	185614,14
PETS	P009	83657,03	-136794,96	93361,47	0,02	0,06	185547,09
PETS	P010	83971,60	-136596,54	93423,74	0,02	0,04	185574,35
PETS	P011	84076,87	-136724,20	93501,37	0,11	0,11	185755,04
PETS	P012	85193,17	-140425,74	95730,35	0,02	0,02	190109,35

Точность координат базовых станций в таблице 1, с учетом их смещения в 2008–2009 гг., находится в пределах 2 см. Точность вычисления векторов в таблицах 2 и 3 находится в пределах 10 см. Точность определения положения самих точек на местности находится в пределах от 1 см (разметка вертолётных площадок) до примерно 0,5 м (края камней). Соответственно, погрешность определения координат в таблице 4 составляет для разных точек от 0,1 до 0,5 м.

Таблица 4. Координаты характерных точек в ITRF2005 и проекции этих координат на референс эллипсоид WGS84

Точка	X	Y	Z	Широта (С)	Долгота (В)	Высота, м
P001	-3496942,38	1263437,86	5165541,99	54°26'08,65392"	160°08'07,15094"	539,884
P002	-3498195,73	1261975,05	5165444,12	54°25'48,86943"	160°09'47,07891"	857,047
P003	-3496920,73	1263320,23	5165563,49	54°26'10,64539"	160°08'12,88013"	522,284
P004	-3497232,02	1264332,89	5164941,39	54°25'42,18841"	160°07'25,92004"	386,736
P005	-3496906,99	1263730,14	5165385,34	54°26'03,97014"	160°07'51,23476"	450,868
P006	-3492034,85	1268939,89	5167670,80	54°28'00,76026"	160°01'47,30094"	679,122
P007	-3495088,11	1264284,28	5166793,95	54°27'10,50282"	160°06'48,00553"	711,733
P008	-3496798,14	1263103,25	5165637,37	54°26'17,00737"	160°08'21,89083"	472,452
P009	-3497171,37	1262903,14	5165546,58	54°26'07,85341"	160°08'39,36553"	563,225
P010	-3496856,81	1263101,58	5165608,87	54°26'15,03463"	160°08'23,08375"	481,030
P011	-3496751,58	1262973,91	5165686,50	54°26'20,23933"	160°08'27,76220"	461,397
P012	-3495635,26	1259272,39	5167915,49	54°28'02,81973"	160°11'19,97674"	934,322

Заключение

Полученные результаты были использованы для точной привязки спутникового снимка GeoEye-1 от 06.09.2009 г. к мировым координатам. Привязку снимка по характерным точкам с учётом цифровой модели

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 экпросветительских 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 обвалных и обвално-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.