

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education
«SIBERIAN STATE UNIVERSITY OF GEOSYSTEMS AND TECHNOLOGIES»
(SSUGT)

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ

XIV Международный научный конгресс

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Сборник материалов

INTEREXPO GEO-SIBERIA

XIV International Scientific Congress

PLENARY SESSION

Proceedings

Новосибирск / Novosibirsk
СГУГиТ / SSUGT
2018

УДК 528
С26

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр., 23–27 апреля 2018 г., Новосибирск : Пленарное заседание : сб. материалов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – 163 с.

В сборнике опубликованы материалы XIV Международного научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь», представленные на пленарном заседании.

The proceedings include presentations presented at plenary sessions of XIV International scientific congress «Interexpo GEO-Siberia».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 528

© СГУГиТ, 2018

РАЗГРАФКА И НОМЕНКЛАТУРА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И ПЛАНОВ НА ТЕРРИТОРИЮ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Александр Петрович Карпик

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор, ректор, тел. (383)343-39-37, e-mail: rektorat@ssga.ru

Владимир Иванович Обиденко

Новосибирский техникум геодезии и картографии, 630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Крылова, 9, кандидат технических наук, директор, тел. (383)221-25-64, e-mail: ovi62@yandex.ru

Петр Константинович Шитиков

АО «ПО Инжгеодезия», 630132, Россия, г. Новосибирск, ул. Челюскинцев, 50, главный инженер, тел. (383)221-06-59, e-mail: info@geonsk.ru

Константин Федорович Афонин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры космической и физической геодезии, тел. (383)343-29-11, e-mail: ooolg@yandex.ru

Ольга Анатольевна Опритова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, руководитель Сибирского учебного научно-производственного картографического центра, тел. (383)344-41-42, e-mail: ooolg@yandex.ru

Цифровые пространственные данные выступают универсальным элементом связи различных баз данных в целях построения единого информационного пространства региона, страны. Универсальным идентификатором в этом случае могли бы стать координаты. В статье рассмотрены возможные варианты разграфки и номенклатуры карт и планов на территорию Новосибирской области. Установлена связь предлагаемой разграфки с принятой в 2009 г. региональной системой координат Новосибирской области.

Ключевые слова: разграфка карт и планов, номенклатура карт и планов, региональная система координат СК НСО, пространственные данные, информационное пространство, территория.

DIVISION AND NOMENCLATURE OF TOPOGRAPHIC MAPS AND PLANS TO THE TERRITORY OF THE NOVOSIBIRSK REGION

Alexander P. Karpik

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Rector, phone: (383)343-39-37, e-mail: rektorat@ssga.ru

Vladimir I. Obidenko

Novosibirsk Technical College of Geodesy and Cartography, 9, Krilova St., Novosibirsk, 630091, Russia, Ph. D., Director, phone: (383)221-25-64, e-mail: ovi62@yandex.ru

Peter K. Shitikov

Company «Production Association Inzhgeodeziya», 50, Chelyuskintsev St., Novosibirsk, 630132, Russia, Chief Engineer, phone: (383)221-06-59, e-mail: info@geonsk.ru

Konstantin F. Afonin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department Space and Physical Geodesy, phone: (383)343-29-11, e-mail: ooolg@yandex.ru

Olga A. Opritova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Head of Siberian Training Research and Production Cartographical Center, phone: (383)344-41-42, e-mail: ooolg@yandex.ru

Currently, digital spatial data is a universal element of communication between different databases in order to build a single information space of the region, the country. Obviously, the universal identifier in this case could be the coordinates. The article considers possible variants of the layout and nomenclature of maps and plans for the territory of the Novosibirsk region. The connection of the proposed line-up with the regional coordinate system of the Novosibirsk region adopted in 2009 was established.

Ключевые слова: mapping of maps and plans, nomenclature of maps and plans, regional coordinate system of the CS NSO, spatial data, information space, territory.

Введение

Новосибирская область – один из крупнейших регионов России со сложной инфраструктурой. В управлении регионом принимают участие десятки ведомств, департаментов и служб, которые отвечают за различные сферы деятельности. Они тесно взаимосвязаны, поэтому принятие решений базируется на большом объеме разнородной информации. В области существуют различные структуры, обеспечивающие своевременное поступление информации заинтересованным лицам. Созданы информационные системы, базирующиеся на современных средствах сбора и обработки информации, объемы которой постоянно растут в геометрической прогрессии. Цифровые пространственные данные выступают универсальным элементом связи различных баз данных в целях построения единого информационного пространства региона. С целью эффективного управления данными в области необходимо развивать интеграционные процессы, обеспечивающие консолидацию и упорядочение информационных потоков, создающих условия для формирования единой информационной инфраструктуры.

Развитие региона в целом, отдельных направлений городского хозяйства и практически всех информационных систем, которые в нем созданы и создаются, невозможно без получения и использования пространственных данных о его территории, земельных участках, объектах недвижимости, иных процессах и явлениях, протекающих на этой территории. Получение пространственных данных особенно актуально при ведении градостроительной деятельности

и территориального планирования, а также связанных с ними инженерных изысканий.

Однако пространственные данные, создаваемые на территорию Новосибирской области в единой системе координат Новосибирской области, в том числе в виде картографической продукции различных масштабов, требуют наличия единой системы их учета и классификации. В этой связи вопрос о разработке разграфки и номенклатуры топографических карт и планов на территорию Новосибирской области (НСО) в единой системе координат Новосибирской области (СК НСО) является важным и актуальным. Он, по мнению авторов, должен рассматриваться в контексте общей главной задачи формирования в НСО единого координатного пространства и регионального фонда пространственных данных на основе принципов единообразия технологии его ведения на всей территории Российской Федерации, совместимости этих данных со сведениями, которые содержатся в других государственных информационных ресурсах.

Авторы статьи считают, что, несмотря на повсеместное использование геоинформационных систем как инструмента оперирования с пространственными данными и общей тенденции к формированию объектно-ориентированных моделей местности, в ряде случаев сохраняется необходимость в определении и обозначении структурных элементов информационных ресурсов пространственных данных исходя из принципа территориального покрытия.

Методы и материалы

В основу построения предполагаемой разграфки топографических карт и планов на территории НСО положен принцип государственной разграфки. При этом основным для местной разграфки будет являться лист карты масштаба 1 :1 00 000. Широты B_M и долготы L_M углов рамок карт для местной географической разграфки можно будет вычислить по формулам [5].

$$B_M = B + \Delta B; \quad (1)$$

$$L_M = L + \Delta L. \quad (2)$$

Здесь B , L – широты и долготы углов рамок карт в государственной географической разграфке для государственных трехградусных зон проекции Гаусса – Крюгера. Ключами местной разграфки будут являться величины ΔB , ΔL , на которые будут изменяться широты и долготы углов рамок карт и планов. Эти ключи должны быть закрытой информацией для рядовых пользователей.

При выборе числовых значений ключей местной разграфки, на наш взгляд, должны выполняться пять основных требований:

а) местная географическая разграфка и номенклатура топографических карт и планов в системе координат Новосибирской области должны отвечать

требованиям российского законодательства, учитывать современные тенденции в области формирования, ведения и использования пространственных данных в различных отраслях и ведомствах Российской Федерации;

б) местная географическая разграфка и номенклатура топографических карт и планов в системе координат Новосибирской области должны обеспечивать единство картографической основы Новосибирской области;

в) разработка местной географической разграфки и номенклатуры топографических карт и планов в системе координат Новосибирской области должна выполняться с соблюдением условия минимизации корректировки существующих картографических материалов;

г) местная географическая разграфка и номенклатура топографических карт и планов в системе координат Новосибирской области должны основываться на тех же принципах деления на номенклатурные листы, что и для государственных топографических карт и планов;

д) номенклатура топографических карт и планов в местной разграфке должна однозначно идентифицировать местоположение листа в структуре разграфки.

При выборе ключей местной разграфки можно предложить несколько вариантов. Если задать ΔB и ΔL равными нулю, то координаты углов рамок в местной и государственной разграфках будут совпадать. Это, в свою очередь, облегчит использование результатов «местных» топосъемок для государственного картографирования. Если же принять, что ΔB равно разности долгот осевых меридианов первой зоны в СК НСО и 25-й государственной трехградусной зоны, а $\Delta L = 0$. В этом случае разграфка будет хорошо вписываться в систему координат СК НСО.

Результаты

Для местной географической разграфки и номенклатуры топографических карт и планов, создаваемых на территорию Новосибирской области в СК НСО, предполагается установить пояса и колонны (рис. 1). Широтные пояса обозначить заглавными буквами русского алфавита, возрастающими с юга на север, колонны номеровать арабскими цифрами, возрастающими с запада на восток.

Номенклатура листов масштаба 1 : 100 000 в местной разграфке будет формироваться по следующим правилам:

$$54-X-XX, \quad (3)$$

где 54 – цифровой идентификатор Новосибирской области,
«X» – идентификатор пояса СК НСО от А до Н,
«XX» – номер колонны СК НСО от 01 до 22.



Рис. 1. Разграфка и номенклатура карт масштаба 1 : 100 000 для НСО

Для связи номенклатур карт масштаба 1 : 100 000 в местной и в государственной разграфках авторами были разработаны две специальные технологии [5]. Первая заключается в переходе от номенклатуры N (или O)- T_1 - T_2 в государственной разграфке к номенклатуре 54- Z_1 - Z_2 в местной разграфке. Такой переход можно выполнить в три этапа.

На первом этапе необходимо вычислить условное число Y_1 по формуле

$$Y_1 = 10 - \text{целое} \left(\frac{T_2}{12} \right) \text{ для пояса } N \quad (4)$$

или

$$Y_1 = 13 - \text{целое} \left(\frac{T_2}{12} \right) \text{ для пояса } O. \quad (5)$$

Здесь «целое» обозначает процедуру выделение целой части числа путем округления до большего значения.

Полученное значение условного числа Y_1 и известный идентификатор пояса в государственной номенклатуре позволяют получить идентификатор широтного пояса Z_1 в местной разграфке. Для решения данной задачи удобно воспользоваться специальной таблицей. Выбор широтного пояса составляет второй этап технологии.

Идентификаторы широтных поясов

Пояс государственной разграфки	<i>N</i>								<i>O</i>				
Пояс местной разграфки Z_1	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н
Условное число Y_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4

На третьем этапе остается вычислить номер колонны Z_2 в местной разграфке. Здесь также могут иметь место два случая. Для пояса N формула будет иметь вид:

$$Z_2 = T_2 + 12(T_1 + Y_1) - 629. \quad (6)$$

Для пояса O формула немного изменяется:

$$Z_2 = T_2 + 12(T_1 + Y_1) - 665. \quad (7)$$

Обратный переход от номенклатуры 54- Z_1 - Z_2 в местной разграфке к номенклатуре N (или O)- T_1 - T_2 в государственной разграфке также можно выполнить за три этапа. На первом по известному идентификатору широтного пояса Z_1 в таблице можно выбрать идентификатор широтного пояса государственной разграфки N (или O) и условное число Y_1 .

Второй этап состоит в определении номера колонны T_1 листа карты масштаба 1 : 100 000 в государственной разграфке. Здесь возможны три случая. Если $Z_2 < 8$, то $T_1 = 43$. Если номер колонны в местной разграфке лежит в интервале $8 \leq Z_2 \leq 19$, то номер колонны в государственной разграфке будет равен 44 ($T_1 = 44$). И, наконец, при $Z_2 > 19$, номер колонны T_1 будет равен 45.

Третий этап состоит в определении номера листа карты масштаба 1 : 100 000 в государственной разграфке T_2 . Для широтного пояса N рабочая формула будет иметь вид:

$$T_2 = 629 - 12(T_1 + Y_1) + Z_2. \quad (8)$$

Аналогичную формулу нужно применять в широтном поясе O :

$$T_2 = 665 - 12(T_1 + Y_1) + Z_2. \quad (9)$$

Местной номенклатуре листа масштаба 1 : 100 000 будут соответствовать местные номенклатуры листов 1 : 50 000, 1 : 25000, 1 : 10 000. Например, 54-В-15-Г, 54-В-15-Г-б и 54-В-15-Г-б-4.

Номенклатура листа 1 : 5 000 будет состоять из номенклатуры листа 1 : 100 000 и арабской цифры в скобках (рис. 2), например, 54-В-15-(255).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176
177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208
209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224
225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256

Рис. 2. Планы масштаба 1 : 5 000

Номенклатура листа 1 : 2 000 будет состоять из номенклатуры листа 1 : 5 000 и одной из девяти строчных букв русского алфавита от «а» до «и», например, 54-В-15-(255-д).

Обсуждение

Предложенный алгоритм построения разграфки топографических карт и планов на территорию Новосибирской области позволит решить задачу формирования единой унифицированной системы учета пространственных данных и картографической продукции, создаваемой на территорию региона, в единой системе координат Новосибирской области и может быть использована при создании и ведении регионального фонда пространственных данных Новосибирской области. Достоинством разработки является возможность алгоритмизации и автоматизации процесса преобразования номенклатур топографических карт и планов из системы местной разграфки Новосибирской области в географическую разграфку государственных топографических карт и обратно, что важно при ее использовании в автоматизированных системах ведения баз и фондов пространственных данных.

Заключение

В условиях широкого распространения геоинформационных технологий и увеличения числа задач, требующих использования пространственных данных, необходимо создание условий для оперативного доступа к пространственным данным. Предложенный авторами вариант местной географической разграфки позволит использовать накопленные в Новосибирской области материалы и обеспечит интеграцию с государственными ресурсами пространственных данных.

Благодарности

Авторы выражают признательность Правительству Новосибирской области за поддержку при разработке и внедрении региональной системы координат, а также к.т.н., заместителю директора ООО «Новосибирский инженерный центр» А. Н. Тимофееву и инженеру научно-технического отдела ООО «Новосибирский инженерный центр» О. Н. Козыренко за активное участие в обсуждении местной географической разграфки и номенклатура топографических карт и планов во внедренной системе координат СК НСО.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства Российской Федерации 3 марта 2007 г. № 139 «Об утверждении правил установления местных систем координат».
2. Приложение к Положению о местной (региональной) системе координат (СК НСО), устанавливаемой на территории Новосибирской области / А. П. Карпик, Г. А. Сапожников, К. Ф. Афонин, Н. А. Телеганов, П. К. Шитиков, Д. Н. Ветошкин, С. В. Кужелев, В. А. Тимонов. – Новосибирск : СГГА, 2008. – 15 с.
3. Постановление Администрации Новосибирской области от 25 декабря 2009 г. № 471-па «О местной системе координат, устанавливаемой в отношении Новосибирской области».
4. Постановление Администрации Новосибирской области от 28 декабря 2011 г. № 608-п. «О введении в действие местной системы координат Новосибирской области».
5. Герасимов А. П., Назаров В. Г. Местные системы координат : монография – М., ООО «Издательство «Проспект», 2010. – 64 с.
6. Система региональных плоских прямоугольных координат Новосибирской области / А. П. Карпик, К. Ф. Афонин, Н. А. Телеганов, П. К. Шитиков, Д. Н. Ветошкин, С. В. Кужелев, В. А. Тимонов // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск : СГГА, 2008. Т. 1, ч. 1. – С. 20–31.
7. Герасимов А. П. Местные системы координат // Геопрофи. – 2009. – № 4. – С. 32–34.
8. Мамий А. Н. О необходимости проведения топографической съемки // Наука. Тех. Технол. – 2017. – № 2. – С. 218–221.
9. Маркарян А. Д., Мехтиева В. Р. Исследование местных систем координат в проекции Гаусса // Актуальные проблемы науки о Земле : материалы 68 Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов (Санкт-Петербург, 15–17 апреля 2015 г.). – СПб., 2015, – С. 66–69.
10. Цветков В. Я. Инфраструктура пространственных данных как инструмент поддержки управления // Общество: политика, экономика, право. – 2013. – № 2. – С. 36–41.

11. Демьянов Г. В., Майоров А. Н., Побединский Г. Г. Местные системы координат, существующие проблемы и возможные пути их решения // Геопрофи. – 2009. – № 2. – С. 52–57.
12. Демьянов Г. В., Майоров А. Н., Побединский Г. Г. Проблемы непрерывного совершенствования ГГС и геоцентрической системы координат России // Геопрофи. – 2011. – № 3. – С. 32–34.
13. Мельников А. В., Самратов У. Д., Хвостов В. В. О местных системах координат и геодезической основе государственного кадастра недвижимости // Геопрофи. – 2011. – № 4. – С. 18–20.
14. Карпов А. А., Назаров А. С., Топографический мониторинг застроенной территории средствами программного комплекса CREDO // Управление развитием территории. – 2012. – № 1. – С. 58–62.
15. Вилков А. Ю. Опыт использования ГИС Фонда «РЖС» // Управление развитием территории. – 2012. – № 1. – С. 54–57.
16. Виноградов А. В., Мазуров Б. Т. Перспективы использования специальных геодезических проекций и местных систем координат // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 1. – С. 18–26.
17. Шевин А. В. Геопорталы как базовые элементы инфраструктуры пространственных данных: анализ текущего состояния вопроса в России // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 3 (35). – С. 102–110.
18. Васильев И. В., Коробов А. В., Побединский Г. Г. Стратегические направления развития топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 5–23.
19. Горобец В. П., Ефимов Г. Н., Столяров И. А. Опыт Российской Федерации по установлению государственной системы координат 2011 года // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 24–37.
20. Нехин С. С. Основные проблемные вопросы перевода картографического обеспечения в систему координат ГСК-2011 // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 38–47.
21. Обиденко В. И. Об изменении координат на территории Российской Федерации при переходе от СК-95 к ГСК-2011 // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 5–21.
22. Тарарин А. М. Картографическая основа кадастра: история создания, цели и требования // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 1. – С. 132–141.

© А. П. Карпик, В. И. Обиденко, П. К. Шитиков, К. Ф. Афонин, О. А. Опритова, 2018

ОБЪЕМНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАССИВОВ И ПОТОКОВ ИНФОРМАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ И ОБНОВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Геннадий Германович Побединский

Российское общество геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных, 109316, Россия, г. Москва, Волгоградский пр., 45, стр. 1, оф. 631, кандидат технических наук, тел. (910)680-53-05, e-mail: pobedinskij-gg@yandex.ru

Рассмотрено текущее состояние обеспечения территории Российской Федерации государственными топографическими картами и производными геопропространственными данными. Рассмотрены варианты технико-технологических решений на основе анализа объемных и структурных характеристик массивов и потоков информации при создании и обновлении государственных геопропространственных данных Российской Федерации в условиях увеличения потребности государственного и муниципального управления, экономики, обороны и безопасности в современных, достоверных и точных геопропространственных данных.

Ключевые слова: геодезия, топография, картография, геопропространственные данные, информация, потоки и массивы информации.

VOLUME AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF MASSIVES AND FLOWS OF INFORMATION WHEN CREATING AND UPDATING GOVERNMENTAL GEO-SPATIAL DATA OF THE RUSSIAN FEDERATION

Gennady G. Pobedinsky

Russian Society of Geodesy, Cartography and Spatial Data Infrastructure, 45, Volgogradsky Prospect St., p. 1, of. 631, Moscow, 109316, Russia, Ph. D., phone: (910)680-53-05, e-mail: pobedinskij-gg@yandex.ru

The current state of providing the territory of the Russian Federation with state topographic maps and derived geospatial data is considered. The variants of technical and technological solutions based on the analysis of volume and structural characteristics of arrays and information flows in the creation and updating of state geospatial data of the Russian Federation in terms of increasing the needs of public administration, economy, defense and security in modern, reliable and accurate geospatial data.

Key words: geodesy, topography, cartography, geospatial data, information, flows and arrays of information.

Введение

Топографо-геодезическое и картографическое обеспечение является одним из основных видов обеспечения эффективного развития экономики, укрепления обороны и безопасности страны и представляет собой совокупность управленческих, производственных, научных и образовательных мероприятий по созданию, хранению и доведению до потребителей государственных геодезических данных и государственных топографических карт на территорию и зоны экономических интересов Российской Федерации, Антарктиды, континентального

шельфа Российской Федерации, территорий иностранных государств, Мирового океана.

Создание и использование геопространственных данных является одним из важнейших факторов, способствующих решению ключевых задач государственной политики Российской Федерации, в частности созданию новых высокопроизводительных рабочих мест, увеличению доли продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики в валовом внутреннем продукте и повышению производительности труда.



Рис. 1. Межведомственный характер топографо-геодезического и картографического обеспечения [1–3]

Анализ текущего состояния, тенденций развития, мирового опыта стран с большой территорией в сфере топографо-геодезического и картографического обеспечения позволил определить основные направления развития в условиях увеличения потребности в современных, достоверных и точных геопространственных данных, интенсивного внедрения информационных технологий, обеспечения технологической независимости [1–3].

Федеральным законом «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [4] определено, что в результате выполнения картографических работ создаются карты, планы, единая электронная картографическая основа и иные картографические материалы. В зависимости от содержания и целей использования карты и планы подразделяются на топографические, специальные, тематические и иные. Статьей 23 Федерального закона [4] установлено, что при осуществлении картографической деятельности для нужд органов государст-

венной власти и органов местного самоуправления с 1 января 2018 г. обязательно должны использоваться сведения единой электронной картографической основы, при этом нормативными актами установлены требования к условным обозначениям, точности и периодичности обновления государственных топографических карт и планов, единой электронной картографической основы и точности специальных карт [5–7].

Государственные топографические карты и планы, единая электронная картографическая основа подлежат обновлению в соответствии с требованиями к периодичности их обновления, но не реже чем один раз в десять лет [4–6].

Нормативными актами определена необходимость мониторинга актуальности единой электронной картографической основы, по результатам которого определяются территории, в отношении которых необходимо осуществить обновление сведений картографической основы, но порядок и периодичность такого мониторинга не определены. Одновременно с этим установлено, что периодичность обновления государственных топографических карт и государственных топографических планов определяется на основе оценки степени изменения местности по итогам анализа результатов аэросъемки, дистанционного зондирования Земли, и иной информации.

Определение степени изменения местности на основе результатов аэросъемки, дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и иной информации, подразумевает возможность и необходимость регулярного получения данных ДЗЗ на значительные территории с разрешающей способностью, близкой к детальности государственных топографических карт наиболее крупного масштаба, при этом периодичность аэрокосмической съемки должна быть не более 10 лет. Это приведет к необходимости получения, обработки, анализа и хранения больших объемов информации, значительно превышающих объем конечной продукции – государственных топографических карт и планов, единой электронной картографической основы.

Надежность и эффективность работы современных информационных систем органов государственного и муниципального управления во многом зависит от точности, современности, полноты и достоверности используемых геопространственных данных. Одним из основных вопросов функционирования любой автоматизированной системы, в том числе территориально распределенных ГИС, является анализ используемой в ней информации. Анализ объемных и структурных характеристик массивов геопространственных данных, структуры и пропускной способности каналов передачи информации, вероятностных характеристик информационных потоков при передаче геопространственных данных уже рассматривались в [8–12]. Недостаточный учет объемов и специфических характеристик геопространственных данных при создании инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации, попытки копирования опыта небольших по территории европейских государств на территории 17 млн. кв. км., как правило, не приводят к конкретным результатам, а в ряде случаев – налицо отрицательный результат и напрасное расходование средств. Более правильным представляется использование опыта управления глобаль-

ной геопространственной информацией стран с большой территорией и ООН, сферой интересов которой является вся территория Земли [11–15].

Наряду с информатизацией общества шло постоянное накопление информации и объемов знаний. Специалистами в области информатики установлена динамика роста информации. К 1800 г. объем информации удваивался каждые 50 лет; с 1950 г. – каждые 10 лет; с 1970 г. – каждые 5 лет, с 1990-х гг. – ежегодно [16].

По некоторым данным аналитической компании IDC общий объем цифровой информации, созданной человечеством в 2006 г., составил 161 эксабайт. В 2007 г. в мире было создано и скопировано 281 млрд. Гб цифровой информации (281 эксабайт), или по 45 Гб информации в расчете на каждого жителя планеты. В конце 2010 г. объем цифровой вселенной достиг одного зеттабайта. К 2011 г. размер цифровой вселенной составил 1,8 зеттабайта (1800 эксабайт), что в 10 раз больше показателя 2006 г. В работе «Рост объема информации – реалии цифровой вселенной» [17] утверждается, что объемы информации в течение следующих восьми лет – 2013–2020 гг. – будут удваиваться каждые два года.

Широкое внедрение информационных технологий вызвало у многих людей иллюзорное представление о быстрой преодолемости сложностей, связанных с информационным взрывом и, соответственно, с информационными перегрузками. Время показало, что это не так. Серьезное беспокойство вызывает энтропия информационного пространства, приводящая к падению качества информации за счет быстрого увеличения ее количества (захламленность, загрязненность «информационным мусором», «информационными отходами»). В информатике существует не совсем популярный принцип GIGO (Garbage In, Garbage Out) – «Мусор на входе – мусор на выходе», означающий, что при неверных входящих данных будут получены неверные результаты, даже если сам по себе алгоритм правилен.

Степень изученности проблемы зависит во многом от того, в какой мере нам известны данные, характеризующие ее с самых разных сторон. Чтобы найти оптимальный подход к ее решению, очевидно, необходимо следовать этому принципу, разумеется, с учетом «качественной стороны» (объективности, своевременности и т. д.). Прежде чем принимать решения, люди стараются найти любую информацию. Однако нарушение меры порой приводит к тому, что увеличение количества полученной информации не дает ожидаемых результатов, а скорее напротив – вызывает обратный эффект [16].

Современное состояние топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации

Анализ обеспечения территории Российской империи топографическими и обзорными картами к 1917 г. (в границах 1914 г) показывает, что основные работы по топографическим съемкам были сосредоточены в приграничных районах и территориях ведения военных действий. На всю страну имелась карта

масштаба 1 : 4 200 000 (100 верст в дюйме). «Специальная карта Западной части Российской империи» масштаба 1 : 420 000 (10 верст в дюйме), создание которой было начато в 1821 г. состоит из 178 листов, включая не только западные территории Империи, но и большую часть Пруссии и Австро-Венгрии, Балканский полуостров, части Малой Азии и Турции. Трехверстная топографическая карта западных губерний масштаба 1 : 126 000 (1 500 саженей или 3 версты в дюйме), создание которой было начато в 1846 г. охватывала все европейские губернии империи, кроме Московской и была наиболее известной топографической картой этого времени. К началу XX в. было издано 700 листов «трехверстки». Съёмки в более крупных масштабах 1 : 84 000 (1 000 саженей или 2 версты в дюйме) и 1 : 42 000 (500 саженей или 1 верста в дюйме) выполнялись Корпусом военных топографов только на пограничные районы [18].



Рис. 2. Топографическая изученность Российской империи к 1917 г. в границах 1914 г [18]

Декрет СНК РСФСР от 14 сентября 1918 г. «О введении Международной Метрической системы мер и весов» вызвал необходимость перехода к метрическим масштабам карт и к новому их оформлению. В конце 1918 г. был разработан метрический масштабный ряд топографических карт 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000 (1 : 300 000), 1 : 500 000, 1 : 1 000 000, вместо верстовых масштабов карт 2, 3, 5, 10, 20, и 25 верст в дюйме [18].

Государственная карта СССР масштаба 1 : 1 000 000 была создана на всю территорию страны только к началу Великой Отечественной войны. В это время было завершено создание на европейскую часть страны до реки Волги топо-

графической карты масштаба 1 : 100 000. Выдающимся достижением топографо-геодезической службы СССР следует считать завершение в начале 1950-х гг. создания на всю территорию страны государственной топографической карты в масштабе 1 : 100 000 (1954 г.), полная переработка и выпуск второго издания государственной топографической карты масштаба 1 : 1 000 000 (1952–1958 гг.), а также развертывание работ по топографическим съемкам в масштабах 1 : 25 000 и 1 : 10 000.

Картографирование территории Советского Союза площадью 22,4 млн кв. км в масштабе 1 : 25 000 выполнено в течение 40 лет с 1946 по 1985 г. Аналогов такой работы не имелось в мировой практике геодезических и картографических работ. Топографические карты масштаба 1 : 25 000 (карты самого крупного масштаба, покрывающие всю территорию страны) представляют собой единые по содержанию и математической основе подробные общегеографические карты, созданные на основе аэрофототопографической съемки. За весь период выполнения работ было создано, подготовлено к изданию и отпечатано на картографических фабриках 297,4 тыс. номенклатурных листов общим тиражом 53,6 млн экз. Ежегодный объем выдачи тиражных оттисков государственных топографических карт масштаба 1 : 25 000 из центрального картографо-геодезического фонда (ЦКГФ) страны в 1956–1985 гг. составлял от 1,2 до 3,0 млн экземпляров [19–21].

Целевая государственная поддержка программы картографо-геодезических работ, а также соответствующие мировому уровню достижения отечественной геодезической науки стали основой для создания необходимых технических и инструментальных средств, развития высокопроизводительных методов аэрофототопографических съемки и высокоточных способов геодезических измерений, позволили осуществить картографирование территории Советского Союза площадью 22,4 млн кв. км в масштабах 1 : 1 000 000, 1 : 500 000, 1 : 200 000, 1 : 100 000, 1 : 50 000, 1 : 25 000, экономически развитых регионов в масштабе 1 : 10 000, а также создать топографические планы практически всех населенных пунктов в масштабах 1 : 5 000 и 1 : 2 000 [21].

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации в 2013–2016 гг. были выполнены работы по инвентаризации материалов и данных федерального и территориальных картографо-геодезических фондов, находящихся в ведении ФГБУ «Федеральный научно-технический центр геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных» (далее – Учреждение). Инвентаризация завершена 30 ноября 2016 г., Общее количество материалов и данных составило 86,7 млн единиц хранения. В аналоговом виде 84,8 млн единиц хранения (97,9 %), в цифровом виде 1,8 единиц хранения (2,1 %). В центральных отделах Учреждения в г. Москве находятся 7,9 млн единиц хранения (9,1 %), в архивном фонде в г. Инза – 6,6 млн единиц хранения (7,6 %), в 22 региональных отделах – 71,4 млн единиц хранения (82,3 %). Количество материалов и данных, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, 82,3 млн единиц хранения (95,0 %) [19, 20].

На территорию страны созданы следующие объемы номенклатурных листов (НЛ) государственных топографических карт и государственных топографических планов (табл. 1).

Таблица 1

Масштабы	Количество НЛ	Требуется перевод в цифровой вид	Соответствие нормативам
1 : 10 000	262 820	262 820	1 %
1 : 25 000	200 315	148 161	35 %
1 : 50 000	50 827	286	100 %
1 : 100 000	13 266	136	100 %
1 : 200 000	3 563	56	1 %
1 : 500 000	490	490	0 %
1 : 1 000 000	147	5	1 %
Планы населенных пунктов 1 : 2 000	171 000	171 000	0,1 %
Планы населенных пунктов 1 : 5 000	55 200	55 200	0,1 %
Планы населенных пунктов 1 : 10 000	1 420	966	26 %

На картограммах (рис. 3–9) приведены сведения о государственных топографических картах масштабов 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000, 1 : 1 000 000 в аналоговом виде [19].

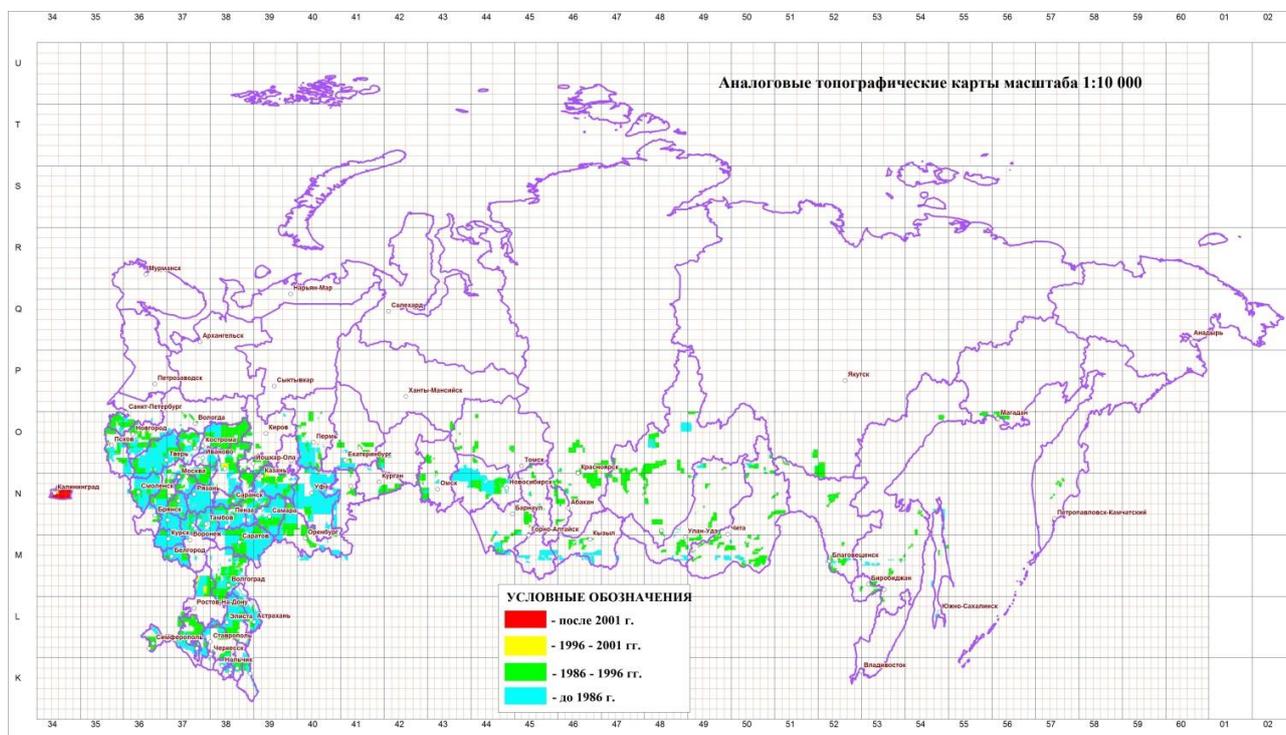


Рис. 3. Государственные топографические карты масштаба 1 : 10 000 в аналоговом виде [19]

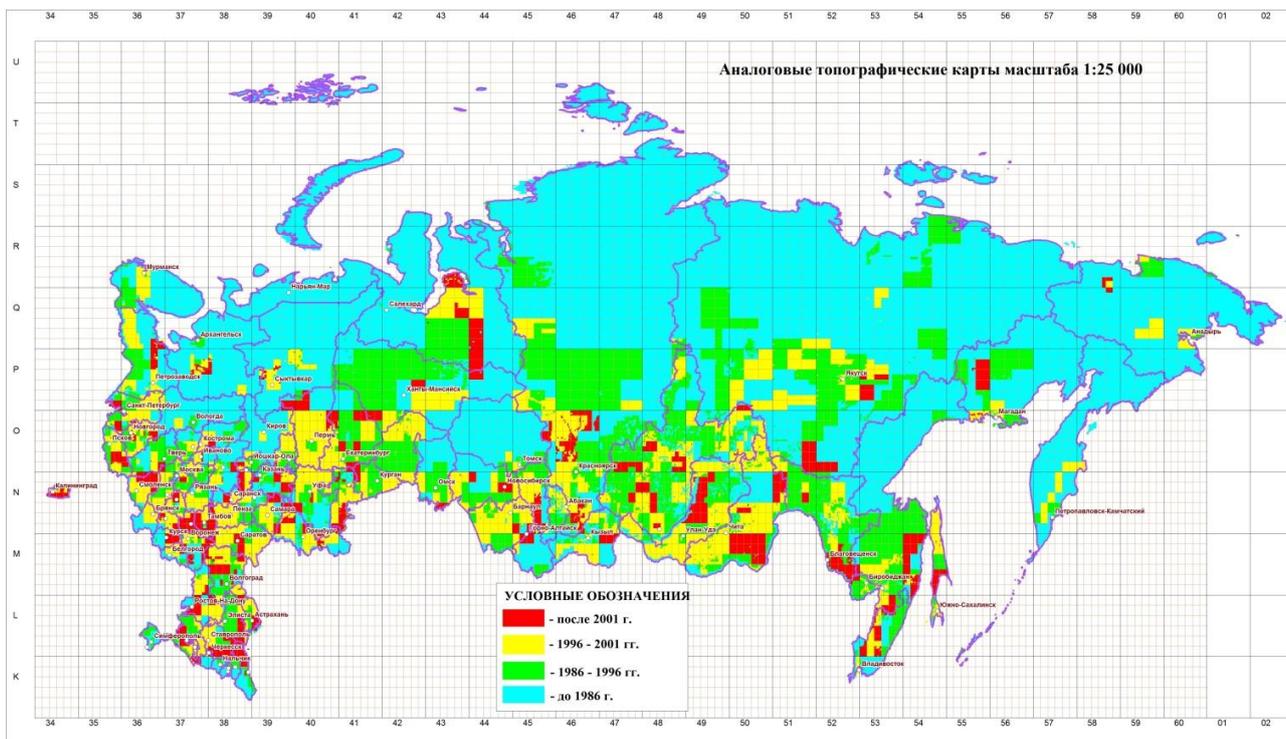


Рис. 4. Государственные топографические карты масштаба 1 : 25 000 в аналоговом виде [19]

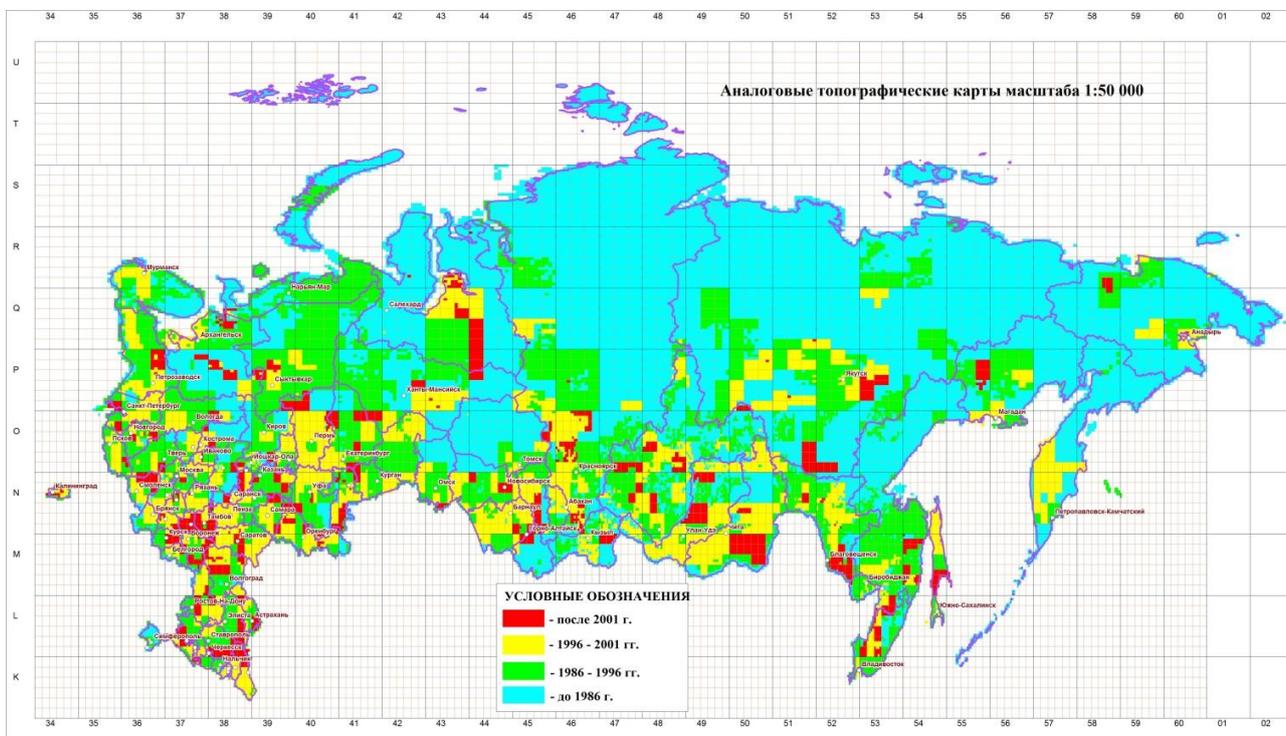


Рис. 5. Государственные топографические карты масштаба 1 : 50 000 в аналоговом виде [19]

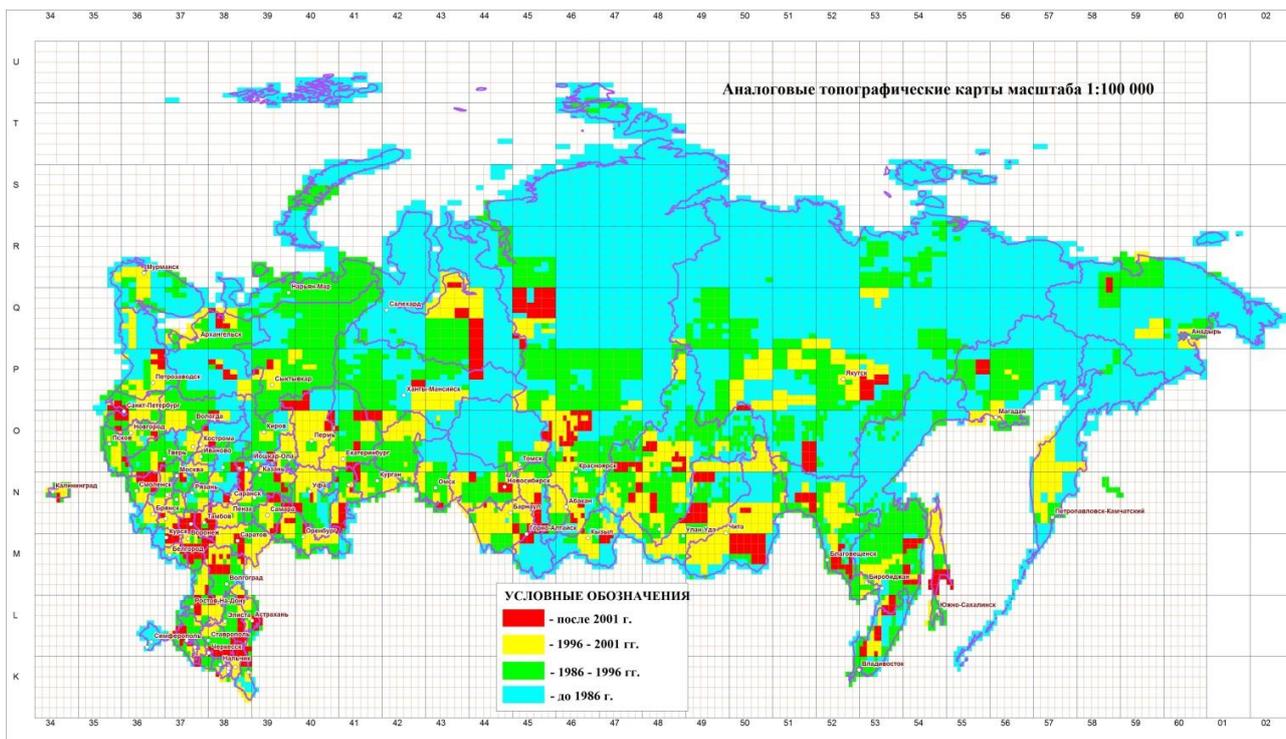


Рис. 6. Государственные топографические карты масштаба 1 : 100 000 в аналоговом виде [19]

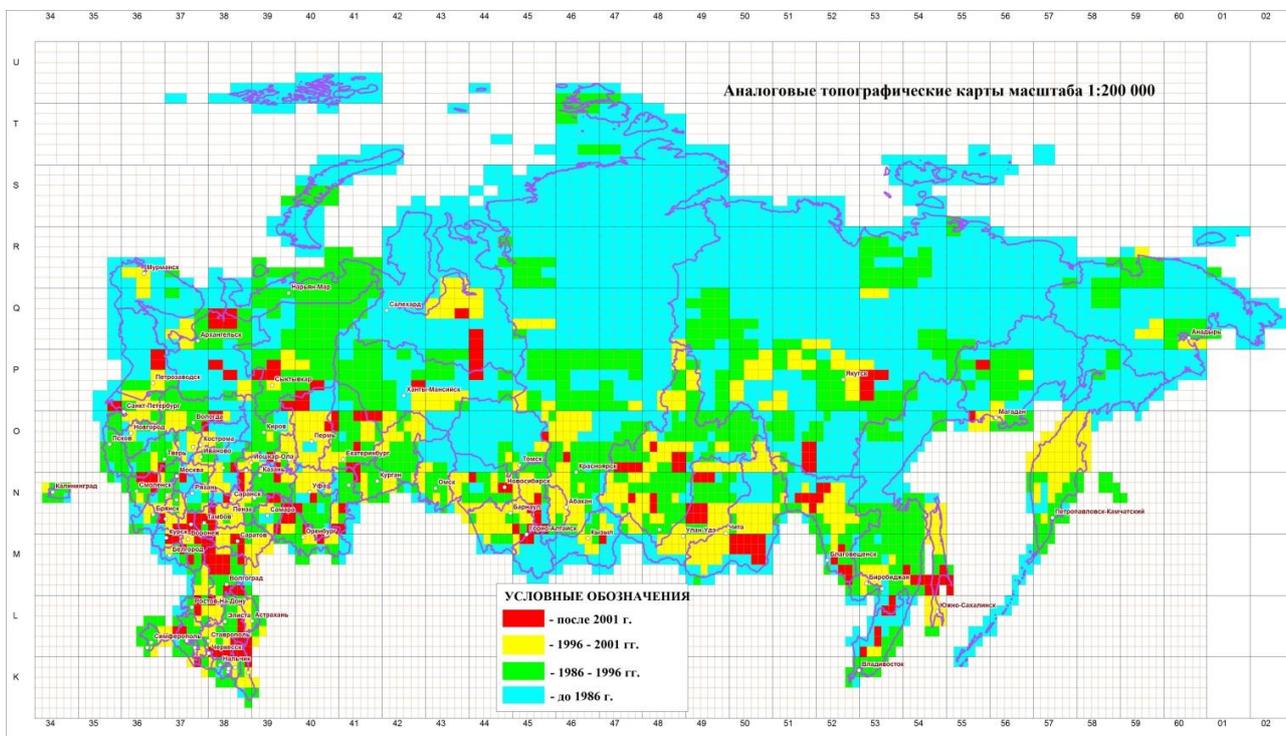


Рис. 7. Государственные топографические карты масштаба 1 : 200 000 в аналоговом виде [19]

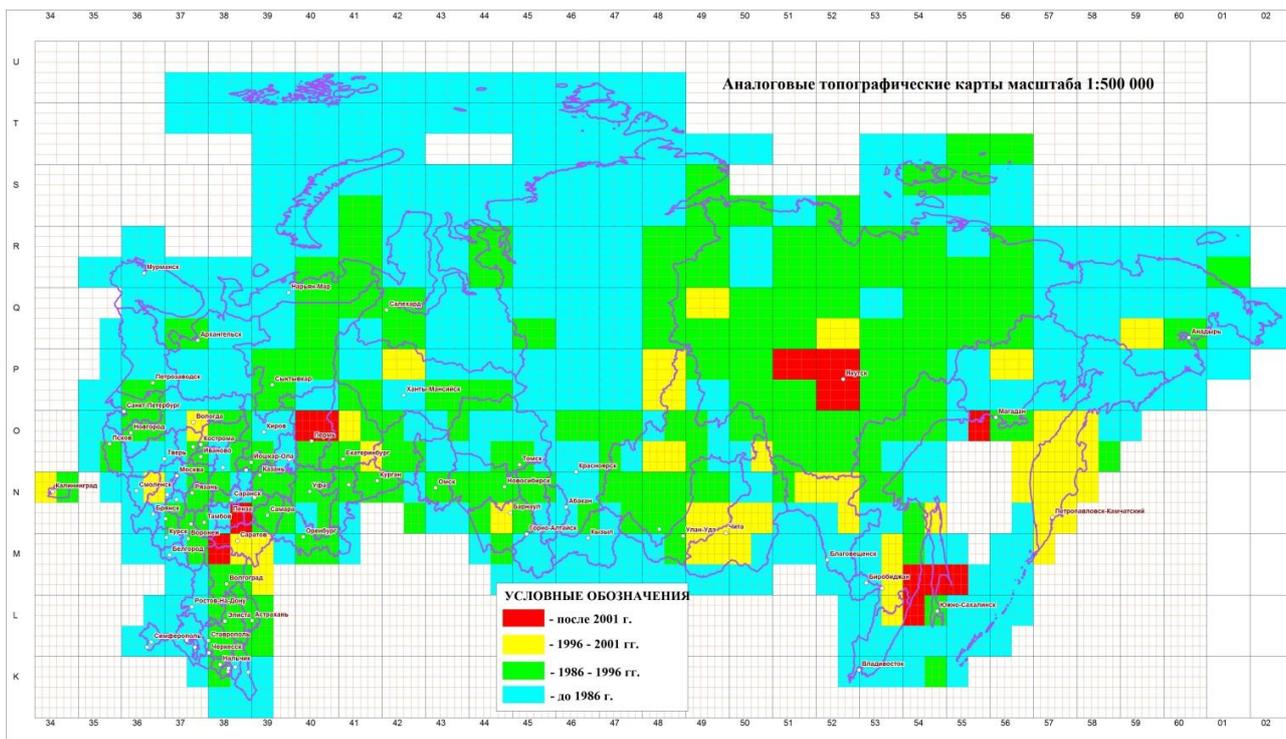


Рис. 8. Государственные топографические карты масштаба 1 : 500 000 в аналоговом виде [19]

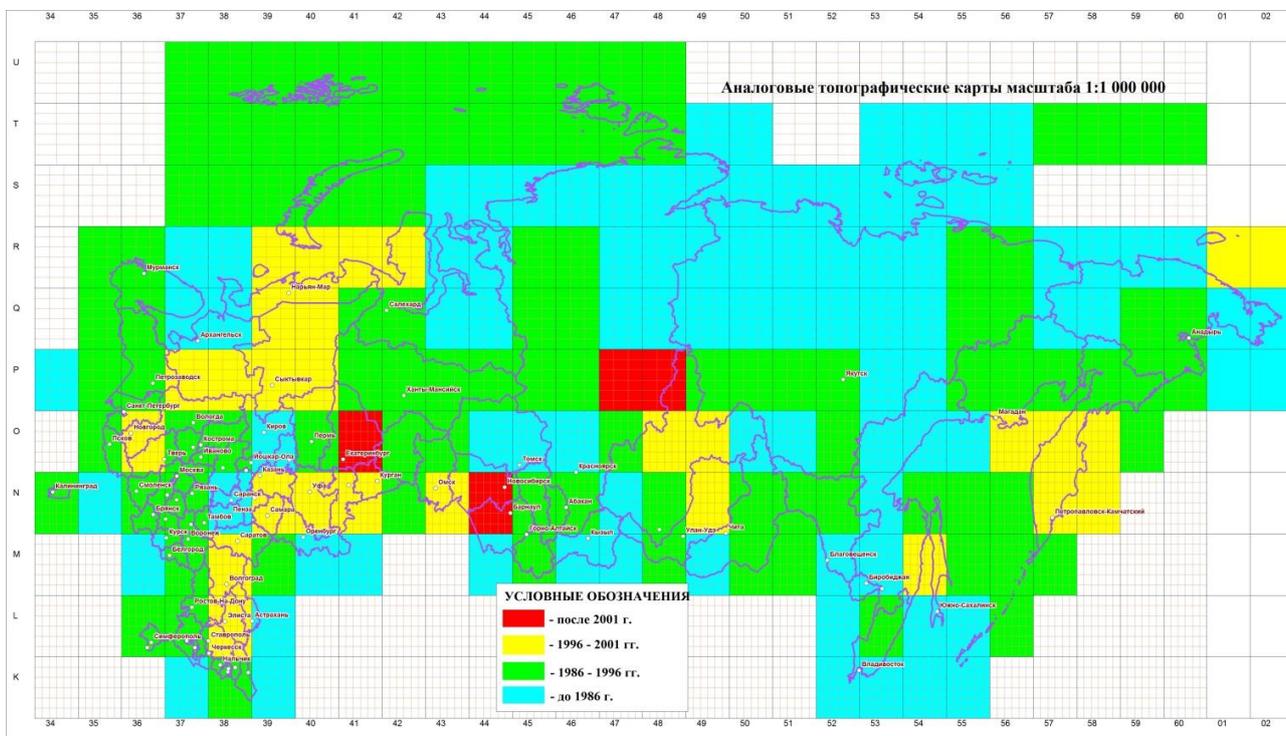


Рис. 9. Государственные топографические карты масштаба 1 : 1 000 000 в аналоговом виде [19]

Преобразование в цифровой вид государственных топографических карт масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000 было осуществлено в 1990-х гг. центрами геоинформации [22]. На картограммах (рис. 10, 11), приведены сведения о государственных топографических картах масштабов 1 : 200 000 и 1 : 1 000 000 в цифровом виде [19].

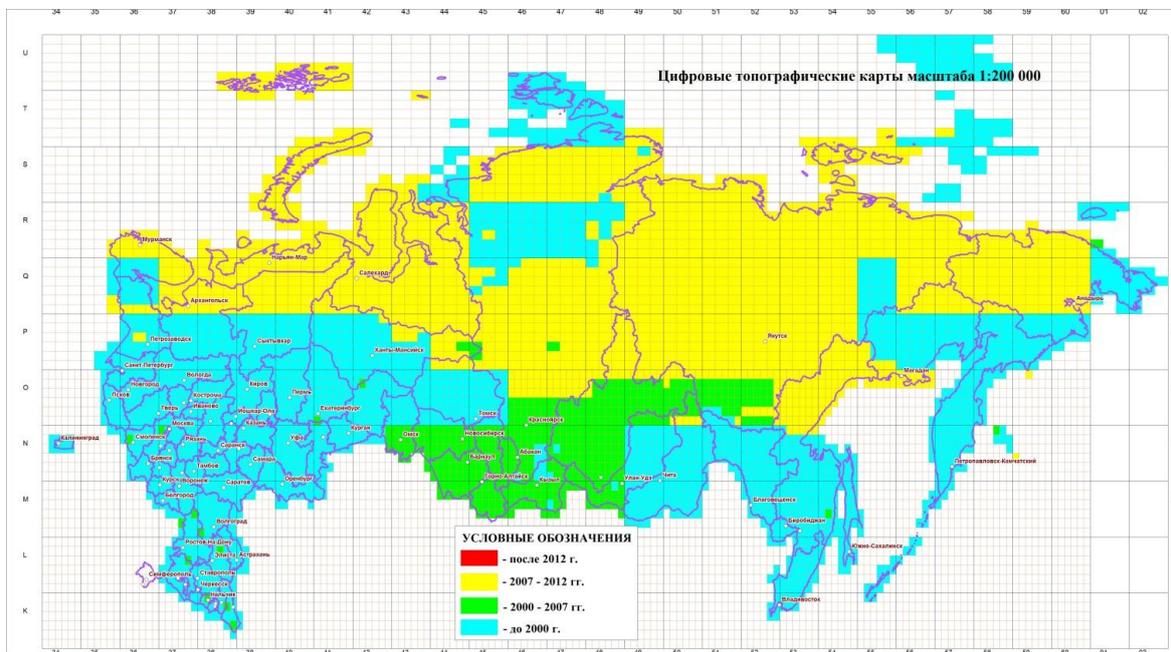


Рис. 10. Государственные топографические карты масштаба 1 : 200 000 в цифровом виде [19]

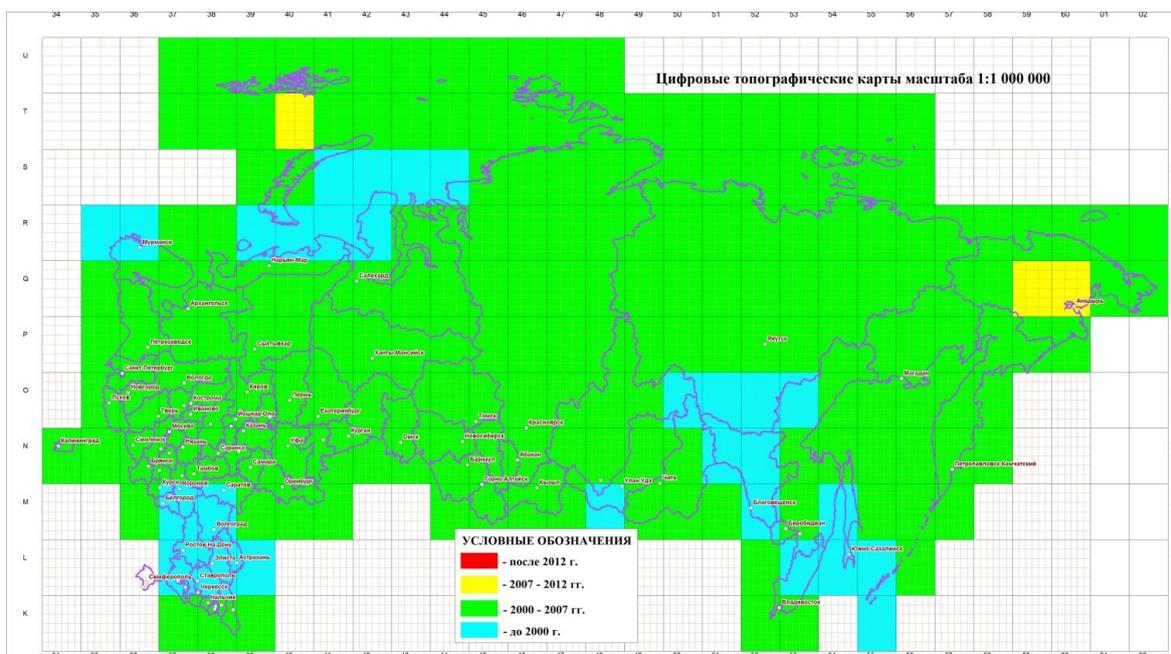


Рис. 11. Государственные топографические карты масштаба 1 : 1 000 000 в цифровом виде [19]

В настоящее время производственными аэрогеодезическими предприятиями, входящими в государственный холдинг АО «Роскартография», преобразовано в цифровую форму более 120 тыс. номенклатурных листов государственных топографических карт масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000 и 1 : 100 000. Их обновление в основном осуществляется в рамках ФЦП «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС». На картограммах (рис. 12–14), приведены сведения о государственных топографических картах масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000 и 1 : 100 000 в цифровом виде [19].

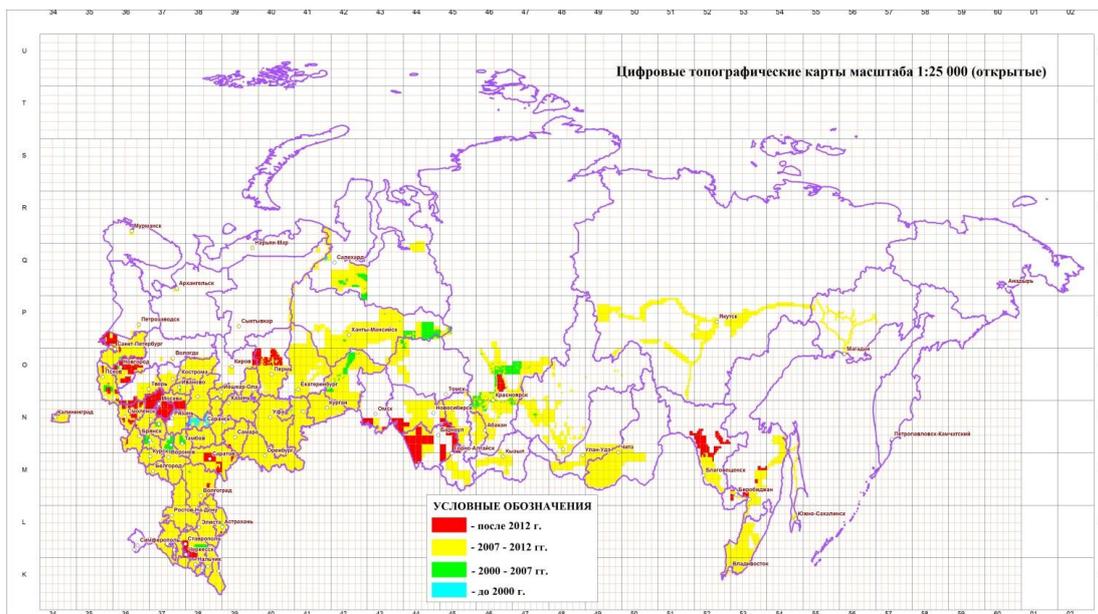


Рис. 12. Государственные топографические карты масштаба 1 : 25 000 в цифровом виде [19]

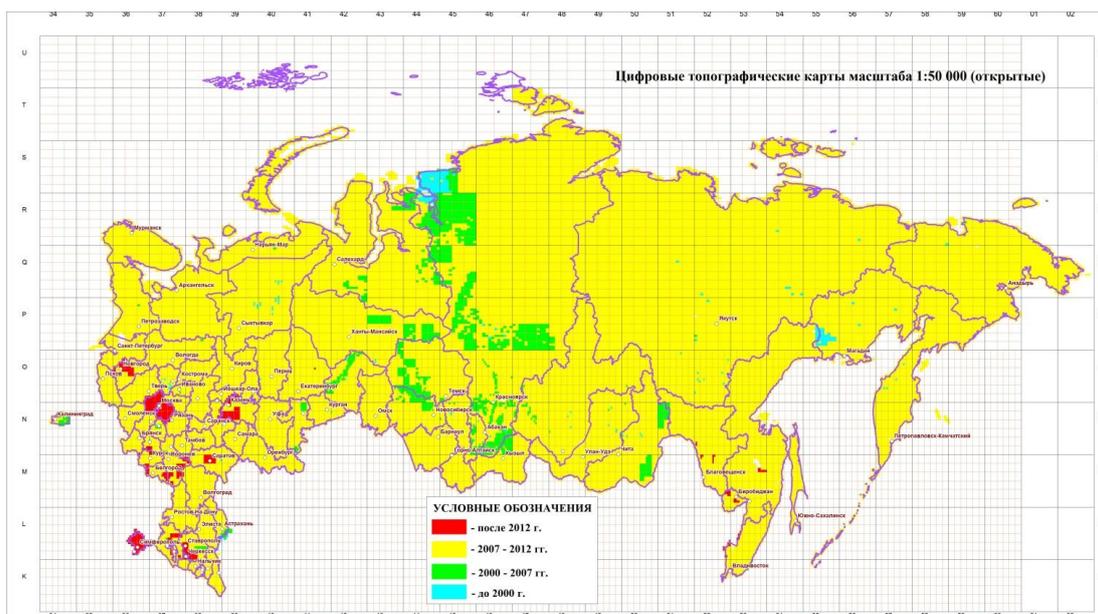


Рис. 13. Государственные топографические карты масштаба 1 : 50 000 в цифровом виде [19]

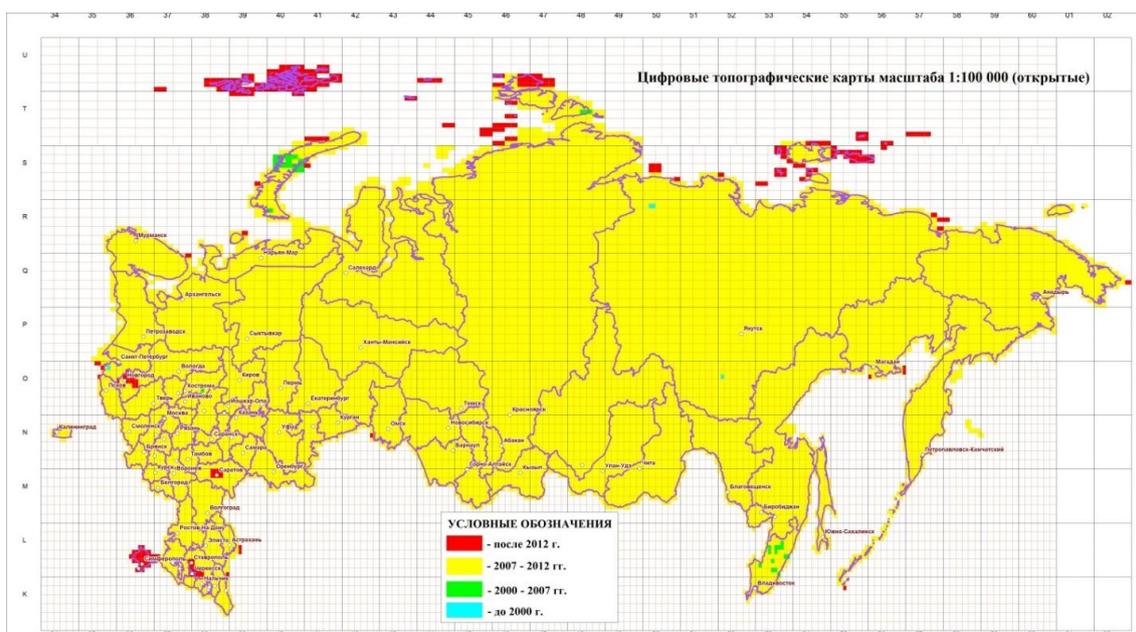


Рис. 14. Государственные топографические карты масштаба 1 : 100 000 в цифровом виде [19].

Уже на начальном этапе цифрового картографирования в Российской Федерации были отмечены значительные объемы геопространственных данных даже для мелких масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000. Предварительные оценки показали, что объем геопространственных данных на территорию Российской Федерации в 1995 г. может составить для масштаба 1 : 1 000 000 более 400 Мбайт, а для масштаба 1 : 200 000 – более 7 Гбайт [22].

Анализ структуры геопространственных данных [8–12] показал, что объем геопространственных данных государственных топографических карт для полного покрытия территории Российской Федерации в одной системе координат и в одном формате будет следующим (табл. 2).

Таблица 2

Масштабы	Количество НЛ	Объем, Гбайт
1 : 10 000	250 000	1 024
1 : 25 000	50 000	400
1 : 50 000	50 827	200
1 : 100 000	13 266	65
1 : 200 000	3 563	30
1 : 500 000	490	0,5
1 : 1 000 000	147	1
Планы населенных пунктов 1 : 2 000	180 000	1 024
Планы населенных пунктов 1 : 5 000	55 200	314
Планы населенных пунктов 1 : 10 000	1 420	36
Всего	367 803	3 047

При этом необходимо отметить, что государственные топографические карты в течение ряда лет создавались в системе координат СК-63, и на значительной территории дублируют карты в системах координат СК-42, СК-95. Соответственно государственные топографические карты в цифровом виде создавались в системах координат СК-42, СК-95, в различных форматах хранения, а в формате SXF в нескольких версиях информационного обеспечения. Так, например, при полном покрытии территории Российской Федерации в одной системе координат и в одном формате объем геопространственных данных государственных топографических карт масштаба 1 : 1 000 000 составит для 147 листов (в том числе сдвоенных и счетверенных) порядка 1 Гбайта данных. Фактически в Федеральном фонде пространственных данных (Федеральном картографо-геодезическом фонде) находится 989 листов государственных топографических карт масштаба 1 : 1 000 000 территории Российской Федерации в цифровом виде в одной системе координат СК-42, в 5 форматах хранения (DOC, F20, MIF/MID, DM, SXF) и общим объемом порядка 6 Гбайт [19].

Объем данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) превышает объемы геопространственных данных государственных топографических карт в 25–100 раз [8, 11, 12].

В 2013 г. поручением Президента Российской Федерации определено представить «предложения по проведению инвентаризации материалов, относящихся к государственному картографическому фонду Российской Федерации, их обновлению и преобразованию в электронный вид, а также финансированию проводимых в этих целях работ».

При разработке проекта Стратегии топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации на перспективу до 2030 г. [3, 23] в декабре 2014 г. для оценки объемов работ был выполнен расчет затрат на обновление государственных топографических карт и планов населенных пунктов Российской Федерации в соответствии с утвержденными в 2002 г. Нормами периодичности обновления государственных топографических карт и планов [24] и исходя из сложившегося уровня цен на конкурсах Росреестра. Расчет показал, что при существующих технологиях ежегодное финансирование необходимо было увеличить до 9,2 млрд руб., при этом большая часть затрат (75 %) приходится на наиболее востребованные масштабы 1 : 10 000 и 1 : 2 000.

Таблица 3

	Всего листов	Объем обновления в год	Сумма в год, млрд руб.	Сумма всего, млрд руб.
Топографические карты, всего	534 046	50 077	6,4	62,6
В том числе 1 : 10 000	262 820	31 311	4,8	40,7
Планы населенных пунктов, всего	226 200	26 795	2,8	23,7
В том числе 1 : 2 000	171 000	20 792	2,1	17,1
Всего	760 246	76 872	9,2	86,3

При разработке проекта Стратегии топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации на перспективу до 2030 г. [3, 23] в декабре 2014 г. для объективной оценки видов и объемов топографо-геодезических и картографических работ, услуг и продукции, используемых органами исполнительной власти при осуществлении своей деятельности, была запрошена информация о потребностях в геопространственных данных в соответствии с приложенной анкетой.

Информацию о потребностях в государственных топографических картах и планах для обеспечения своей деятельности представили 52 субъекта Российской Федерации и 22 федеральных органа исполнительной власти (ФОИВ).

Обобщенный анализ потребностей выявил следующее:

- топографические карты масштаба 1 : 10 000 необходимы 43 регионам и 17 ФОИВ, из них 31 региону и 9 ФОИВ необходимы топографические карты полного объектового содержания (включая сведения, составляющие государственную тайну);

- топографические карты масштаба 1 : 25 000 – 1 : 50 000 необходимы 39 регионам и 14 ФОИВ, из них 26 регионам и 9 ФОИВ необходимы топографические карты полного объектового содержания;

- топографические карты масштаба 1 : 100 000 – 1 : 200 000 необходимы 37 регионам и 15 ФОИВ;

- топографические карты масштаба 1 : 1 000 000 необходимы 19 регионам и 11 ФОИВ;

- единая картографическая основа необходима 44 регионам и 15 ФОИВ;

- топографические планы населенных пунктов масштабов 1 : 2 000 – 1 : 10 000 необходимы 47 регионам и 15 ФОИВ, в том числе 33 регионам необходимы также топографические планы масштаба 1 : 5 000.

Запрошенная периодичность обновления топографических карт варьируется от 1 до 5 лет для масштабов 1 : 10 000 – 1 : 25 000 и от 3 до 15 лет масштабов 1 : 50 000 – 1 : 1 000 000, топографических планов поселений от 1 до 3 лет, время доступа для получения картографических материалов от моментального (в режиме online) до 30 дней.

Материалы ДЗЗ (высокого и среднего разрешения) и производная продукция (ортофотопланы и др.) необходимы 40 регионам и 15 ФОИВ. Время доступа для получения материалов ДЗЗ от 1 до 30 дней с периодичностью съемки 0,5–5 лет.

Из анализа поступившей информации от субъектов Российской Федерации и ФОИВ можно сделать предварительный вывод, что 80 % регионов и ФОИВ необходимы государственные топографические карты масштаба 1 : 10 000 – 1 : 200 000, как в полном объектовом составе, так и не содержащие сведения, отнесенные к государственной тайне.

В 50 % регионов и ФОИВ, необходимы государственные топографические карты и планы не только в цифровом, но и в аналоговом виде (тиражные оттиски).

Постановлением Правительства Российской Федерации «Об установлении требований к периодичности обновления государственных топографических карт и государственных топографических планов, а также масштабов, в которых они создаются» [25] установлены следующие масштабы государственных топографических карт и государственных топографических планов:

– 1 : 2 000, 1 : 10 000 – в отношении территории населенных пунктов;

– 1 : 10 000, 1 : 25 000 – в отношении территории субъектов Российской Федерации, включенной в перечень субъектов Российской Федерации и отдельных районов субъектов Российской Федерации (в существующих границах), относящихся к территориям с высокой плотностью населения;

– 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 1 000 000 – в отношении всей территории Российской Федерации.

Из линейки масштабов государственных топографических карт и планов населенных пунктов по непонятным соображениям исчезли карты масштаба 1 : 500 000 и планы масштаба 1 : 5 000. Исключение из масштабного ряда двух масштабов, не самых затратных и не самых объемных, но хранящихся в Федеральном фонде пространственных данных и используемых потребителями геопространственных данных, в условиях отсутствия производственных технологий автоматической генерализации не приведет к значительной экономии средств и ресурсов, но создаст дополнительные трудности при реализации технологий мультимасштабных карт. Общий объем данных для масштаба 1 : 500 000 порядка 4 Гбайт, для масштаба 1 : 5 000 порядка 200 Гбайт, ежегодные затраты на их обновление из общей суммы затрат по Нормам периодичности обновления государственных топографических карт и планов 2002 г. [24] составляют 0,02 и 7,8 % соответственно.

С учетом требований постановления Правительства Российской Федерации «Об установлении требований к периодичности обновления государственных топографических карт и государственных топографических планов, а также масштабов, в которых они создаются» [25] объем геопространственных данных государственных топографических карт для полного покрытия территории Российской Федерации в одной системе координат и в одном формате должен быть следующим (табл. 4).

Таблица 4

Масштабы	Количество НЛ	Объем, Гбайт
1 : 10 000	250 000	1 000
1 : 25 000	50 000	400
1 : 50 000	50 827	200
1 : 100 000	13 266	65
1 : 200 000	3 563	30
1 : 1 000 000	147	1
Планы населенных пунктов 1 : 2 000	180 000	1 000
Планы населенных пунктов 1 : 10 000	1 420	36
Всего	367 803	2 732

Мониторинг территорий, на которых необходимо выполнить обновление государственных топографических карт, планов и единой электронной картографической основы

Правилами создания и обновления единой электронной картографической основы [6] определена необходимость мониторинга актуальности единой электронной картографической основы, по результатам которого определяются территории, в отношении которых необходимо осуществить обновление сведений картографической основы, но порядок и периодичность такого мониторинга не определены.

Требованиями к периодичности обновления государственных топографических карт [5] установлено, что обновление государственных топографических карт и государственных топографических планов осуществляется в следующих случаях:

– государственные топографические карты и государственные топографические планы не соответствуют требованиям, предъявляемым к государственным топографическим картам и государственным топографическим планам, в том числе к точности государственных топографических карт и государственных топографических планов, утверждаемым Министерством экономического развития Российской Федерации по согласованию с Министерством обороны Российской Федерации в соответствии с ч. 6 ст. 16 Федерального закона «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

– изменение (появление, исчезновение) объектов и элементов местности требуют обновления государственных топографических карт и государственных топографических планов;

– степень изменения местности, отображенной на государственных топографических картах и государственных топографических планах, превышает 20 % площади государственной топографической карты и государственного топографического плана;

– обновление государственной топографической карты и государственного топографического плана не осуществлялось 10 лет.

Одновременно с этим Требованиями к периодичности обновления государственных топографических карт [5] установлено, что периодичность обновления государственных топографических карт и государственных топографических планов определяется на основе оценки степени изменения местности по итогам анализа результатов аэросъемки, дистанционного зондирования Земли, информации, содержащейся в единой электронной картографической основе, Едином государственном реестре недвижимости и информационных системах обеспечения градостроительной деятельности, а также информации, содержащейся в государственных фондах пространственных данных.

Наиболее неопределенным показателем является «степень изменения местности», так как методика ее определения в нормативном акте [5] отсутствует. Методика определения «степени современности листов карты», приведенная

в Основных положениях по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000, 1 : 1 000 000 [26], и способ определения «степени устарелости карты», приведенный в Руководстве по картографическим и картоиздательским работам. Часть 1. Составление и подготовка к изданию топографических карт масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 [27], не могут применяться в качестве официальных, так как в соответствии со ст. 32 Федерального закона «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [4] положения нормативных актов органов государственной власти СССР, РСФСР и Российской Федерации, регулирующие отношения в сфере геодезии и картографии, действовали до 1 января 2018 г.

Определение степени изменения местности на основе результатов аэро съемки, дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и иной информации, подразумевает возможность и необходимость регулярного получения данных ДЗЗ на значительные территории с разрешающей способностью, близкой к детальности государственных топографических карт наиболее крупного масштаба, при этом периодичность аэрокосмической съемки должна быть не более 10 лет. Это приведет к необходимости получения, обработки, анализа и хранения больших объемов информации, значительно превышающих объем конечной продукции – государственных топографических карт, планов и единой электронной картографической основы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Топографо-геодезическое и картографическое обеспечение Российской Федерации. Состояние и перспективы развития отрасли геодезии и картографии / И. В. Васильев, А. В. Коробов, Г. Г. Побединский, А. Б. Приданкин // Геодезия и картография. – 2014. – № 12. – С. 2–11.
2. Васильев И. В., Коробов А. В., Побединский Г. Г. Стратегические направления топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации. // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 5–23.
3. Васильев И. В., Коробов А. В., Побединский Г. Г. О Стратегии топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации // Геодезия и картография. – 2015. – Спецвыпуск. – С. 4–11.
4. О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : федеральный закон от 30.12.2015 № 431-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Требования к периодичности обновления государственных топографических карт и государственных топографических планов [Электронный ресурс] : утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 12.11.2016 № 1174. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Правила создания и обновления единой электронной картографической основы [Электронный ресурс] : утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 03.11.2016 № 1131. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Требования к точности, форматам представления в электронной форме: специальных карт, за исключением специальных карт федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-

правовому регулированию в области обороны, и к используемым системам координат [Электронный ресурс] : утв. приказом Минэкономразвития России от 29.03.2017 № 143. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. Побединский Г. Г. Исследование структуры геопространственных данных // Международный научно-промышленный форум «Великие реки'2003». Генеральные доклады, тезисы докладов. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2003. – С. 408–410.

9. Побединский Г. Г. Проблемы создания картографических данных для наземной навигации // Геодезия и картография. – 2005. – № 6. – С. 25–29.

10. Побединский Г. Г. Граничные условия дискретности геопространственных данных // Труды конгресса «Великие реки'2012». Т. 1. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – С. 402–405.

11. Побединский Г. Г. Создание и обновление геопространственных данных Российской Федерации (начало) // Геодезия и картография. – 2014. – № 2. – С. 2–10.

12. Побединский Г. Г. Создание и обновление геопространственных данных Российской Федерации (продолжение) // Геодезия и картография. – 2014. – № 3. – С. 2–9.

13. Побединский Г. Г., Прусаков А. Н., Яблонский Л. И. Организация топографо-геодезического обеспечения зарубежных стран (начало). // Геодезия и картография. – 2015. – № 3. – С. 14–21.

14. Побединский Г. Г., Прусаков А. Н., Яблонский Л. И. Организация топографо-геодезического обеспечения зарубежных стран (продолжение). // Геодезия и картография. – 2015. – № 4. – с. 2 – 12.

15. Побединский Г. Г., Прусаков А. Н., Яблонский Л. И. Организация топографо-геодезического обеспечения зарубежных стран (окончание). // Геодезия и картография. – 2015. – № 5. – С. 2–7.

16. Еляков А. Д. Информационная перегрузка людей // Социологические исследования. – 2005. – № 5. – С. 114–121.

17. Рост объема информации – реалии цифровой вселенной // Технологии и средства связи. – 2013. – № 1. – С. 24.

18. Ленинский декрет в действии. 1919–1989. Альбом / председатель редколлегии В. Р. Яценко. – М. : ГУГК при СМ СССР, 1989. – 77 с.

19. Сводный отчет о результатах инвентаризации материалов и данных федерального картографо-геодезического фонда (ФКГФ) в 2013–2016 гг. / Бильдина Е. Е., Давлятов В. В., Егорчев Г. Н., Звягина Ю. А., Качалов А. А., Кипоть Р. В., Кузьмина Н. Ю., Литвинов Н. Ю., Побединский Г. Г., Поздняков И. А., Протопопова И. В., Рюмин Е. Г., Сидоров И. В., Углев А. И., Яблонский Л. И. – М. : ФГБУ «Федеральный научно-технический центр геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных», 2017. – 192 с. : ил. ISBN 978-5-903547-08-1.

20. Побединский Г. Г., Прусаков А. Н., Протопопова И. В. Государственные геопространственные данные Российской Федерации. Вопросы создания и использования // Международный научно-технический и производственный журнал «Науки о Земле». – 2017. – № 1. – С. 22–35.

21. Алябьев А. А., Обиденко В. И., Побединский Г. Г. Они создавали карту страны. Фотолетопись «Картографо-геодезической отрасли – 100 лет» // Геодезия и картография. – 2017. – Спецвыпуск. – С. 2–11.

22. Жданов Н. Д., Жалковский Е. А. Цифровое картографирование в Российской Федерации // Геодезия и картография. – 1995. – № 3. – С. 1–4.

23. Стратегия топографо-геодезического и картографического обеспечения Российской Федерации на перспективу до 2030 года (в ред. на 01.04.2015). Проект. – 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=PNPA&n=9111>.

24. Нормы периодичности обновления государственных топографических карт и планов [Электронный ресурс] : утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 16.08.2002 № 608. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

25. Об установлении требований к периодичности обновления государственных топографических карт и государственных топографических планов, а также масштабов, в которых они создаются» [Электронный ресурс] : постановление Правительства Российской Федерации от 12.11.2016 № 1174. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

26. Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000, 1 : 1 000 000 / утв. начальником Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР и начальником Военно-топографического управления Генерального штаба. – М. : РИО ВТС, 1984. – 51 с.

27. Руководство по картографическим и картоиздательским работам. Ч. 1. Составление и подготовка к изданию топографических карт масштабов 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 / утв. начальником Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР 12 апреля 1977 г. и начальником Военно-топографического управления Генерального штаба 31 мая 1977 г. – М. : РИО ВТС, 1978. – 76 с.

© Г. Г. Побединский, 2018

О СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЕННОЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ И РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Евгений Иванович Долгов

Научно-исследовательский центр топогеодезического и навигационного обеспечения 27-го ЦНИИ МО РФ, 107014, Россия, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, 6, доктор военных наук, главный научный сотрудник, e-mail: ei.dolgov@mail.ru

Сергей Владимирович Сергеев

Научно-исследовательский центр топогеодезического и навигационного обеспечения 27-го ЦНИИ МО РФ, 107014, Россия, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, 6, научный сотрудник

Антон Викторович Никонов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, e-mail: sibte@bk.ru

Статья посвящена истории многолетнего сотрудничества Русского географического общества (РГО) и представителей Корпуса военных топографов. Перечислены наиболее значимые исследовательские экспедиции, организованные РГО, в которых деятельное участие принимали военные топографы. Приведены фамилии военных топографов, награжденных медалями РГО за вклад в географическую науку, высококвалифицированное выполнение геодезических, съемочных и картографических работ.

Ключевые слова: Русское географическое общество, военный топограф, корпус военных топографов, географические экспедиции, маршрутные съемки, астрономические наблюдения.

ON THE JOINT ACTIVITY OF THE NATIONAL MILITARY TOPOGRAPHIC SERVICE AND THE RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

Yevgeny I. Dolgov

Research Center for Topographic and Navigation Support of the 27th Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 6, Rubtsovsko-Dvortsovaya St., Moscow, 107014, Russia, D. Sc., Chief Researcher, e-mail: ei.dolgov@mail.ru

Sergey V. Sergeev

Research Center for Topographic and Navigation Support of the 27th Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 6, Rubtsovsko-Dvortsovaya St., Moscow, 107014, Russia, Researcher

Anton V. Nikonov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Senior Lecturer, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, e-mail: sibte@bk.ru

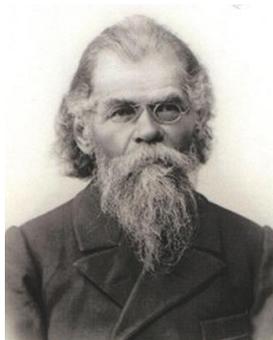
The article is devoted to the history of the long-term cooperation of the Russian Geographical Society (RGO) and the representatives of the Corps of Military Topographers. The most significant research expeditions organized by the RGO, in which military topographers took an active part, are listed. The names of military topographers awarded with RIG medals for their contribution to geographical science, highly qualified surveying, surveying and cartographic works are given.

Key words: Russian Geographical Society, military topographer, corps of military topographers, geographic expeditions, route surveys, astronomical observations.

История становления российской государственности неразрывно связана с совершенствованием географической изученности территории своей страны и ближайших соседей. Работа эта проводилась и в средние века, но исключительные успехи в области географических познаний были достигнуты в XVIII–XIX вв.

В частности, в 1739 г. при Петербургской академии наук образован Географический департамент, а с выходом манифеста императрицы Екатерины II о государственном генеральном размежевании земель в Российской Империи от 19 сентября 1765 г. организованы масштабные межевые работы во внутренних районах страны. С 1812 г. упрочена структура отечественной военной топографической службы, которая производила съемки в отдаленных присоединенных к России регионах на Кавказе, в Средней Азии и Сибири, а также обеспечивала войска топографическими картами в ходе военных кампаний. Наконец, в 1845 г. была организована деятельность Русского географического общества (РГО), которое стало центром по получению новых географических знаний и их систематизации.

К концу XIX в. совместными усилиями отечественные топографы и географы проделали огромный труд по исследованию и картографированию необъятных просторов нашей Родины и сопредельных государств. Изучены территории Европейской России, Средней и Центральной Азии, Кавказа, Ирана, Индии, Китая, полярных стран и других территорий. Проведены сложнейшие географические экспедиции под руководством путешественников Н. А. Северцова, И. В. Мушкетова, Н. М. Пржевальского, Г. Н. Потанина, Г. Е. и М. Е. Грум-Гржимайло, П. П. Семенова-Тян-Шанского, В. А. Обручева, П. К. Козлова, Б. Л. Громбчевского, М. В. Певцова, В. Н. Роборовского, Н. Н. Миклухо-Маклая, А. И. Воейкова, Л. С. Берга и многих других (рис. 1).



Г. Н. Потанин
(1835–1920)



П. П. Семенов-Тян-Шанский
(1827–1914)



Н. М. Пржевальский
(1839–1888)



М. В. Певцов
(1843–1902)

Рис. 1. Русские путешественники и исследователи

Самое деятельное участие в экспедиционной и общественной работе РГО принимали военные топографы. Офицеры и гражданские чины Корпуса военных топографов (КВТ), сформированного в 1822 г., нередко включались в географические и дипломатические экспедиции, производили маршрутные глазомерные и полуинструментальные съемки местности.

До официального образования РГО изучением отдаленных территорий в политических и военных целях занимались в основном дипломаты и военные, последние – преимущественно из числа офицеров Свиты Его Императорского Величества по квартирмейстерской части и Гвардейского Генерального штаба, позже – из чинов КВТ. В частности, в 1805–1806 гг. была осуществлена дипломатическая миссия в Пекин под руководством графа Ю. А. Головкина. В экспедиции принимали участие молодые офицеры квартирмейстерской части К. И. Теннер, Ф. Ф. Шуберт, Ф. Ф. Довре, А. П. Теслев и др. (рис. 2). Их деятельность позволила составить первые подробные карты юга Сибири и северной части Китая.



К. И. Теннер



Ф. Ф. Шуберт



Ф. Ф. Берг

Рис. 2. Выдающиеся деятели Корпуса военных топографов

В 1820 г. состоялась дипломатическая миссия в Бухару под руководством действительного статского советника А. Ф. Негри. В экспедиции участвовали офицеры квартирмейстерской части Г. К. Мейендорф, А. К. Тимофеев, В. Д. Вальховский. Выполнялись маршрутные съемки, астрономические наблюдения. По полученным материалам была составлена карта в масштабе 50 верст в дюйме на центральную часть Средней Азии.

В 1823 г. состоялась экспедиция для обозрения Малой Орды Киргизской степи под руководством полковника Ф. Ф. Берга (см. рис. 2). В ней участвовали офицеры квартирмейстерской части А. К. Тимофеев, Г. С. Карелин и др. По полученным материалам была издана «Карта степи Киргиз-Кайсаков Меньшей Орды».

Также в 1826–1845 гг. состоялись географические экспедиции в Среднюю Азию и в Сибирь. В их составе работали военнослужащие КВТ, которые производили маршрутные съемки и астрономические определения.

В последующем, после образования РГО в 1845 г., экспедиции стали носить более целенаправленный и плановый характер. По согласованию с Военным министерством в географические экспедиции продолжали включаться военные или гражданские чины КВТ. При составлении членами РГО А. Д. Озерским и П. П. Семеновым подробной записки об исследовании Восточной Сибири топографам и астрономам отводилась следующая роль: «Топографы должны производить съемку по направлению рек, дорог и хребтов гор, определяя отличительные высоты и замечательные долины, удобные к населению и земледелию... При съемках гидрографических и топографических замечать свойства поверхности земной, т.е. места луговые, болотистые, покрытые лесом, кустарником и проч. и связывать с пунктами, определенными астрономически, кроме того измерять относительные высоты гор, чтобы иметь выводы о возвышении почвы над уровнем моря... По части астрономической предполагалось произвести, по мере возможности, наибольшее число определений мест, избирая для того города, селения, отличительные горы, реки, особенно при слиянии их, и другие урочища; долготы главных точек в пределах самой Камчатки определять преимущественно наблюдениями закрытий звезд и лунных прохождений...» [1].

Экспедиция под руководством астронома Л. Э. Шварца проходила с 1854 по 1859 г. Участники Сибирской экспедиции столкнулись с различными трудностями и препятствиями, а топограф А. Я. Смирягин погиб. За пять лет определено 110 астрономических пунктов, сделано 20 тыс. верст маршрутной съемки, а также собрана масса географических, орографических и гидрографических данных на обширные Сибирские территории [2]. В 1864 г. на 7 листах вышла в свет прекрасная карта южной Сибири – речных областей Амура, южной части Лены и Енисея и острова Сахалина, в масштабе 40 верст в дюйме, составленная Л. Э. Шварцем. [2]. С 1859 по 1863 г. под руководством Ф. Б. Шмидта свои исследования в Амурском крае и на острове Сахалин проводил физический отдел Сибирской Экспедиции. В труды экспедиции, кроме сведений о флоре, геологическом строении местности и этнографической характеристике населения, вошел очерк топографических работ, составленный топографом – прапорщиком Г. В. Шебуниным [2]. Г. В. Шебунин 3 мая 1865 г. был награжден Географическим обществом серебряной медалью за составление карт [3].

Из работы В. Я. Струве под заглавием «Tables des positions géographiques en Russie», изданной в 1843 г., следовало, что за исключением четвертой части поверхности Европейской России, покрытой триангуляциями, произведенными в западных губерниях Главным Штабом, картография Европейской России основана была едва ли на 200 точках, частью даже весьма не точно определенных. Между тем как к 1870 г. (к 25-летию РГО) «вся обширная страна между 56° широты и южной границей Империи, и между западной ее границей и Волгою, покрыта сплошною сетью треугольников, местами простирающихся еще далеко

за означенные пределы, а для остальной части Европейской России имеем прочные основания картографии в точных определениях положения нескольких тысяч мест». Разумеется, не само Общество произвело эти колоссальные работы, но в его среде образовался план для них, оно служило сосредоточением для начальников различных государственных учреждений, занимавшихся этим предметом, и таким образом во многом содействовало направлению отдельных сил к общей цели [2].

В 1857 г. в среде РГО сформировалась идея издать карту Европейской России, которая бы по своему масштабу и техническому исполнению позволяла обозреть в одной общей картине все важнейшие географические элементы и условия, как всего государства, так и отдельных его частей. Совет Общества для создания такой карты обратился в Главный штаб, на что генерал-квартирмейстер, барон В. К. Ливен высказал готовность со стороны Главного штаба содействовать изданию карты России всеми материалами и техническими способами, находящимися в распоряжении Военно-Топографического Депо (ВТД). В дальнейшем было решено, чтобы работы по составлению карты были произведены ВТД по указаниям и под научным руководством Общества и на его средства. Для руководства работами была избрана Комиссия из членов Общества под председательством Директора ВТД генерал-лейтенанта И. Ф. Бларамберга. Было решено создать 12 листов карты в 40 верстном масштабе, покрывающих территорию между параллелями Демавенда и Нордкапа и ограниченная меридианами, проходящими через западную оконечность Польши и Звериноголовск. Работы по составлению карты активно велись с 1858 по 1860 г., активное участие в них приняли топографы КВТ – полковник С. С. Тютиков и капитан И. С. Шварев. Несмотря на некоторые упущения, изданная в 1863 г. карта была лучшею и можно сказать единственной в то время генеральной картой России и имела большой спрос [1].

К еще одним важным предприятиям РГО следует отнести Сибирскую нивелировку. Впервые вопрос о нивелировке от Екатеринбурга до Байкала, а по возможности и до Тихого океана был поставлен председателем Метеорологической Комиссии Общества Г. И. Вильдом в 1872 г. Данная нивелировка должна была дать сведения для метеорологической науки и геологии, а также послужить основанием для барометрических и топографических нивелировок, прокладываемых от главной линии к местам исследований. Практический интерес нивелировки состоял в выборе наиболее оптимального места прохождения железнодорожного пути через Сибирь [1].

Необходимость больших денежных вложений на экспедицию по нивелировке отсрочила начало работ. Только в 1874 г. было озвучено намерение приступить к нивелировке на те средства, которые имелись на тот момент в распоряжении Общества. Один из членов Комиссии по вопросу о Сибирской нивелировке полковник А. А. Тилло, по окончании Арало-Каспийской нивелировки, производящихся под его руководством, внес в 1875 г. предложение прокладывать ход в одном направлении швейцарским способом, работая инструментами механика Керна. После детального рассмотрения проект А. А. Тилло был одоб-

рен. Расстояние до Иркутска составляло 3 000 верст, поэтому производство работ было разделено на пять партий. Руководить первыми четырьмя партиями было поручено бывшему производителю Арало-Каспийской нивелировки Н. В. Мешкову, а производство работ на пятом участке возглавил бывший участник Нижне-Тунгусской и Оленекской экспедиций Ф. Ф. Миллер, который из-за раннего наступления зимы довел ход лишь до станции Кимильтеевской, что в 260 верстах не доходя до Иркутска. Из-за недостатка средств возобновить работы в 1876 г. не представилось возможным. Для завершения Сибирской нивелировки Общество обратилось к начальнику штаба Восточно-Сибирского военного округа генералу Н. Н. Мосолову, который оказал содействие в завершении начатого РГО дела [1].

Труд по окончанию нивелировки возглавил действительный член Общества полковник Корпуса военных топографов Л. А. Большев, а непосредственным производителем работ выступил класный военный топограф коллежский асессор А. М. Крамарев. Нивелирование 1877 г. было выполнено в двух направлениях и доведено до Байкала. Результаты работ Ф. Ф. Миллера и Л. А. Большева были доставлены в РГО уже к 1878 г., а разработка результатов Сибирской нивелировки Н. В. Мошковым затянулась и была окончена позднее, благодаря настойчивым усилиям А. А. Тилло [1].

Кроме собственно геодезических и картографических работ, проводимых военными топографами по инициативе и под руководством РГО, значимо их участие в различных исследовательских экспедициях. Перечень экспедиций РГО, в которых принимали участие военные топографы и геодезисты, включает десятки направлений. Их результаты подробно описаны в издаваемых в XIX–XX вв. Известиях Императорского Русского географического общества (1885–1916, более 50 томов) [4].

В качестве примеров можно привести следующие экспедиции:

- 1847–1850 гг. экспедиция на Северный Урал (Уральская экспедиция) под руководством горного инженера полковника Э. К. Гофмана. В экспедиции участвовали военные топографы прапорщики В. Г. Брагин, Д. Ф. Юрьев;
- 1853–1855 гг. Вилюйская экспедиция Сибирского отдела РГО под руководством натуралиста и географа Р. К. Маака. В экспедиции участвовал военный топограф прапорщик А. К. Зондгаген, выполнялись маршрутные съемки. Эта же экспедиция в 1855 г. исследовала течение реки Амур;
- 1865–1868 гг. Туркестанская экспедиция под руководством Н. А. Северцова. В экспедиции участвовал военный топограф подпоручик А. К. Вязовский;
- 1868–1870 гг. Чукотская экспедиция под руководством путешественника Э. В. Майделя. В экспедиции участвовал военный топограф унтер-офицер Н. Афанасьев, выполнял маршрутные съемки;
- 1873–1875 гг. Нижне-Тунгусская экспедиция под руководством А. Л. Чекановского. В экспедиции участвовал военный топограф коллежский регистратор Г. И. Нахвальных, выполнял топографические съемки;
- 1876–1877 гг. 1-я Монгольская экспедиция под руководством Г. Н. Потанина. В экспедиции участвовал военный топограф поручик П. А. Рафаилов;

- 1877–1878 гг. Фергано-Памирская экспедиция под руководством Н. А. Северцова. В экспедиции участвовали военные топографы губернский секретарь В. С. Руднев и титулярный советник А. И. Скасси. Выполнялись съемка и нивелировки;

- 1879–1883 гг. экспедиция для исследования старого русла реки Амударья под руководством А. И. Глуховского. В экспедиции участвовали военные топографы штабс-капитан Ф. П. Косанчич, титулярный советник И. П. Иванов, коллежский асессор Л. А. Мельдау;

- 1884–1886 гг. Ганьсуйская экспедиция под руководством Г. Н. Потанина. В экспедиции участвовал военный топограф надворный советник А. Н. Скасси, выполнял маршрутные съемки.

- 1885 г. экспедиция в Бухарские владения под руководством Г. Е. Грум-Гржимайло. В экспедиции участвовал военный топограф капитан Г. Е. Родионов;

- 1886 г. экспедиция для исследования ледников Хан-Тенгри под руководством горного инженера И. В. Игнатьева. В экспедиции участвовал военный топограф губернский секретарь А. А. Александров;

- 1905 г. Хатангская экспедиция под руководством геолога И. П. Толмачева. В экспедиции участвовал военный топограф капитан М. Я. Кожевников и ряд других экспедиций (рис. 3).

За участие в географических экспедициях и вклад в картографирование малоизученных территорий многие военные топографы были удостоены наград РГО.



Рис. 3. Военный топограф М. Я. Кожевников (в центре) в составе экспедиции РГО, 1906 г.

В частности, награждены высшим знаком отличия Общества – Большой Золотой (Константиновской) медалью [4]: подполковник Б. Ф. Лемм – «...за астрономические определения широт и долгот многих пунктов в России и в Азии», 1850 г.; генерал-лейтенант И. И. Ходзько – «...за труды на пользу географии Кавказа», 1868 г.; полковник И. И. Стебницкий за труд «Об отклонениях отвесных линий притяжением Кавказских гор», 1872 г.; полковник И. А. Стрельбицкий за труд «Исчисление поверхности Российской Империи», 1875 г.; полковник К. В. Шарнгорст – «...за астрономические труды по определению разности долгот по телеграфу на протяжении от Москвы до Владивостока», 1876 г.; генерал-майор М. Н. Лебедев за труд «Описание триангуляции в Болгарии, произведенной в 1877, 1878 и 1879 годах», 1888 г.

Также в XIX–XX вв. многие военные топографы были удостоены Малой Золотой медали РГО [4]: капитан А. Ф. Голубев, 1861 г.; полковник А. А. Тилло, 1872 г.; унтер-офицер Г. И. Нахвальных, 1873 г.; генерал-майор О. Э. Штубендорф, 1879 г.; титулярный советник Н. А. Бендерский, 1884 г.; полковник А. А. Большев, 1886 г.; генерал-майор Э. А. Коверский, 1891 г.; подполковник Д. Д. Сергиевский, 1905 г.; капитан М. Я. Кожевников, 1911 г. и др.

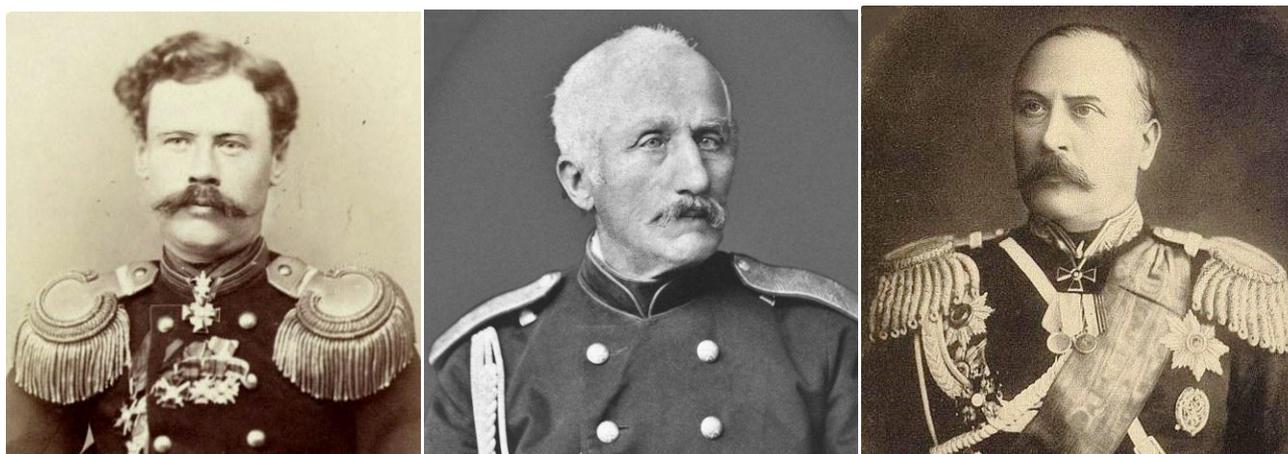
В РГО в XIX в. были учреждены еще ряд престижных наград для отличия наиболее выдающихся географов и путешественников. В частности, Золотая медаль имени графа Ф. П. Литке (рис. 4), которой, среди других исследователей, были отмечены военные топографы [4]: капитан П. П. Кульберг, 1876 г.; генерал-майор А. Г. Ернефельт, 1881 г.; полковник Н. Я. Цингер, 1884 г.; подполковник П. К. Залесский, 1894 г.; генерал-лейтенант В. В. Витковский, 1909 г. и др. Десятки военных топографов также были награждены Серебряной медалью РГО.



Рис. 4. Золотая медаль Русского географического общества им. Ф. П. Литке

Помимо участия в экспедиционных исследованиях, многие военные топографы занимали в РГО видные руководящие и общественно-значимые должности, занимаясь планированием географической деятельности и рассмотрением результатов географических открытий и экспедиций. Среди них [5]:

- Н. Д. Артамонов, начальник Корпуса военных топографов (1903–1911), генерал от инфантерии. Помощник председателя РГО;
- А. Р. Бонсдорф, начальник триангуляции Западного пограничного пространства (1904–1913), генерал от инфантерии. Член комиссии по градусным измерениям;
- В. В. Витковский, начальник кафедры геодезии и астрономии Николаевской академии Генерального штаба (1897–1918), генерал-лейтенант. Председатель отделения математической географии РГО;
- И. И. Померанцев, начальник Корпуса военных топографов (1911–1917), генерал от инфантерии. Член Совета РГО;
- И. И. Стебницкий, начальник Корпуса военных топографов (1885–1896), генерал от инфантерии. Помощник председателя РГО;
- А. А. Тилло, начальник Оренбургского Военно-топографического отдела (1868–1871), генерал-лейтенант. Помощник председателя РГО;
- И. И. Ходзько, начальник Кавказского Военно-топографического отдела (1854–1867), генерал-лейтенант. Помощник председателя Кавказского отдела РГО и др (рис. 5).



А. А. Тилло

И. И. Ходзько

И. И. Стебницкий

Рис. 5. Видные военные топографы, принимавшие активное участие в деятельности РГО

Сотрудничество военных топографов и РГО хорошо просматривается на примере Западно-Сибирского Отдела Общества, учрежденного в 1877 г. В силу сосредоточения в Омске крупных военных учреждений, в первые два десятка лет со дня основания Отдела, в его составе преобладали местные офицеры с военными топографами во главе. Например, начальник Омского военно-топографического отдела (ВТО) генерал-лейтенант Ю. А. Шмидт был членом Зап.-Сибирского Отдела РГО в течение почти 25 лет, а его председателем – с 1897 по 1900 г. [6].

В 1889 г. Ю. А. Шмидт был командирован Омским ВТО в южную часть Акмолинской области для производства астрономических работ. Как член-

сотрудник РГО Ю. А. Шмидт предложил членам Географического Отдела воспользоваться его служебной поездкой и командировать одного из членов Общества в качестве натуралиста, для исследования физической природы и собирания естественноисторических коллекций (таким спутником стал П.В. Степанов). В январе 1891 г. Ю. А. Шмидт сделал сообщение о результатах экспедиции, в ходе которой пришлось три раза переходить пустыню Бек-пак-дала (Голонная степь). Кроме общих сведений о пройденной местности была продемонстрирована карта с изображением гипсометрического профиля пути экспедиции, составленного по 140 определениям барометрических высот. Также было определено 19 астрономических пунктов, составлены таблицы метеорологических наблюдений [7].

Военные топографы содействовали и метеорологическим исследованиям региона. На заседании Западно-Сибирского Отдела Общества, состоявшегося 15 декабря 1884 г., полковник С.Т. Мирошниченко предложил передать в Омский ВТО «метеорологические инструменты, оставленные членом-секретарем И. Ф. Соколовым, для устройства при Отделе, под его наблюдением, метеорологической станции». Предложение было одобрено, и на станции стали производиться наблюдения за давлением, температурой, влажностью воздуха, облачностью, осадками и вскрытием рек [8].

В 1890–1893 гг. научных экспедиций на средства Отдела не было. Однако, в этот период были совершены служебные поездки чинов ВТО, из числа которых членами Географического Отдела состояли военные топографы: С. Т. Мирошниченко, Р. М. Закржевский, Н. К. Хондажевский и П. Д. Орлов [7].

Еще один начальник Омского ВТО генерал-майор Н. Д. Павлов был председателем Отдела в 1911–1917 гг., и в 1920–1921 гг. Ему пришлось в смутные годы спасти Отдел от разгрома, а его ценную библиотеку и богатый краевой музей от разделений и просто от расхищения [6]. После революции в состав РГО по прежнему входили представители военных топографов. В частности, по состоянию на 1 октября 1926 г. действительными членами Западно-Сибирского отдела РГО числились И. Н. Жукович – начальник Сибирского ВТО, Я. Я. Степпе – начальник отдела по изданию карт ВТО, а также В. Г. Болдырев (бывший генерал-лейтенант, выпускник военно-топографического училища 1895 г., член Сибирской плановой комиссии) [9].

В советское время связи географов и военных топографов были не такими тесными, как до 1917 г. Тем не менее, на хорошем рабочем уровне был организован взаимообмен картографической и географической информацией между Всесоюзным географическим обществом, Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР и Военно-топографической службой Красной (Советской) Армии. Технология создания географических карт обязательно включала использование актуальной топографической информации. Отслеживались и взаимные успехи в географических открытиях.

В частности, в 1947 г. Большой Золотой медалью имени П. П. Семенова Всесоюзное географическое общество наградило группу военных топографов, в тяжелейших высокогорных условиях определивших высоту пика Победы, са-

мой высокой точки Тянь-Шаня. Этой награды удостоились инженер-подполковник П. Н. Рапасов, старший лейтенант Н. Я. Гамалеев, старший техник-лейтенант А. Ф. Кокшаров (рис. 6).



Рис. 6. Офицеры Военно-топографической службы Советской Армии, удостоенные наград Всесоюзного географического общества

В 1954 г. за выдающиеся научные труды в области географических наук Всесоюзное географическое общество наградило премией им. С. И. Дежнева офицеров Военно-топографической службы Советской Армии инженер-подполковника Л. А. Богомолова и подполковника Г. В. Захарова (см. рис. 6) [10, 11].

В настоящее время профессиональные связи между географами и военными топографами продолжают укрепляться. Примером может служить продолжительная совместная историко-поисковая работа специалистов «Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии» и военных геодезистов Санкт-Петербургского высшего военно-топографического командного училища в 1990-х гг. (руководитель полковник Ю. Г. Соколов) по восстановлению геодезических пунктов, заложенных в XIX в. при создании так называемой «Русско-Скандинавской дуги» (современное название «Геодезическая дуга Струве» – ГДС). Сегодня восстановленный астрономо-геодезический пункт Струве на о. Гогланд является старейшим в России пунктом государственной плановой основы и единственным оставшимся в стране пунктом ГДС. В 2005 г. ЮНЕСКО признало ГДС памятником культуры Всемирного наследия [12–17].

Также с участием петербургских военных геодезистов и гидрографов, в рамках одобренного президиумом Русского географического общества проекта «Русская дуга меридиана: Россия – Беларусь», в 2000–2001 гг. на территории Республики Беларусь в ходе совместных поисковых работ были найдены подлинные центры ГДС 11-километрового Осовницкого базиса [12].

Важным совместным проектом РГО и Топографической службы ВС РФ стало присвоение в 2006 г. имени выдающегося военного геодезиста В. В. Витковского улице в Выборгском районе г. Санкт-Петербурга.

Особо плодотворно стали взаимодействовать географы и военные топографы с 2012 г., когда Министром обороны стал Сергей Кужугетович Шойгу, президент РГО. Был организован и проведен цикл мероприятий, посвященных 200-летию отечественной военно-топографической службы (2012 г.), проведена совместная научная конференция, подготовлены тематические исторические издания и документальные фильмы. В 2015 г., в год 70-летия Победы советского народа в Великой Отечественной войне, РГО, Топографической, Гидрографической и Метеорологической службами был подготовлен обстоятельный научно-популярный фильм «Географы – Великой Победе», показавший важность географических знаний на войне. Намечаются новые совместные проекты.

Более чем 170-летняя деятельность РГО многогранна и исключительно полезна для нашей страны. Детальное изучение и картографирование отдаленных территорий дает первоначальный посыл для их быстреего освоения, а уточнение границ с соседними странами способствует установлению добрососедских мирных отношений на долгие годы.

Все эти годы рядом с географами находились военные топографы и геодезисты. Они составляли маршрутные карты и планы городов, производили астрономические определения, доводили требуемые топогеодезические данные до войск и других государственных институтов.

Современный мир в географическом отношении уже в значительной степени изучен. Мы располагаем несравнимо более эффективными средствами получения информации о местности, чем наши уважаемые коллеги 100–150 лет назад. Но мы хотим знать больше. Мы хотим видеть поверхность Земли в реальном режиме времени, мы хотим очень точно знать фигуру и гравиметрические свойства своей планеты, мы хотим познать Мировой океан, мы хотим делать точные геомагнитные и климатические прогнозы, мы хотим всегда знать, в какой точке находимся и в каком направлении движемся.

Мы еще много чего хотим знать. Для этого необходимо развивать науки о Земле, прежде всего – географию, океанографию, геодезию и картографию. По-прежнему военным и гражданским географам и топографам следует работать сообща, в этом залог успеха. Примером нам служат наши уважаемые предшественники – географы и военные топографы прошлых веков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. История полувековой деятельности Императорского Русского географического общества 1845–1895 / сост. П. П. Семенов при содействии А. А. Достоевского. – СПб., 1896. – 1377 с.
2. Двадцатипятилетие Императорского русского географического общества. 13 января 1871 года. – СПб. : Тип. Майкова, 1872. – 260 с.
3. От Географического общества [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://xn--80aphn.xn--p1ai/ot-geograficheskogo-obschestva>.
4. Известия Императорского Русского географического общества. Т. I–LI (1885–1916). – СПб.
5. Долгов Е. И., Сергеев С. В. Военные топографы Русской Армии. – М. : ЗАО «СиДи-Пресс», 2001. – 592 с.

6. Семенов В. Ф. Очерк пятидесятилетней деятельности Западно-Сибирского Отдела Государственного Русского Географического общества. – Омск, 1927. – 145 с.
7. Юбилейный сборник Западно-Сибирского Отдела Императорского Русского Географического общества. – Омск : Тип. Окр. штаба, 1902. – 191 с.
8. Смагин Р. Ю. Военно-топографическая служба и Императорское Русское Географическое общество в Сибири в XIX веке // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск : СГГА, 2009. Т. 6. – С. 226–236.
9. Отчет о состоянии и деятельности Западно-Сибирского Отдела Государственного Русского Географического общества за 1925–1926 год. – Омск : Тип. Омсоюза, 1927. – 20 с. (ГАНУ, Ф. 217, оп. 1, д. 15).
10. Известия Всесоюзного географического общества. – Л. : АН СССР. Т. 78 (1946 г.), Т. 80 (1948 г.), Т. 86 (1954 г.).
11. Долгов Е. И., Сергеев С. В. Военные топографы Советской Армии. – М., 2015. – 627 с.
12. Богданов А. С., Капцюг В. Б. О деятельности Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии по сохранению памятников работ русских военных геодезистов // Сборник статей по итогам торжественного заседания, посвященного 200-летию российской военной топографической службы. – М. : МИИГАиК, 2012. – С. 43–50.
13. Капцюг В. Б. «Дуга Струве» – прошлое и настоящее // Геопрофи. – 2009. – № 1. – С. 63–67.
14. Глейзер В. И., Колпаков Е. И., Нирги М. Н. Геодезическая дуга Струве. Продолжение исследований Петербургу // Геопрофи. – 2016. – № 2. – С. 46–50.
15. Гусев Ю. С., Шевня М. С. Неизвестные страницы астрономо-геодезических измерений В.Я. Струве и К.И. Теннера // Геопрофи. – 2016. – № 4. – С. 50–53.
16. Богданов А. С. Геодезическая дуга Струве. От Таллинна к Санкт-Петербургу // Геопрофи. – 2016. – № 5. – С. 44–47.
17. Глушков В. В. Участие военных геодезистов в градусных измерениях // Геопрофи. – 2016. – № 5. – С. 48–53.

REFERENCES

1. Semenov P. P. (1896). Istorija poluvekovoj dejatel'nosti Imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshhestva 1845–1895 [The history of the half-century of the Imperial Russian Geographical Society 1845–1895]. Saint Petersburg [in Russian].
2. Dvadcatipjatiletie Imperatorskogo russkogo geograficheskogo obshhestva. 13 janvarja 1871 goda [The twenty-fifth anniversary of the Imperial Russian Geographical Society. January 13, 1871]. (1872). Saint Petersburg [in Russian].
3. From the Geographical Society. Retrieved from <http://xn--80aphn.xn--p1ai/ot-geograficheskogo-obschestva> [in Russian].
4. Izvestija Imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshhestva [Proceedings of the Imperial Russian Geographical Society]. (1885–1916). Saint Petersburg [in Russian].
5. Dolgov E. I., & Sergeev S. V. (2001). Voennye topografy Russkoj Armii [The Military topographers of the Russian Army] Moscow : ZAO «CDPress» [in Russian].
6. Semenov V. F. (1927). Oчерк pjatidesjatiletnej dejatel'nosti Zapadno-Sibirskogo Otdela Gosudarstvennogo Russkogo Geograficheskogo obshhestva [A sketch of the fifty-year activity of the West Siberian Department of the State Russian Geographical Society]. Omsk [in Russian].
7. Jubilejnyj sbornik Zapadno-Sibirskogo Otdela Imperatorskogo Russkogo Geograficheskogo obshhestva [Jubilee collection of the West Siberian Department of the Imperial Russian Geographical Society]. (1902). Omsk [in Russian].
8. Smagin R. Ju. (2009). Military topographic service and the Imperial Russian Geographical Society in Siberia in the XIX century. In Sbornik materialov Geo-Sibir'-2009: Social and

humanitarian processes of the Siberian region: T. 6. [Proceedings of GEO-Siberia-2009: International Scientific Conference: Vol. 6.] (pp. 226–236). Novosibirsk : SSGA [in Russian].

9. Otchet o sostojanii i dejatel'nosti Zapadno-Sibirskogo Otdela Gosudarstvennogo Russkogo Geograficheskogo obshhestva za 1925–1926 god [Report on the status and activities of the West Siberian Division of the State Russian Geographical Society for 1925–1926] (1927). Omsk [in Russian].

10. Izvestija Vsesojuznogo geograficheskogo obshhestva [Proceedings of the All-Union Geographical Society] (1946–1954). Leningrad [in Russian].

11. Dolgov E. I., & Sergeev S. V. (2015). Voennye topografy Sovetskoj Armii [Military topographers of the Soviet Army] Moscow [in Russian].

12. Bogdanov A. S., & Kapcjug V. B. (2012) On the activities of the St. Petersburg Society of Geodesy and Cartography for the preservation of monuments of works of Russian military surveyors [Proceedings of the results of the solemn meeting dedicated to the 200th anniversary of the Russian military topographic service] (pp. 43–50). Moscow : MIIGAiK [in Russian].

13. Kapcjug V. B. (2009) "The Struve Arc" – past and present. Geoprofi [Geoprofi], 1, 63–67 [in Russian].

14. Glejzer V. I., Kolpakov E. I., & Nirgi M. N. (2016) The geodesic arc of Struve. Continuation of research in St. Petersburg. Geoprofi [Geoprofi], 2, 46–50 [in Russian].

15. Gusev Ju. S., & Shevnja M. S. (2016) Unknown pages of astronomical and geodetic measurements V. Ya. Struve and K. I. Tanner. Geoprofi [Geoprofi], 4, 50–53 [in Russian].

16. Bogdanov A. S. (2016) The geodesic arc of Struve. From Tallinn to St. Petersburg. Geoprofi [Geoprofi], 5, 44–47 [in Russian].

17. Glushkov V. V. (2016) Participation of military surveyors in degree measurements Geoprofi [Geoprofi], 5, 48–53 [in Russian].

© *Е. И. Долгов, С. В. Сергеев, А. В. Никонов, 2018*

К 100-ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ КРАСНОЙ АРМИИ

Евгений Иванович Долгов

Научно-исследовательский центр топогеодезического и навигационного обеспечения 27-го ЦНИИ МО РФ, 107014, Россия, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, 6, доктор военных наук, главный научный сотрудник, e-mail: ei.dolgov@mail.ru

Сергей Владимирович Сергеев

Научно-исследовательский центр топогеодезического и навигационного обеспечения 27-го ЦНИИ МО РФ, 107014, Россия, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, 6, научный сотрудник

Антон Викторович Никонов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, e-mail: sibte@bk.ru

Статья посвящена 100-летию образования Корпуса военных топографов (Военно-топографической службы) Рабоче-Крестьянской Красной Армии. Рассмотрены основные виды работ, проведенных военными топографами в период с 1918 по 1923 г., а также приведены сведения о результатах, достигнутых Корпусом военных топографов в XIX – начале XX в. Отмечены фамилии военных топографов и геодезистов, внесших наибольший вклад в развитие Корпуса военных топографов, принимавших участие в событиях Первой мировой и Гражданской войн.

Ключевые слова: военный топограф, корпус военных топографов, военно-топографический отдел, топографическая съемка, топографическая служба, Гражданская война, РККА.

TO THE 100TH ANNIVERSARY OF CREATING THE TOPOGRAPHIC SERVICE OF THE RED ARMY

Yevgeny I. Dolgov

Research Center for Topographic and Navigation Support of the 27th Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 6, Rubtsovsko-Dvortsovaya St., Moscow, 107014, Russia, D. Sc., Chief Researcher, e-mail: ei.dolgov@mail.ru

Sergey V. Sergeev

Research Center for Topographic and Navigation Support of the 27th Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 6, Rubtsovsko-Dvortsovaya St., Moscow, 107014, Russia, Researcher

Anton V. Nikonov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Senior Lecturer, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, e-mail: sibte@bk.ru

The article is dedicated to the 100th anniversary of the formation of the Corps of Military Topographers (Military Topographic Service) of the Red Army. The main types of work carried out by military topographers during the period from 1918 to 1923 are considered, as well as information on

the results achieved by the Corps of military topographers in the 19th and early 20th centuries. The names of military topographers and surveyors, who made the greatest contribution to the development of the Corps of military topographers, who took part in the events of the first world and civil wars, were noted.

Key words: military topographer, corps of military topographers, military topographical department, topographic survey, topographic service, civil war, Red Army.

В 2018 г. исполняется 100 лет с даты образования Рабоче-Крестьянской Красной Армии (РККА). Следует ли помнить и отмечать эту дату? Полагаем, что следует. Заслуги Красной Армии неоспоримы. Именно Красная Армия в XX веке отразила очередную попытку Запада овладеть территорией и ресурсами нашей страны и разбила очень сильного в техническом и военно-политическом отношении агрессора – фашистскую Германию.

8 мая 2018 г. также исполняется 100 лет со дня образования в структуре РККА отечественной военной топографической службы – Корпуса военных топографов (КВТ) РККА, который был сформирован на базе КВТ русской армии, функционирующего в составе Военного ведомства России с начала XIX в. Обновленная структура отечественной военной топографической службы на этапе своего реформирования в 1918–1923 гг. переняла добротные профессиональные традиции своих предшественников.

Каковы же были исторические условия создания КВТ РККА? В период Первой мировой войны 1914–1918 гг. КВТ русской армии включал: Военно-топографический отдел Главного управления Генерального штаба (ВТО ГУ ГШ), в состав которого входили геодезическое отделение и картографическое заведение; пять окружных военно-топографических отделов: Кавказский, Туркестанский, Омский, Иркутский, Приамурский; одна триангуляция и четыре топографических съемки; Военно-топографическое училище. Начальником КВТ русской армии в период Первой мировой войны был генерал от инфантерии И. И. Померанцев (рис. 1), численность офицерского состава КВТ составляла порядка 700 человек.



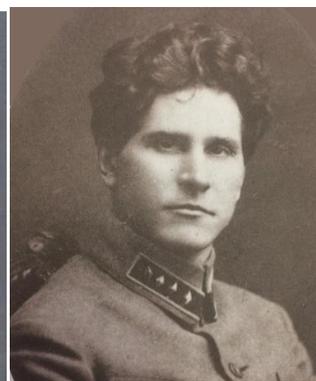
И. И. Померанцев
(1911–1917 гг.)



А. И. Аузан
(1917–1921 гг.)



О. Д. Дитц
(1921–1923 гг.)



А. И. Артанов
(1924–1930 гг.)

Рис. 1. Начальники Корпуса военных топографов русской армии и РККА

Следует подчеркнуть, что уровень организаторской и профессиональной подготовки офицерского (прежде всего руководящего) состава КВТ в то время был чрезвычайно высок. Большинство офицеров были блестяще образованы, имели солидный опыт производства астрономических, геодезических и топографических работ государственного значения. Корпусом выполнялся значительный объем астрономо-геодезических и картографических работ.

Основные усилия КВТ русской армии в период войны были обращены на обеспечение действующей армии топографическими картами. В предвоенное и военное время удалось составить и издать большой объем топографических и специальных военных карт, необходимых для стратегических целей планирования и ведения военных действий.

Издание топографических карт осуществлялось в картографическом заведении, которое являлось весьма мощной структурой Корпуса. Объемы издания топографических карт превышали 40 млн листов в год. С июня-августа 1916 г. в русской армии стали применяться аэрофоторазведка и наземная фотосъемка [1].

Офицеры-топографы в период войны проходили службу как в частях КВТ, так и войсковыми топографами в штабах фронтов, армий, корпусов. Также военные топографы назначались на строевые должности – командовали соединениями, частями и подразделениями. Умение работать с картой и хорошее знание военной топографии помогало им в боевой обстановке. Среди них: генерал-лейтенант В. Г. Болдырев, полковник А. И. Аузан, полковник О. Г. Дитц. На фронтах Первой мировой войны военные топографы командовали полками (генерал-майоры П. С. Шорин, Е. В. Илляшевич, полковник А. М. Бенаев), батальонами (подполковник А. М. Картыков, подпоручик С. Г. Сидоров), ротами (штабс-капитаны Г. Ф. Гапочко, Г. Ф. Линдииков, поручик И. М. Антонов, поручик А. Т. Акутин, поручик В. Ф. Дробышев, подпоручик В. К. Котлинский и др.) [2].

Многие из военных топографов отличились на полях сражений. Например, подпоручик Георгий Федорович Гапочко (выпускник Военно-топографического училища 1913 г., рис. 2) за боевые отличия в составе 30-го Сибирского стрелкового полка был произведен в поручики 29 июня 1915 г., а в штабс-капитаны – 19 июля того же года (через три недели!) и удостоен ордена Святого Георгия. Впоследствии генерал-майор Г. Ф. Гапочко возглавлял Геодезический факультет ВИА им. В. В. Куйбышева [3].

Подпоручик Владимир Карпович Котлинский (выпускник Военно-топографического училища 1914 г.) 24 июля 1915 г. со своей ротой совершил беспримерный подвиг, вошедший в историю Первой мировой войны, как «атака мертвецов». Сначала русские солдаты были подвергнуты со стороны немецких войск газовой атаке, а затем полузадохнувшиеся, с отчаянием и решимостью под руководством командира роты ринулись на превосходящего по численности врага, невзирая на плотный ружейный и пулеметный огонь. Неприятель численностью до батальона был деморализован и наголову разбит. Подпоручик В. К. Котлинский (рис. 2) в этом бою погиб. Посмертно награжден Георгиевским крестом.

Штабс-капитан С. Т. Акутин (выпускник Военно-топографического училища 1911 г., рис. 2) награжден шестью боевыми орденами. Поручик Ф. В. Дробышев (выпускник Военно-топографического училища 1914 г., видный впоследствии ученый в области фотограмметрии, доктор технических наук) доблестно воевал и в мае 1915 г. был тяжело ранен у дер. Травляны (Литва).



Г. Ф. Гапочко



В. К. Котлинский



С. Т. Акутин

Рис. 2. Военные топографы, отличившиеся в Первую мировую войну

Политические события 1917 г. наложили отпечаток на всю общественную жизнь в стране. Однако военные топографы как приступили в начале года к плановым работам, так и продолжали их по мере возможности. Структуры КВТ, как и вся российская армия, были подвергнуты реформированию. Начальником КВТ русской армии в апреле 1917 года назначен генерал-майор А. И. Аузан (см. рис. 1).

В этот период личный состав офицерского корпуса России начал распадаться на тех, кто поддержал новую советскую власть, и на тех, кто отнесся к ней оппозиционно и либо уехал из страны, либо с оружием в руках встал в ряды белого движения. Не стали исключением и чины КВТ. Однако, в связи с тем, что самые крупные структуры КВТ (ВТО ГУ ГШ, картографическое заведение, механическая мастерская, склады карт, управление триангуляции Западного пограничного пространства и пр.) были расположены в столице (г. Петроград), значительная часть военных топографов никуда не уехала, а оставалась при своих подразделениях, ожидая общественно-политической стабильности и надеясь, что в любом случае их навыки и умения пригодятся.

Несмотря на относительную малочисленность Корпуса, с 1812 по 1917 г. военные топографы выполнили громадный объем астрономо-геодезических и топографических работ: определено геодезических пунктов свыше 63 тыс.; астрономических пунктов – 3 900; проложено высокоточных и точных нивелирных ходов – 46 тыс. км; выполнены инструментальные топографические съемки на геодезической основе в различном масштабе на площади свыше

7 млн кв. км; выполнены полуинструментальные и глазомерные съемки на площади более полумиллиона кв. км [4], с помощью маятников Штернека и вариометра Этвеша соответственно были выполнены наблюдения силы тяжести и ее составляющих – всего около 300 наблюдений [5]. По состоянию на 1917 г. подсчитано, что более поздние и точные съемки покрывали около 1/6 части Европейской России, около 1/2 Кавказа и не более 1/12 Сибири и Туркестана, что составляет более 3 млн кв. км, т. е. 12–15 % территории [6]. Такими впечатляющими результатами на этот период не могла похвастать ни одна страна мира.

Следует заметить, что в период Первой мировой, а затем и Гражданской войны выполнялись геодезические работы, имеющие большое научно-практическое значение. Так, с 1910 по 1916 г. выполнялись обширные работы по продолжению первоклассных триангуляций в Европейской России, а именно по созданию тригонометрической сети по меридианальному ряду Пулково-Николаев и ее связи с дугою меридиана Струве – Теннера. К 1916 г. измерения горизонтальных углов и зенитных расстояний были произведены на всех пунктах ряда Пулково – Николаев (70 треугольников), а также на всех пунктах четырех северных рядов по параллелям, за исключением точек ряда по $52\frac{1}{2}$ параллели (Парохонск, Дубой и Озерницы). Наблюдения на указанных трех пунктах летом 1915 г. уже были начаты, но их пришлось прервать из-за форсированного наступления немцев и отхода наших армий. В том же 1915 г. были выполнены измерения Гомельского базиса длиной порядка 18 км – четвертого по счету в ряде Пулково – Николаев. На всех пунктах, считая по меридиану и параллелям, было построено 151 сигнал и 2 пирамиды. Окончательная обработка двух северных полигонов закончена уже во время революции, а третьего полигона выполнена лишь частично из-за разрыва в цепи треугольников по $52\frac{1}{2}$ параллели. Общее руководство обработки измерений осуществлял Начальник КВТ И. И. Померанцев, ближайшим руководителем вычислений был военный геодезист И. С. Свищев [7]. В 1919 г., после двухлетнего перерыва работы по созданию первоклассной триангуляции возобновлены вдоль меридиана Москва – Курск [8].

С первых дней строительства РККА Корпус военных топографов рассматривался, как важный и необходимый элемент военной организации нового советского государства. Военным топографам ставились задачи по топографическому обеспечению войск (сил). А. И. Аузан, сняв генеральские погоны, продолжал руководить Корпусом.

В мае 1918 г. был утвержден штат КВТ РККА. Новым штатом были предусмотрены топографические отделы военных округов, каждый с комплектом геодезических и топографических частей.

Реорганизованный КВТ РККА получил от старого Корпуса подготовленный личный состав, значительную часть инструментов и технического имущества, механическую мастерскую, картографическое заведение, архивы материалов и большую специально-техническую библиотеку. Это дало возможность сократить организационный период и в короткие сроки приступить к съемкам,

составлению и изданию карт для обеспечения ими боевых действий войск РККА на фронтах Гражданской войны.

Летом 1918 г. военными геодезистами П. П. Аксеновым и Э. П. Лайминым выполнялись астрономические определения пунктов в Новгородской и Тверской губерниях, которые должны были послужить опорой топографических съемок. Съемки производились в полосе оборонительной линии против предполагаемого наступления немцев. Полное отсутствие продовольствия у местного населения, ограниченность в средствах и числе рабочих ставили производителей работ в затруднительное положение. Следует отметить еще одно обстоятельство, тормозящее проведение работ – враждебное отношение населения и открытое противодействие с их стороны, что вызвано полным непониманием крестьянством целей работ, недоверием к чужим людям и даже подозрения в шпионстве в пользу немцев или учете земли и посевов с целью отобрания осенью собранного хлеба. Подробные разъяснения о назначении работ, как правило, успокаивали крестьян, которые в большом количестве собирались в момент выполнения астрономических наблюдений. Лишь в одном случае крестьяне, несмотря на уговоры и предъявленные документы, не позволили выполнять измерения и вынесли примечательное постановление: «...заслушав отношение Начальника 3-го отделения 5-й Военно-Топографической съемки за № 57 о разрешении производства топографических работ в волости, постановили: ходатайство это оставить неудовлетворенным, в виду являющегося сомнения, в непредставлении полных документов производителями работ, а главное – ввиду сомнения в том, что работы эти производятся в такое смутное время, т. е. в совершенную разруху; последнее обстоятельство более всего является для нас, граждан волости, недоумевающим и даже загадочным» [7].

В 1918 г., в разгар разрухи и Гражданской войны, под руководством академика П. П. Лазарева были начаты исследования Курской Магнитной Аномалии. С 1920 г. к исследованиям были привлечены военные топографы, которые выполнили съемку местности в верстовом масштабе на площади 1970 кв. верст, принимали участие в гравитационных измерениях. С 1923 г. начата первоклассная триангуляция вдоль осевой линии аномалии, а также выполнены астрономические наблюдения для определения отклонений отвесных линий. Работы были закончены в 1925 г., длина триангуляционного ряда составила почти 250 км. Таким образом, Военно-топографическое управление приняло заметное участие в научной работе мирового значения [9].

Основные усилия полевых частей были направлены на обновление топографических карт в интересах Восточного фронта. Работы выполнялись в краткие сроки, при этом возможности КВТ РККА по изданию подготовленных карт оказались весьма ограничены. В целях усиления картопечатной базы в декабре 1918 г. на основе бывшего картографического заведения и национализированной типолитографии в Москве была создана часть по изданию топографических карт (позже она получила наименование «Военно-картографическая фабрика им. Дунаева»). Первым начальником части назначен военный топограф В. Н. Адрианов, видный военный топограф, изобретатель светящегося компаса

и артиллерийского прицела, разработчик условных знаков для топографических карт, один из авторов герба СССР [2]. Организация картографического производства дала возможность значительно ускорить и расширить издание карт для обеспечения войск.

В годы Гражданской войны в объединениях и соединениях РККА топографические отделения входили в состав оперативных управлений штабов фронтов. Начальник топографического отделения вводился в курс дела по всем боевым операциям, на его ответственности лежало нанесение на карты изменений фронта, а также изготовление и доведение до частей армии топографических карт [10]. Начальниками топографических отделений были в основном «военспецы» – военные топографы бывшего КВТ русской армии, среди них: П. М. Аникеев, М. Ф. Богданов, Н. Д. Большев, Г. И. Бровкин, С. Ф. Ганныткевич, П. С. Георгиевский, В. А. Гинтовт, Н. М. Жебровский, М. Я. Зуев, Л. Н. Исаев, И. А. Качанов, А. А. Лошкейт, Н. Д. Морайти, Г. К. Рар, Н. К. Штирнбах и др. [2].

Топографическое обеспечение войск было организовано и в войсковых объединениях белогвардейского движения. Белогвардейские армии, не имевшие в своем тылу производительных сил и необходимых средств для издания карт, были не в полной мере обеспечены топографическими картами и планами городов. Возможно, этот фактор стал одной из причин их поражения в войне. Основными центрами белого сопротивления являлись юг России и Западная Сибирь.

На юге России в Добровольческой армии генерала А. И. Деникина была сформирована военно-картографическая часть с задачами: рекогносцировочные работы, составление и исправление карт, издание отдельных листов топографических карт, снабжение войск картами. Начальниками военно-топографической части Вооруженных сил юга России последовательно служили: полковник Н. Н. Крестинский, генерал-майор И. С. Свищев (бывший начальник Военно-топографического училища), полковник А. Г. Курочкин. В начале 1920 г. Красная Армия нанесла крупные поражения Вооруженным силам юга России. 15 ноября 1920 г. в г. Севастополе военно-топографическая часть в полном составе была захвачена частями 51-й стрелковой дивизии Красной Армии.



Рис. 3. Н. Д. Павлов –
Начальник Омского Военно-
топографического отдела

Также мощный центр белогвардейского движения располагался на востоке страны, с центром в г. Омске. Здесь размах деятельности военных топографов был шире. С июня 1918 г. в г. Омске функционировал Военно-топографический отдел под руководством генерал-майора Н. Д. Павлова (рис. 3), в состав которого входили две военно-топографические съемки и Военно-топографическое училище. Руководящий состав войсковой топографиче-

ской службы включал офицеров-топографов: полковников М. И. Арутюнова, В. Д. Попова, подполковника А. Н. Иванина, капитанов П. В. Жукова, В. Н. Иевлева и др.

Н. Д. Павлов и прежде, с декабря 1908 г. по 1918 г., возглавлял военно-топографический отдел Омского военного округа [2]. После октябрьских событий 1917 г. перешел на службу к большевикам, сохраняя руководство отделом. В ноябре 1917 г. Военно-топографическое управление Генерального штаба из Петрограда отправило в Омск уникальные приборы для точных геодезических и астрономических работ и национальное богатство страны – 3 тыс. медных досок с гравюрами топографических карт, а в марте 1918 г. в Омск прибыли высококвалифицированные специалисты КВТ – картографы, литографы, чертежники [11]. С момента захвата г. Омска белыми в июне 1918 г. генерал-майор Н. Д. Павлов остался начальником ВТО, хотя некоторое время и был под подозрением в лояльности советской власти. В ходе дознания выяснилось, что он «вступил в сношения с советской властью, но только лишь с целью сохранения топографического отдела целым, невредимым и работоспособным». С октября 1918 г. Н. Д. Павлову присвоено звание Начальника КВТ Сибири, в его подчинении находилось более 170 человек [1].

14 ноября 1919 г. частями Красной Армии был взят г. Омск. Большинство военных топографов отдела во главе с генералом Н. Д. Павловым пытались с документами и топографической техникой эвакуироваться в направлении г. Иркутска, но в пути, под Новониколаевском, были перехвачены частями Красной Армии и возвращены в г. Омск [1].

В январе 1920 г. ВТО был восстановлен, его начальником вновь был назначен все тот же Никифор Демьянович Павлов, который затем служил на этой должности до 1923 г. [2]. С этого времени эффективность снабжения Красной Армии в топографическом отношении заметно повысилась, отдел сразу же приступил к выполнению заданий штаба 5-й армии, в связи с чем отмечалось: «... работа шла хорошо, никакого саботажа и лени не замечалось» [1].

Производственные результаты деятельности КВТ РККА в первые годы существования впечатляют. Общий объем топографических съемок, произведенных КВТ Красной армии с 1918 по 1923 г. составил более 200 тыс. кв. км, проведена рекогносцировка рядов первоклассной триангуляции общей протяженностью 1 200 км, построено 54 тригонометрических знака, наблюдения произведены на 26 знаках. За указанный период определено 301 пункт второклассной триангуляции в Европейской России и 49 в Сибири и Туркестане. Нивелировкой точной и «высокой точности» пройдено более 2 500 км. По картографическому направлению – составлено и издано 150 листов 2-верстной карты Западного пограничного пространства, 208 листов 3-верстки Европейской России, составлено в общей сложности 33 листа миллионной карты, а также изданы карты административного деления мелкого масштаба [8].

С начала 1920-х гг. Корпусом военных топографов стали применяться и исследоваться передовые методы производства работ. Так, с 1920 г. получили развитие астрорадиотелеграфные определения, позволившие при определении

разности долгот двух пунктов достигнуть точности в линейной мере 2–3 м, что считалось вполне удовлетворительным для целей развития первоклассных триангуляций [12]. В течение трех лет (1920–22 гг.) на Крайнем Севере Европейской России новым способом было определено 56 пунктов [8].

Летом 1918 г. в Москве было сформировано фототопографическое отделение, в том же году проведены первые аэросъемки. В 1919 г. в силу боевой обстановки из 182 командировочных дней 124 отделение провело в вагонах. Лишь летом 1920 г. удастся приступить вплотную к опытным съемочным работам, в результате которых было покрыто съемкой 860 кв. верст. В конце 1920 г. отделение и 28-й авиаотряд сводятся в 1-й аэрофототопографический отряд Геодезического отдела [1]. В 1921 г. в Курской губернии отрядом были продолжены опытные съемки. Трудности первых аэросъемочных работ были связаны с применением малопригодных и ветхих самолетов (рис. 4), терпевших порой крушения; фотоаппаратов устарелой системы с изношенными механизмами; пленок низкого качества из старых запасов, а также в связи с отсутствием опыта выполнения подобных работ [13].



Рис. 4. У самолета Ньюпор (тип X) на аэродроме у 486 версты. 1920 г. [14]

К наиболее продуктивным работникам отряда в полевом сезоне 1921 г. следует отнести красноенлета Г. П. Постромкина (более 60 полетных часов), а среди наблюдателей – военного топографа-аэрофотограмметриста Ф. Е. Горячего (36 полетных часов) и воентопа М. К. Рантмана (более 16 часов) (рис 5). В ходе работ было заснято полезной площади 1321,25 кв. верст, однако по независящим от Отряда причинам 55 % снимков оказались непригодными [13]. Несмотря на скромные результаты аэрофотосъемочных работ в 1921 г. именно

с них начиналось изучение и совершенствование эффективного и мощного метода ведения съемки. Всего с 1918 по 1923 г. аэросъемкой покрыто 3 200 кв. верст, а фототеодолитом снято 240 кв. верст [8].



Г. П. Постромкин



Ф. Е. Горячий



М. К. Рантман

Рис. 5. Военнослужащие 1-го аэрофототопографического отряда

С 1 сентября 1921 г. КВТ РККА перешел на новый штат. Вместе со штатами было утверждено и Положение о КВТ РККА. «Триангуляции» и «топографические съемки» были переименованы в «отряды». Начальником КВТ с 1921 по 1923 г. проходил службу военный геодезист Дитц Отто Германович, а с января 1923 г. военнослужащий Тарановский Александр Дмитриевич, оба бывшие полковники КВТ русской армии [1].

С окончанием Гражданской войны был осуществлен перевод Вооруженных Сил на мирное положение и проведена военная реформа. 5 декабря 1923 г. приказом Реввоенсовета СССР введены новые штаты военно-топографических отделов, частей и отрядов РККА, которыми предусматривалось сокращение численности и изменение структуры Службы. Наименование «Корпус военных топографов» было упразднено.

Вместо управления КВТ был учрежден Военно-топографический отдел (ВТО) штаба РККА. Штатом устанавливались центральные и окружные части. К центральным частям относились: ВТО со школой чертежников и граверов-художников, военно-геодезический отряд, два военно-тригонометрических отряда, военно-астрономо-радиотелеграфный отряд, военно-аэрофототопографический отряд, десять военно-топографических отрядов, Центральный склад при ВТО Штаба РККА. К окружным частям были отнесены: Северный, Южный, Туркестанский и Сибирский военно-топографические отделы, Тифлисская и Иркутская военно-топографические части. Наименование «Военно-топографическая служба» в штате 1923 г. и в служебных документах последующих лет не значилось. Официальное распространение оно получило после 1929 г.

В 1924 г. начальником военных топографов РККА назначен А. И. Артанов (см. рис. 1).

Таковы исторические предпосылки, хронология и основные результаты деятельности Корпуса военных топографов Рабоче-Крестьянской Красной Армии в 1918–1923 гг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долгов Е. И., Сергеев С. В. История частей топографической службы. – М. : Аксиом, 2012. – 642 с.
2. Долгов Е. И., Сергеев С. В. Военные топографы Русской Армии. – М. : ЗАО «Сиди-Пресс», 2001. – 592 с.
3. Долгов Е. И., Сергеев С. В. Военные топографы Красной Армии. – М. : РИЦ МО РФ, 2005. – 656 с.
4. Кудрявцев М. К. О военно-топографической службе и топогеодезическом обеспечении войск. – М. : РИО ВТС, 1980. – 250 с.
5. Краткий доклад о работах Корпуса Военных Топографов представленный в межведомственную комиссию по объединению съемочных работ, образованную при Российской Академии Наук в 1917 году / под ред. А. И. Аузана. – М., 1919. – 32 с.
6. Алексеев Я. И. Два или пять процентов? // Геодезист. – 1925. – № 2. – С. 1–4.
7. Записки Военно-топографического управления Штаба Рабоче-Крестьянской Красной Армии. Под ред. Н. О. Щеткина. Т. LXXIII, ч. II. – М., 1924.
8. Алексеев Я. И. Краткий очерк деятельности Корпуса Военных Топографов за все время его существования (с 1822 по 1923 г.). – М., 1928. – 20 с.
9. Алексеев Я. И. Участие Военно-Топографического Управления в работах по исследованию Курской Магнитной Аномалии // Геодезист. – 1925. – № 4–5. – С. 45–48.
10. Картограф. Штабная служба военного топографа в минувшую гражданскую войну в Сибири // Геодезист. – 1925. – № 6–7. – С. 58–61.
11. Гефнер О. В. У истоков Сибирской геодезической науки: Никифор Демьянович Павлов (1867–1929) // Вестн. Ом. ун-та. – 2014. – № 2. С 203–206.
12. Виноградов В. И. Определение астрономических пунктов с помощью радиотелеграфа // Геодезист. – 1925. – № 4–5. – С. 18–26.
13. Отчет о работах 1-го аэро-фото-топографического отряда Геодезического отдела Корпуса военных топографов за 1921 год. – М. : Тип.-лит. Моск. картоизд. отд., 1922. – 26 с.
14. Фотоальбом военного топографа Феодосия Ефимовича Горячего [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.photo-war.com/ru/archives/album1512.htm>.

REFERENCES

1. Dolgov E. I., & Sergeev S. V. (2012). Istoriya chastey topograficheskoy sluzhby [The history of parts of the topographic service]. Moscow : Aksiom [in Russian].
2. Dolgov E. I., & Sergeev S. V. (2001). Voennye topografy Russkoj Armii [The Military topographers of the Russian Army]. Moscow: ZAO «CDPress» [in Russian].
3. Dolgov E. I., & Sergeev S. V. (2005). Voennye topografy Krasnoy Armii [The Military topographers of the Red Army]. Moscow: RITs Ministry of Defence [in Russian].
4. Kudrjavcev M. K. (1980). O voenno-topograficheskoy sluzhbe i topogeodezicheskom obespechenii vojsk [About military service and the topographic survey support troops]. Moscow: RIO VTS [in Russian].
5. Auzan A. I. (1919). Kratkij doklad o rabotah Korpusa Voennyh Topografov predstavlenyj v mezhdvedomstvennuju komissiju po ob#edineniju s#emochnyh работ, obrazovannuju pri Rossijskoj Akademii Nauk v 1917 godu [A brief report on the work of the Corps of Military

Topographers, presented to the Interdepartmental Commission for the Combining of Survey Work, formed at the Russian Academy of Sciences in 1917]. Moscow [in Russian].

6. Alekseev Ja. I (1925). Two or five percent? Geodezist [Geodesist], 2, 1–4 [in Russian].

7. Shhetkin N. O. (1924). Zapiski Voенно-topograficheskogo upravlenija Shtaba Raboche-Krest'janskoj Krasnoj Armii [Notes of the Military Topographic Administration of the Staff of the Red Army]. Moscow [in Russian].

8. Alekseev Ja. I (1928) Kratkij oчерk dejatel'nosti Korpusa Voennyh Topografov za vse vremja ego sushhestvovanija s 1822 po 1923 g [A brief outline of the activities of the Corps of Military Topographers during its entire existence (with 1822 by 1923 year)]. Moscow [in Russian].

9. Alekseev Ja. I (1925). Participation of the Military-Topographic Directorate in studies on the Kursk Magnetic Anomaly. Geodezist [Geodesist], 4–5, 45–48 [in Russian].

10. Kartograf (1925). Staff service of a military topographer during the last civil war in Siberia Geodezist [Geodesist], 6–7, 58–61 [in Russian].

11. Gefner O. V (2014). At the origins of Siberian geodesic science: Nikifor Demjanovich Pavlov (1867-1929) Vestnik Omskogo universiteta [Bulletin Omsk's University] 2, 203–206 [in Russian].

12. Vinogradov V. I. (1925). Determination of astronomical points using wireless telegraph Geodezist [Geodesist], 4–5, 18–26 [in Russian].

13. Otchet o rabotah 1-go ajero-foto-topograficheskogo otrjada Geodezicheskogo otdela Korpusa voennyh topografov za 1921 god [Report on the work of the 1st aerial photo-topographic detachment of the Geodesic Department of the Corps of Military Topographers for 1921]. (1922) Moscow [in Russian].

14. Photo album of the military topographer Feodosiy Efimovich Goryachiy Retrieved from <http://www.photo-war.com/ru/archives/album1512.htm> [in Russian].

© *Е. И. Долгов, С. В. Сергеев, А. В. Никонов, 2018*

РАСЧЕТ МОДЕЛИ ЛОКАЛЬНОГО КВАЗИГЕОИДА (УЛАН-БАТОР), ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ И ПОДХОДЫ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ

Катерина Морозова

Университет Латвии, Институт геодезии и геоинформатики, LV-1586, Латвия, г. Рига, Бульвар Раиниса, 19; Рижский технический университет, LV-1048, Латвия, г. Рига, ул. Межа, 1, магистр инженерных наук, аспирант, исследователь, тел. (371)26-812-422, e-mail: katerina.morozova@rtu.lv

Райнер Ягер

Высшая школа Карслруе – Университет прикладных наук, Институт прикладных исследований, 76133, Германия, г. Карслруе, ул. Мольткештрассе, 30, доктор инженерных наук, профессор, глава лаборатории ГНСС и навигации, тел. 49(0)152-533-103-28, e-mail: reiner.jaeger@web.de

Саандаар Миджидордж

МонМар Инженерный сервис Со., 210646, Монголия, г. Уланбатор, ул. Сеул, 12/6, доктор инженерных наук, генеральный директор, тел. (976)99-11-32-61, e-mail: msaandar@monmar.mn

Гунарс Силабриедис

Университет Латвии, Институт геодезии и геоинформатики, LV-1586, Латвия, г. Рига, Бульвар Раиниса, 19, доктор инженерных наук, директор института, тел. (371)27-476-220, e-mail: gunars.silabriedis@lu.lv

Янис Балодис

Университет Латвии, Институт геодезии и геоинформатики, LV-1586, Латвия, г. Рига, Бульвар Раиниса, 19, доктор физических наук, ведущий исследователь, тел. (371)29-298-150, e-mail: Janis.balodis@lu.lv

Янис Каминскис

Рижский технический университет, LV-1048, Латвия, г. Рига, ул. Межа, 1, доктор инженерных наук, руководитель кафедры; Университет Латвии, Институт геодезии и геоинформатики, LV-1586, Латвия, г. Рига, Бульвар Раиниса, 19, ведущий исследователь, тел. (371)27-476-220, e-mail: Janis.kaminskis@lu.lv

В работе описан метод и результаты расчета локальной модели квазигеоида для региона Уланбатора, UBQGEOID2018, основанный на глобальной гравитационной модели EGM2008 [1], ГНСС и опорных точках нивелирования в Балтийской системе высот 1977, а также производных данных линий отвеса. Для расчетов использовалось программное обеспечение DFHRS в. 4.4, которое позволяет напрямую конвертировать эллипсоидальные высоты в нормальные высоты, основываясь на параметрическом моделировании опорной поверхности высот. В статье приводится принцип измерений отвесных линий зенитной камерой на основе матрица ротаций: матрица ротации между локальной астрономической вертикальной системой и локальной геодезической системой также представлены. Описаны следующий этап развития ПО и концептуальные формулы.

Ключевые слова: линия отвеса, DFHRS, EGM2008, геодезия, геоид, квазигеоид, геофизика, модели геопотенциала, гравитационное поле, зенитная камера.

ULAANBAATAR QGEOID COMPUTATION, PARAMETER ESTIMATION AND OPTIMIZATION CONCEPTS FOR GRAVITY FIELD DETERMINATION

Katerina Morozova

University of Latvia, Institute of Geodesy and Geoinformatics, 19, Boulevard of Rainis St., of. 408, Riga, LV-1586, Latvia; Riga Technical University, 1, Meza St., of. 116, Riga, LV-1048, Latvia, MSc, Ph. D. Student, Researcher, phone: (371)26-812-422, e-mail: Katerina.morozova@rtu.lv

Reiner Jüger

Hochschule Karlsruhe – University of Applied Sciences, Institute of Applied Research, 30, Moltkestrasse, of. 212, Karlsruhe, 76133, Germany, D. Sc., Professor, Head of Laboratory GNSS and Navigation, phone: (490)152-533-103-28, e-mail: reiner.jaeger@web.de

Saandaar Mijiddorj

MonMap Engineering Services Co., Ltd, 12/6, Seoul St., of. 502, Ulaanbaatar, 210646, Mongolia, D. Sc., Director General, phone: (976)99-11-32-61, e-mail: msaandar@monmap.mn

Gunars Silabriedis

University of Latvia, Institute of Geodesy and Geoinformatics, 19, Boulevard of Rainis, of. 406, Riga, LV-1586, Latvia, Dr. Sc. ing., director, phone: +371 27 476 220, e-mail: gunars.silabriedis@lu.lv

Janis Balodis

University of Latvia, Institute of Geodesy and Geoinformatics, 19, Boulevard of Rainis St., of. 406, Riga, LV-1586, Latvia, D. Sc., Leading Researcher, phone: (371)29-298-150, e-mail: Janis.balodis@lu.lv

Janis Kaminskis

Riga Technical University, 1, Meza St., of. 116, Riga, LV-1048, Latvia, D. Sc., Head of Department; University of Latvia, Institute of Geodesy and Geoinformatics, 19, Boulevard of Rainis St., of. 407, Riga, LV-1586, Latvia, Leading Researcher, phone: (371)27-476-220, e-mail: Janis.kaminskis@lu.lv

The article describes the method and computation results of Ulaanbaatar region quasi-geoid model, UBQGEOID2018, based on global gravity field model EGM2008 [1], GNSS and levelling points in Baltic Height system 1977 and derived deflections of vertical data. The DFHRS (Digital Finite-element Height Reference Surface) software v.4.4 [2] has been used for this purpose, which allow the direct conversion of ellipsoidal heights to normal heights and based on parametric modeling of the HRS. The principle of vertical deflections measurements by digital zenith camera is included in this paper based on rotation matrices: the rotation matrix between local astronomical vertical system and local geodetic vertical system is introduced. The next stage of the development version 5.x and related research is also described and the conceptual formulas are introduced.

Key words: deflection of vertical, DFHRS, EGM2008, geodesy, Geoid, geophysics, geopotential models, gravity field, Quasi-Geoid, zenith camera.

Introduction

In the era of modern technologies and GNSS developments the precise quasi-geoid model is necessary for different engineering needs, as it allows the determina-

tion of normal height much faster in comparison to levelling and directly from GNSS. This article describes the software for quasi-geoid determination based on parametric modelling, as well as further version based on Spherical-Cap-Harmonics (SCH) modelling. The example of quasi-geoid model for Ulaanbaatar region and computation results are introduced. The theory of deflections of vertical measurements by digital zenith camera is also included.

1. Principle of the DFHRS software

The principle of a GNSS-based height determination H , requires submitting the GNSS-height h to the DFHRS (B, L, h) -correction, in order to receive physical height H and it reads:

$$H = h - DFHRS(p, \Delta m | B, L, h) = h - (NFEM(p | B, L) + \Delta m \cdot h) \quad (2-1)$$

The DFHRS-correction $DFHRS(B, L, h)$ is provided by means of a DFHRS database (DFHRS_DB), which contains the HRS polynomial parameters and the scale difference $(p, \Delta m)$ together with the mesh-design information. The mathematical model for observation groups in a common least squares computation (Gauß-Markov-Model) for the evaluation of the DFHRS_DB parameters p and Δm is given by formulas (2-2a-f) [2, 3].

Functional Model

$$h + v = H + h \cdot \Delta m + NFEM(p | x, y),$$

with $NFEM(p | x, y) =: f(x, y) \cdot p$

$$N_G(B, L)^j + v = f(x, y)^T \cdot p + \partial N_G(d^j)$$

$$\xi^j + v = -f_B^T / (M(B) + h) \cdot p + \partial \xi(d^j_{\xi, \eta});$$

$$\eta^j + v = -f_L^T / (N(B) + h) \cdot \cos(B) \cdot p + \partial \eta(d^j_{\xi, \eta}) \quad (2-2d)$$

Observation Types

and Stochastic Models

Uncorrelated ellipsoidal height h observations. Covariance matrix $C_h = \text{diag}(\sigma_{h_i}^2)$. (2-2a)

Correlated geoid height observations. With a given real covariance matrix C_{N_G} or C_{N_G} evaluated from a synthetic covariance function. (2-2b)

Observations of deflections from the vertical (η, ξ) . Pairwise correlated or uncorrelated in case of astronomical observations. Correlated if derived from a gravity potential model. (2-2c)

$$H + v = H$$

Uncorrelated standard height H observations with covariance matrix $C_H = \text{diag}(\sigma_{H_i}^2)$ (2-2e)

$$C + v = C(p)$$

Continuity condition equations (1d) introduced as uncorrelated so-called pseudo observations (2-2f) with accordingly small variances and high weights.

With f_B and f_L we introduce the partial derivatives of $f(x(B, L), y(B, L))$ (2-2c) with respect to the geographical coordinates B and L . $M(B)$ and $N(B)$ mean the radius of meridian and normal curvature at a latitude B . The continuity of the resulting HRS representation $NFEM(p|x, y) = f(x, y)^T \times p$ over the meshes (fig. 1, thin blue lines) is automatically provided by the continuity equations $C(p)$ (2-2f). A number of identical fitting-points $(B, L, h; H)$ are introduced by the observation equations (2-2a) and (2-2e) (fig. 1, green triangles). In the practice of DFHRS_DB evaluation, one or a number of different geoid-/GPM such as the EGG97 or EGM 2008 are used in a least squares estimation related to the mathematical model (2-2a-f), which is implemented in the DFHRS-software 4.4. To reduce the effect of medium- or long-wave systematic shape deflections, namely the natural and stochastic “weak-shapes”, in the observations N and (ξ, η) from geoid- or GPM models, these observations are subdivided into a number of patches (fig. 1, thick blue lines). These patches are related to a set of individual parameters, which are introduced by the datum parametrizations $\partial N_G(d^j)$ (2-2b) and $\partial \xi(d_{\xi, \eta}^j); \partial \eta(d_{\xi, \eta}^j)$ (2-2c, d). In this way, it is of course possible to introduce geoid height observations and vertical deflections from any number of different geoid- or GPM models in the same area, or observed vertical deflections [2, 3].

2. Computation results of DFHRS-based Ulaanbaatar Region Quasi-Geoid for the Baltics Height System

In order to compute the DFHRS_DB for Ulaanbaatar 94 Identical points (ellipsoidal heights h and normal heights H in Baltic Height system) together with the EGM2008 geopotential model data were used. EGM2008 is a spherical harmonic model of the earth's external gravitational potential in degree and order of 2160, with additional spherical harmonic coefficients extending up to degree of 2190 and order of 2160 that offers a spatial resolution of 9 km. EGM2008 incorporates improved 5×5 min gravity anomalies, altimetry-derived gravity anomalies and has benefited from the latest GRACE based satellite solutions [4].

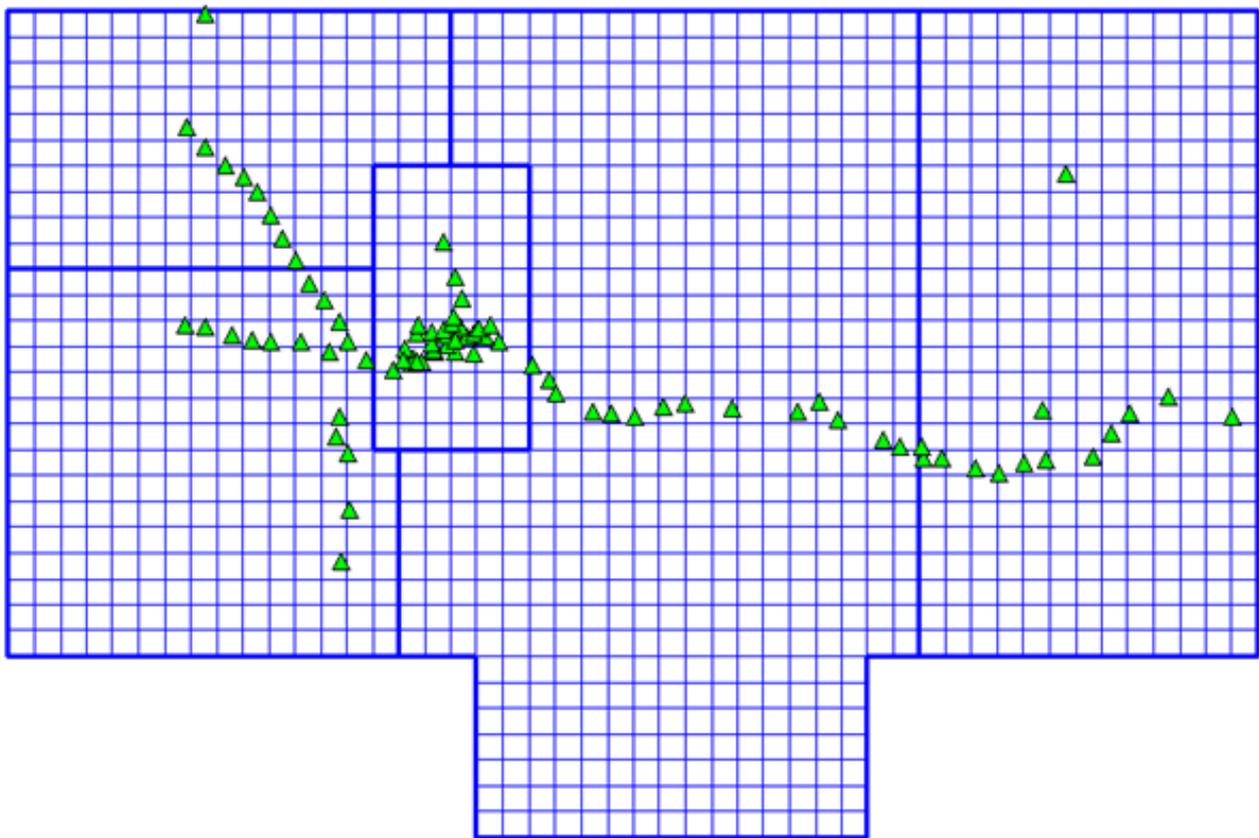


Fig. 1. Computation design of DFHRS (meshes – thin blue lines, patches – thick blue lines, fitting points – green triangles)

For meshing the area, mesh size of 5×5 km was chosen (fig. 1, thin blue lines). Total amount of meshes – 1536. The total number of patches is 5 (fig. 1). One patch must contain at least 4 fitting points. As points of the region are not homogenously located, patches, were not introduced in approximately the same size, but according to the location of the points. As geoid datum 3 translations and 3 rotations were introduced, additionally derived deflections of the vertical from the EGM2008 model were used (see fig. 2).

The identical points and the EGM2008 geoid undulations were introduced together with the continuity conditions into a least squares estimation of the so-called "DFHRS production". The calculation has been done using the DFHRS v. 4.4. software. 88 normal height points H of the Baltic heights system could be used and were confirmed in the statistical testing (data-snooping) with the assumed standard deviation of 1 cm. 6 points – 4039, 216, 230, 5051, 509 and 22 were excluded from the computations because of gross errors. For 4 points (270, 1710, 1757 and GR70/70) the normal heights H were changed in comparison to the previous data package provided in 2017, the normal height for one point (1682) was used from previous data package.

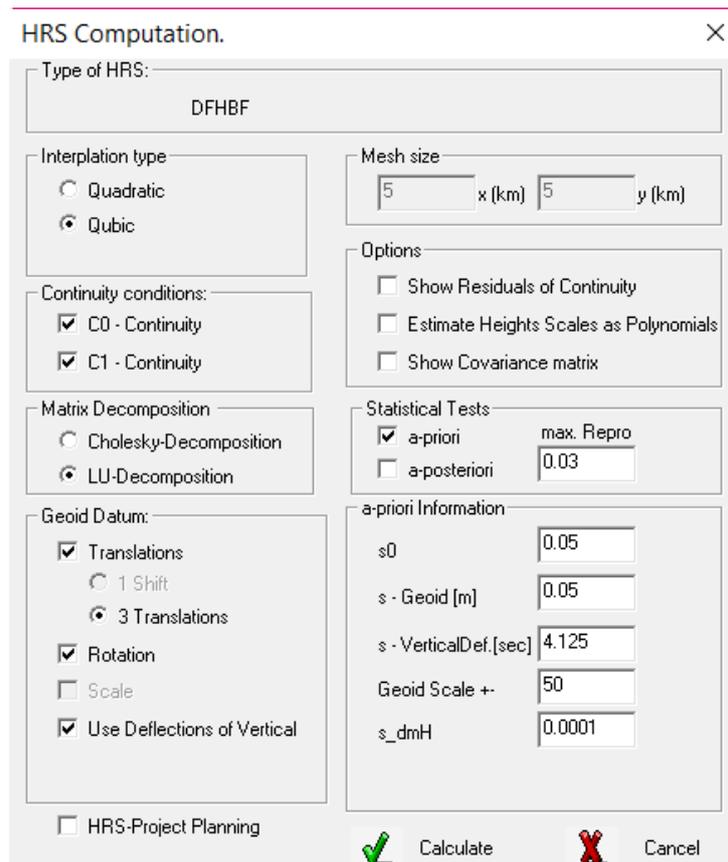


Fig. 2. DFHRS-software 4.4 computation dialog

The partial adjustment protocol of the DFHRS-software 4.4. with the observation residuals, statistical testing of the height fitting points is depicted in table 1.

Table 1

Final DFHRS software adjustment protocol

Characteristics:

EV: Redudancy factor

NV: Normalized residuals, test size a priori

t_post: Test size a posteriori

GF: Estimated gross error is issued in case of exceeding the critical value by nv, bzw. T_post.

Probability of error Alpha: 5 %

Critical value a priori: 3.841552 degrees of freedom: infinity

Critical value a posteriori: 3.841549 degrees of freedom: 102887

Point number	Height/Target sys. [m]	Res. [m]	EV [%]	NV	t_post	REPRO
137	1168.601	0.00009	18.88	0.0	0.5	-0.001
253	1441.619	0.00449	22.69	1.3	22.2	-0.020
268	1459.774	-0.00176	21.66	0.5	8.9	0.008
282	1318.717	-0.00275	19.97	0.9	14.5	0.014
505	1433.682	-0.00366	22.85	1.1	18.0	0.016

The rest of the table 1

Point number	Height/Target sys. [m]	Res. [m]	EV [%]	NV	t_post	REPRO
1598	1418.122	0.00106	16.46	0.4	6.1	-0.006
1710	1478.901	0.00345	22.20	1.0	17.3	-0.016
1731	1608.961	0.00347	20.96	1.1	17.9	-0.017
1747	1313.276	-0.00114	23.60	0.3	5.5	0.005
1757	1220.986	0.00231	20.85	0.7	11.9	-0.011
2324	1263.574	-0.00330	23.20	1.0	16.1	0.014
2329	1246.173	-0.00198	23.35	0.6	9.6	0.008
4750	1456.719	-0.00098	21.87	0.3	4.9	0.004
5006	1419.172	0.00655	23.67	1.9	31.8	-0.028
5019	1425.403	0.00617	23.32	1.8	30.2	-0.026

Excluded fitting points from the computations are depicted in table 2.

Table 2

Eliminated Error Points

Point number	Height/Target sys. [m]	Res. [m]	EV [%]	NV	t_post	REPRO
509	1443.301	-0.05132	27.61	14.0*	180.2	0.186**
!!! ---> gf: 0.186 m <--- !!!						
5051	1354.620	-0.03123	27.97	8.4*	99.4	0.112**
!!! ---> gf: 0.112 m <--- !!!						
22	1228.700	-0.01362	13.73	5.3*	79.0	0.099**
!!! ---> gf: 0.099 m <--- !!!						
4039	1435.117	-0.01634	22.59	4.9*	73.6	0.072**
!!! ---> gf: 0.072 m <--- !!!						
216	1353.229	0.01688	26.19	4.7*	70.5	-0.064**
!!! ---> gf: -0.064 m <--- !!!						
230	1264.222	0.01978	25.68	5.6*	84.2	-0.077**
!!! ---> gf: -0.077 m <--- !!!						

3. Conclusions and results for computed Ulaanbaatar QGeoid model

The present DFHRS was calculated on the basis of the EGM2008 geoid and 88 identical reference points. The accuracy of the identical points was confirmed with 1.0 cm, so the QGeoid of the Ulaanbaatar region has an estimated 1–3 cm accuracy within the area of the outer ring polygon-line of the fitting-points. The DFHRS_DB can be used by the software DFHBF-Tools to compute the QGeoid-height N, and so

the Normal Heights H from the input of a 3D GNSS-position (B, L, h) or (X, Y, Z) , and in order to set up a respective QGeoid 2018 grid for the Baltic Height System in the Ulaanbaatar Region. Especially for the borders of the Region (fig. 1) additional vertical deflection observations made by digital zenith camera [5, 6] are recommended. In that way, the 1-3 cm accuracy will hold for the whole area (fig. 1).

4. Zenith camera and determination of deflections of the vertical

The basic component are imaging sensors (CCD cameras) to track celestial objects or stars, respectively. If we suppose, that the imaging sensor system and the respective platform p is already aligned or identical with the body system b , we have for p and the direction vector r_{SI}^b of the body system [7]:

$$p = \begin{bmatrix} x - x_0 \\ y - y_0 \\ f \end{bmatrix} \text{ and } r_{SI}^b = \frac{p}{|p|} = \frac{1}{|p|} \cdot \begin{bmatrix} x - x_0 \\ y - y_0 \\ f \end{bmatrix}, \quad (5-1)$$

with $(x, y)_{t_UTC}$ – Observed image coordinates of a star $S(\delta, \alpha)$ at time t_UTC ;

(x_0, y_0) – Principal point of the image, f – Focal length of the sensor (see, fig. 3). Further we have

$$\mathbf{R}_e^{LAV}(\Phi, \Lambda) = \begin{bmatrix} -\cos \Lambda \cdot \sin \Phi & -\sin \Lambda \cdot \sin \Phi & \cos \Phi \\ -\sin \Lambda & +\cos \Lambda & 0 \\ \cos \Lambda \cdot \cos \Phi & \sin \Lambda \cdot \cos \Phi & \sin \Phi \end{bmatrix}. \quad (5-2)$$

The astronomical position is described with (Φ, Λ) and the geographical GNSS-position with (B, L) leading to

$$\mathbf{R}_e^{LGV}(B, L) = \begin{bmatrix} -\cos L \cdot \sin B & -\sin L \cdot \sin B & \cos B \\ -\sin L & \cos L & 0 \\ \cos L \cdot \cos B & \sin L \cdot \cos B & \sin B \end{bmatrix}. \quad (5-3)$$

From (5-2) and (5-3) we get

$$\mathbf{R}_{LGV}^{LAV} = \mathbf{R}_e^{LAV} \cdot (\mathbf{R}_e^{LGV})^T, \quad (5-4)$$

with

$$\mathbf{R}_{LGV}^{LAV} = \mathbf{R}_{LGV}^{LAV}(B, L, \eta, \xi) = \begin{pmatrix} \sin B \sin \Phi \cos(\Lambda - L) + \cos B \cos \Phi & \sin B \sin(\Lambda - L) & \cos B \sin \Phi - \sin \phi \cos \Phi \cos(\Lambda - L) \\ -\sin \Phi \sin(\Lambda - L) & \cos(\Lambda - L) & +\cos \Phi \sin(\Lambda - L) \\ \sin B \cos \Phi - \cos B \sin \Phi \cos(\Lambda - L) & -\cos B \sin(\Lambda - L) & \cos B \cos \Phi \cos(\Lambda - L) + \sin B \sin \Phi \end{pmatrix}^T \quad (5-5)$$



Fig. 3. Modern Star tracker CT-602 as produced by Ball Aerospace's CT-602

With the star coordinates $r^{e,s}$ at the observation time t_{UTC} we have

$$r_{SI}^{LGV} = R_e^{LGV}(B, L) \cdot r^{e,s}. \quad (5-6)$$

All in all the general model for the vertical surface deflections determination the equation reads:

$$r_{SI}^{LGV} (5-6) - r_{SI}^{LGV} (5-8a,b) = 0 \quad (5-7)$$

with

$$r_{SI}^{LGV} = R_{LGV}^{LAV}(B, L, \eta, \xi)^T \cdot R_b^{LAV}(r=0, p=0, y) \cdot r_{SI}^b = 0. \quad (5-8a)$$

The matrix

$$R_b^{LAV} = \begin{pmatrix} \cos p \cos y & \sin r \sin p \cos y - \cos r \sin y & \cos r \sin p \cos y + \sin r \sin y \\ \cos p \sin y & \sin r \sin p \sin y + \cos r \cos y & \cos r \sin p \sin y - \sin r \cos y \\ -\sin p & \sin r \cos p & \cos r \cos p \end{pmatrix} \quad (5-8b)$$

is by the horizontation ($r=0, p=0$) of the zenith camera platform in the local LAV using an inclinometer sensor to $R_b^{LAV}(r=0, p=0, y)$. The heading y is approximately known, but remains an unknown of the parameter estimation. For R_{LAV}^{LGV} in (5-8a) we can also use [7]

$$R_{LAV}^{LGV} \cong \bar{R}_{LAV}^{LGV} = \begin{pmatrix} 1 & \eta \cdot \tan B & \xi \\ -\eta \cdot \tan B & 1 & -\eta \\ -\xi & \eta & 1 \end{pmatrix}. \quad (5-9)$$

5. Next stage of the software development – DFHRS v. 5.x

The extension of DFHRS concept and software to physical observation types – such as terrestrial, air- or space-borne gravity measurements or physical observation types taken from geopotential models, e. g. EGM 2008 – is based on a regional adjusted spherical cap harmonic parameterization (ASCH) of the Earth's gravitational potential (V) [2, 8, 9]:

$$V(r, \lambda', \theta') = \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{a}{r} \right)^{n(k)+1} \sum_{m=0}^k \left(C'_{n(k),m} \cos m\lambda' + S'_{n(k),m} \sin m\lambda' \right) \bar{P}_{n(k),m}(\cos \theta'). \quad (6-1)$$

New adjustment-based approach enables estimation of coefficients ($C'_{n(k),m}$, $S'_{n(k),m}$) for regional ASCH model V as functions of coefficients ($C_{n,m}$, $S_{n,m}$) of a global geopotential model. The estimated coefficients ($C'_{n(k),m}$, $S'_{n(k),m}$) can be introduced as so-called direct observations in the integrated approach, and thus we have:

$$C'_{n(k),m}(t) + v = \hat{C}'_{n(k),m} \quad \text{and} \quad S'_{n(k),m}(t) + v = \hat{S}'_{n(k),m}. \quad (6-2)$$

In the so-called integrated DFHRS approach we have the following observation equation for a gravity observation:

$$g_{grav}^{LGV} = \frac{GM}{r^2} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{a}{r} \right)^{n(k)+1} (n(k)+1) \sum_{m=0}^k (C'_{n(k),m} \cdot \cos m\lambda' + S'_{n(k),m} \cdot \sin m\lambda') \cdot P_{n(k),m}(\cos \theta'). \quad (6-3)$$

By introducing the disturbance potential applied to the Bruns theorem and Molodenski's theory, we obtain the observation equation for fitting-points ($h - H$) converted to quasi-geoid heights N_{OG} and vertical deflections (ξ, η)_p at measured at the earth surface by zenith camera (fig. 1) at a point P reading [2], [9], [10]:

$$h - H = N_{QG} = \frac{T_P}{\gamma_Q} \quad (6-4)$$

$$\xi_P = -\frac{\partial N_{QG}}{\partial B} \cdot \frac{\partial B}{\partial s_N} + dN_{Curv} = -\frac{\partial}{\partial B} \left(\frac{T_P}{\gamma_Q} \right) \cdot \frac{\partial B}{\partial s_N} + dN_{Curv} = \frac{-1}{\gamma_Q \cdot (M + h)} \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial B} \right)_P + dN_{Curv}. \quad (6-5)$$

$$\eta_P = -\frac{\partial N_{QG}}{\partial L} \cdot \frac{\partial L}{\partial s_E} = \frac{\partial}{\partial L} \left(\frac{1}{\gamma_Q} T_P \right) \cdot \frac{\partial L}{\partial s_E} = \frac{-1}{\gamma_Q \cdot (N + h) \cdot \cos B} \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial L} \right)_P. \quad (6-6)$$

One further research topic in the DFHRS-project will be dealing with the optimal design (1st Order Design) of the observation type of gravity observations (6-3) and vertical deflection observations (6-5,6).

Conclusions

The quasi-geoid model for Ulaanbaatar region has been computed. The accuracy of the model is evaluated by 1–3 cm. As levelling data are not homogeneously provided in the region of interest, it would be necessary to use digital zenith camera for vertical deflection determination for quasi-geoid improvement, as well as it allows additional check of normal heights. ASCH modelling in terms of integrated geodesy allow the combination of both geometrical and physical data, moreover this method is much faster in comparison to SH. Implementation of vertical deflections observations in terms of ASCH gives additional improvement of quasi-geoid and gravity field determination.

REFERENCES

1. International Center for Global Gravity Field Models (2018) <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/>
2. DFHBF-Website (2000-2018): www.dfhbf.de
3. Jäger R., Kaminskis J., Strauhmanis J. and Younis G. (2012): Determination of quasi-geoid as height component of the geodetic infrastructure for GNSS positioning services in the Baltic States,” *Latvian J. of Physics and Technical Sciences* 3, pp. 5–15.
4. Pavlis N. K, Holmes S. A., Kenyon S. C, Factor J. K. (2008). An Earth Gravitational model to degree 2160: EGM2008, General Assembly of the European Geosciences Union, Vienna, Austria
5. A. Zariņš, A. Rubans, and G. Silabriedis, (2016) Digital zenith camera of the University of Latvia, *Geodesy and Cartography*, 42:4, pp. 129–135. <http://dx.doi.org/10.3846/20296991.2016.1268434>.
6. Morozova, K., Balodis, J., Jäger, R., Zariņš, A., Rubāns, A. Digital Zenith Camera’s Results and Its Use in DFHRS v.4.3 Software for Quasi-geoid Determination (2017). From: 2017 Baltic Geodetic Congress (BGC Geomatics), Polija, Gdansk, 22.-25. June, 2017. Piscataway: IEEE, 2017, 174.-178.lpp. ISBN 978-1-5090-6041-2. e-ISBN 978-1-5090-6040-5. Available from: [doi:10.1109/BGC.Geomatics.2017.74](https://doi.org/10.1109/BGC.Geomatics.2017.74)
7. Jekeli, C (2000): *Inertial Navigation Systems with Geodetic Applications*. De Gruyter.
8. Younis, G. (2013): *Regional Gravity Field Modeling with Adjusted Spherical Cap Harmonics in an Integrated Approach*. Schriftenreihe Fachrichtung Geodäsie der Technischen Universität Darmstadt (39). Darmstadt. ISBN978-3-935631-28-0 (2013)
9. G. K. A. Younis, R. Jäger, and M. Becker, (2011) Transformation of global spherical harmonic models of the gravity field to a local adjusted spherical cap harmonic model, *Arabian Journal of Geosciences*. DOI 10.1007/s12517-011-0352-1.
10. Morozova, K., Jäger, R., Balodis, J., Kaminskis, J. (2017) Software Development and Its Description for Geoid Determination Based on Spherical-Cap-Harmonics Modelling Using Digital-Zenith Camera and Gravimetric Measurements Hybrid Data. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017, Vol.251, pp.1-10. ISSN 1757-8981. e-ISSN 1757-899X. Available from: [doi:10.1088/1757-899X/251/1/01206](https://doi.org/10.1088/1757-899X/251/1/01206).

© К. Морозова, Р. Ягер, С. Миджидордж, Г. Силабриедис, Я. Балодис, Я. Каминскис, 2018

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ДЛЯ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Айнур Ержанқызы

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, 050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22а, докторант, e-mail: yerzhankyzy@gmail.com

Роман Шультиц

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, 03037, Украина, г. Киев, пр. Воздухофлотский, 31, профессор, декан факультета геоинформационных систем и управления территориями, e-mail: shultsrv@gmail.com

Евгений Левин

Мичиганский технологический университет, Институт технологии, 1400 Townsend Drive, Хоутон, MI 49931, США, доктор наук, зав. кафедрой прикладной геодезии, сертифицированный фотограмметрист, школа технологий, e mail: eleven@mtu.edu

Эльмира Орынбасаровна Орынбасарова

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, 050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22а, докторант, e-mail: elmiraorynbassarova@gmail.com

На сегодняшний день существуют различные технологии съемки, использующие современные геодезические оборудования, а также множество программных продуктов по обработки, позволяющих получить большую информативность и увеличить производительность. В данной статье рассмотрен метод наземного лазерного сканирования для задач построения 3D-модели с целью регистрации данных лазерного сканера и полученной по данным аэрофотосъемки крыши здания, в качестве эталона для модели и анализа результатов с точки зрения точности и ориентации совпадающих моделей.

Ключевые слова: наземное лазерное сканирование, точность измерений, регистрация 3D-модели, аэрофотосъемка, обработка результатов.

USING AERIAL SURVEY DATA SET FOR TERRESTRIAL LASER SCANNING REFERENCING

Ainur Yerzhankyzy

Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpaev, 22a, Satpayev St., Almaty, 050013, Kazakhstan, 22, Postdoc, phone: (701)283-06-90, e-mail: yerzhankyzy@gmail.com

Roman Shults

Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Prospect Povitroflotsky St., Kyiv, 03037, Ukraine, Professor, Dean of Geoinformation Systems Management Areas Faculty, e-mail: shultsrv@gmail.com

Eugene Levin

Michigan Technological University, 1400 Townsend Drive Houghton, MI 49931, D. Sc., Head of Department of Applied Geodesy, Surveying Engineering Integrated Geospatial Technology Graduate Program Director, Digital Mapping Enterprise Adviser, School of Technology, phone: (906)487-244, e-mail:eleven@mtu.edu

Elmira O. Orynbassarova

Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpaev, 22a, Satpayev St., Almaty, 050013, Kazakhstan, Postdoc, e-mail: elmiraorynbassarova@gmail.com

Nowdays, there are various survey technologies using advanced land surveying equipment, as well as a variety of software products for processing, which allow obtaining more information value and increasing performance. This paper discusses the ground-based laser scanning method for 3D-modeling tasks for the purpose of laser scanner data acquisition and obtained from aerial photographs of the building roof, as a model reference and analyzing the results in terms of accuracy and alignment of the coinciding models.

Key words: terrestrial laser scanning, measurements accuracy, 3D-model registration, airborne survey, data processing.

С ростом строительства зданий и сооружений и их эксплуатации, ежегодно увеличиваются требования, предъявляемые к инженерно-изыскательным работам на всех этапах строительства и дальнейшим наблюдениям за состоянием объектов. Во время планирования работ, остро стоит вопрос о выборе метода съемки и дальнейшей обработки данных, которые напрямую зависят от поставленной задачи. Существующие методы съемки классифицируются в соответствии с используемым источником данных, а также степенью автоматизации процесса [1].

Методы лазерного сканирования и данные аэрофотосъемки являются одними из наиболее часто используемых источников для получения 3D-моделей зданий и сооружений, которые могут обеспечить хорошую вертикальную точность, обеспечивающее лазерное сканирование и хорошую контурную точность, полученную при помощи аэрофотоснимков.

Использование только аэрофотоснимков обеспечивает надежные результаты на основе фотограмметрического подхода, но низкая степень автоматизации в процессе обработки является основным ограничением [2].

Технология лазерного сканирования в целом развивается и расширяет сферы применения, совершенствуются конструкции лазерных сканеров и функциональность программного обеспечения, использование данного метода позволило сделать «доступными» для измерения буквально все «видимые» лучом лазера точки объекта [3].

Применение лазерной сканирующей системы благодаря избыточности информации позволяет выполнять достоверную оценку точности построенной модели, как отдельных элементов, так и всего исследуемого объекта[4]. В зависимости от требуемой точности и плотности измерения лазерного сканера будет определяться скорость съемки [5].

Результатом такой съемки является облако точек. Облако точек включает в себя миллионы измерений, которые иногда могут быть излишне детальными и создавать неудобство во время обработки [6]. При планировании работ, в данном случае наземное лазерное сканирование, не обязательно выполнение полного комплекса полевых работ, часть необходимых данных уже можно получить по той информации, которая есть.

В данной статье представлено применение комбинированной съемки здания, ограничение использования данных с одним источником, интегрируя данные лазерного сканирования с аэрофотоснимком, сохраняет преимущества задействованных наборов данных. Проведено лазерное сканирование одной стороны здания с помощью сканирующей станции Leica HDS3000. После настройки свойств сканера и определения поля зрения сканирование выполнялось в течение приблизительно 20 мин.

Целью данной работы было изучение регистрации данных лазерного сканера и 3D-модели созданной по аэрофотоснимку с использованием крыши здания, в качестве эталона для модели и анализа результатов с точки зрения точности и ориентации совпадающих моделей, в результате получение информативной модели из имеющихся данных, для сокращения полевых работ.

Точка фиксации лазерного сканера была определена с помощью программного обеспечения Leica Cyclone, позволяющее получить необходимое количество информации об объекте, за короткий промежуток времени. Далее, объединенное «облако точек» передавалось в специализированное программное обеспечение, которое позволяет отобразить большое количество полученных данных лазерного сканирования в трехмерном виде и решить на их основе основные практические инженерные задачи, связанные с получением геометрической информации об объекте [7].

На втором этапе, используя камеру CANON 5D MARK, некоторые снимки были сделаны против поля зрения лазерного сканера, который будет использоваться в качестве поверхности образца 3D-моделирования в Erdas Imagine.

После окончания полевых работ, приступили к камеральной обработке, полученной информации для анализа и обработки данных, записанных лазерным сканером. В первую очередь, данные лазерного сканера были экспортированы из программного обеспечения Leica Cyclone и импортированы в программное обеспечение Geomatic Studio 10, которое использовалось для обработки облака точек лазерного сканирования. Это файл с расширением (.xyz), который содержит все координаты точек по отношению к системе координат лазерного сканера, и во время процесса сканирования было получено 1 034 669 точек. Используя Geomatic Studio 10, данные были проверены, а ненужные точки и шумы удалены.

Метод редактирования данных заключался в использовании 3D-графики всех точечных облаков в программном обеспечении, а затем поиск любых ненужных точек, выделение и их удаление [8]. Единственный набор данных остался примерно на передней поверхности стороны здания в указанной перспективе. После проделанной корректировки данные готовы для регистрации 3D-модели в Erdas Imagine. Используя Geomatic Studio 10, оставшиеся облака точек были преобразованы в сетку, потому что ячеистая модель данных используется в качестве регистрации 3D-модели здания.

В результате создания сетчатой модели из точечных облаков было выпущено около 800 000 треугольников, и это число было уменьшено на 90 % и составило около 8 000 треугольников, потому что исходное разрешение было

очень высоким, и ему нужно больше времени для рендеринга и всего лишь 10 % прежнему сохраняется хорошее качество данных, которые могут быть использованы для процесса регистрации. 3D-модель здания была создана в приложении Stereo Analyst с использованием метода блочной фотографии, созданной в программном обеспечении LPS.

Кроме того, качество аэрофотоснимков не было хорошим, и объекты могут быть извлечены только в пределах дециметрового уровня точности. На последнем этапе обработки 3D-модель, созданное в Stereo Analyst импортируется в Geomatic Studio 10 в формате (.wpr). Затем, используя ручную геопривязку по 3 точкам, как совмещение данных с лазерного сканера, так и трехмерная модель здания были зарегистрированы вручную. Ниже на рисунке 1, 2 представлены результаты финального эскиза. На изображении следы окон и светло-зеленых линий взяты из данных лазерного сканера, а индиго и синие линии – это 3D-модель здания.

Представленные результаты двух эскизов показывают, что обе модели не соответствуют друг другу, и между ними существуют разные вариации в масштабе, ориентации и вращения. Чтобы получить лучшие результаты регистрации, были рассмотрены различные возможности выбора позиции связующих точек, но результаты не могли быть улучшены. Однако, если 3D-модель была более точной и более подробной, возможно, было бы проще, применимо и возможно точно применить регистрацию, поскольку точки могут быть точно согласованы на обеих моделях, и различные настройки связующих точек могут использоваться для завершения регистрации.

Основными причинами этого несоответствия являются следующие:

Первая причина заключается в том, что сторона здания не была полностью сканирована из-за препятствий между лазерным сканером и строительной стороной, такими как деревья, фонарные столбы и припаркованные автомобили на автостоянке. Импульсы со сканера не могут проникнуть сквозь эти препятствия, и даже если они проникают, сигнал возврата слабый и не может представлять собой пульс от здания. Концепция Leica HDS3000 использует время полета, отправляя импульсы и получая их снова, а затем измеряя время проезда, чтобы вычислить расстояния.

В результате на рисунках видно, что на боковой стороне здания может быть обнаружена разная форма зазоров, и это зависит от ориентации, размера и расстояния между лазерным сканером и со стороны здания.

Вторая причина заключается в том, что 3D-модель здания была создана в Stereo Analyst с использованием аэрофотоснимков, которые не так точны, как данные лазерного сканера. Кроме того, если две модели объединены с тем, что один более точен, чем другой, то качество регистрации одного на другом будет зависеть от качества менее точной модели, что является причиной того, что две модели не полностью совпадают.

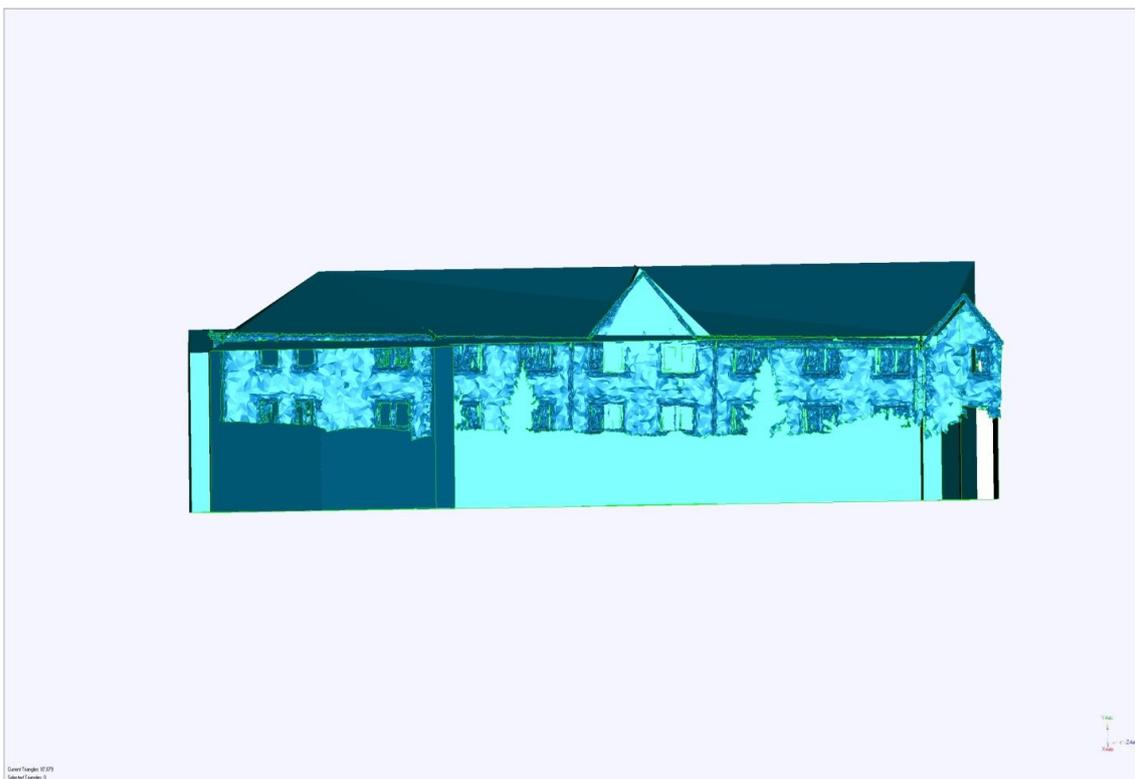


Рис. 1. Фрагмент полученной в результате совмещения 3D-модели

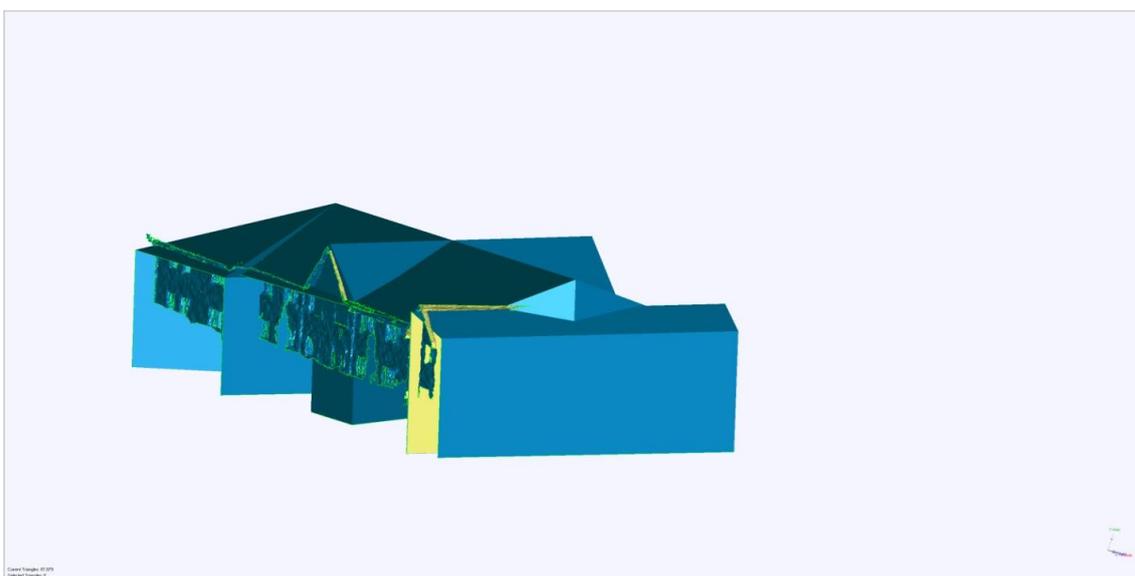


Рис. 2. Полученная 3D модель по данным лазерного сканирования и аэрофотосъемки

В настоящее время в связи с развитием научно-технической и технологической отрасли появляется все большая необходимость в получении полной и достоверной информации о территориях и объектах управления, при этом

влияние человеческого фактора на итоговую информационную модель должно быть сведено к минимуму.

Создание новых технологий и комбинирование существующих технологий геодезических работ, ведется для улучшения показателей производительности и сокращения сроков полевых работ. Лазерная сканирующая система в отличие от съемок традиционными геодезическими технологиями имеет отличительную особенность, а именно роль программного обеспечения для обработки данных лазерного сканирования преобладает, оказывая влияние на полноту и точность получаемых результатов. Обработка данных лазерного сканирования составляет 80 % всего объема работ, и 20 % соответственно в соотношении составляют полевые работы. Так применяемые в классической геодезии технологии имеют соотношение 40–60 % объема полевых работ [4].

Проведенный в данной работе комплекс мероприятий показал, что из имеющихся разных видов данных, а именно регистрируемых данных наземного лазерного сканирования и данных аэрофотосъемки позволило получить 3D-модель здания, благодаря фотограмметрической обработки в программном обеспечении без проведение полного объема полевых работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kwak E., Al-Durgham M., Habib A. Automatic 3d building model generation from lidar and image data using sequential minimum bounding rectangle. // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXIX-B3, Melbourne, Australia, 2012.

2. Какимжанов Е., Ержанқызы А., Кожаяев Ж. Modern methods of processing and creating a digital terrain model // Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. – 2017. – № 4.

3. Середович А. В., Иванов А. В., Усиков А. В., Мифтахудинова О. Р. Выполнение обмеров строительных конструкций средствами наземного лазерного сканирования при обследовании зданий и сооружений // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 1, ч. 2. – С. 220–221.

4. Шульц Р. Наземное лазерное сканирование в задачах инженерной геодезии. Теория и практика использования технологии наземного сканирования для решения задач инженерной геодезии. – Saarbrücken : Palmarium Academic Publishing, 2013. – 349 с.

5. Рысбеков К. Б., Амиров Ж. И. Современные геодезические технологии для быстрой эффективной съемки // Достижения высшей школы-2011. Publishing House “Education and Science”. – Прага, 2011.

6. Gusev V. N., Naumenko A. I. Base of terrestrial laser scanning survey. – Sankt-Petersburg, 2008.

7. Шульц Р. Технология наземного лазерного сканирования в решении задач геодезического мониторинга // Материалы 2-й Международной научно-практической конференции «Геодезия, маркшейдерия, аэросъемка – на стыке веков». – М., 2011. – С. 17.

8. Cheng-Kai Wang, & Yi-Hsing Tseng. Dual-directional profile filter for digital terrain model generation from airborne laser scanning data. // Journal of Applied Remote Sensing, Vol. 8, 083619-1–083619-14, 2014.

© А. Ержанқызы, Р. Шульц, Е. Левин, Э. О. Орынбасарова, 2018

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ ЛУЧЕВЫХ ТРАЕКТОРИЙ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ РЕФРАКЦИИ

Болатбек Кожжахметулы Бектанов

Казахский национальный аграрный университет, 050010, Казахстан, г. Алматы, пр. Абая, 8, кандидат технических наук, профессор кафедры земельных ресурсов и кадастра, тел. (701)780-98-15, e-mail: bekbol53@yandex.ru

Омар Абдуллаевич Сарыбаев

Казахский национальный аграрный университет, 050010, Казахстан, г. Алматы, пр. Абая, 8, кандидат технических наук, профессор кафедры земельных ресурсов и кадастра, тел. (701)255-78-55, e-mail: sarybaev_o@mail.ru

В статье приводятся данные, подтверждающие постоянство отношений углов рефракции и закона изменения метеопараметров в каждой точке. Установлено, что существует сильная корреляционная связь между параметрами, характеризующими одну рефракционную траекторию или несколько. Для установления этой связи нет необходимости в определении самих углов рефракции, а достаточно включить в обработку ряды измеренных зенитных расстояний или углов наклона. Описаны методы определения безразмерных параметров самих измеряемых величин, так и погрешностей измерений. Отмечено постоянство носит статистический характер, что приводит к необходимости корреляционной обработки достаточно больших рядов измеряемых параметров, а не ограничиваться их отдельными парами. При анализе взяты результаты эксперимента, выполненных в различных физико-географических районах.

Ключевые слова: рефракционная траектория, корреляционная связь, углы рефракции, подстилающая поверхность, зенитное расстояние, безразмерные параметры.

STUDY OF INTERCONNECTION OF BEAM TRAJECTORIES PARAMETERS IN CONDITIONS OF REFRACTION INFLUENCE

Bolatbek K. Bektanov

Kazakh National Agrarian University, 8, Prospect Abay St., Almaty, 050010, Kazakhstan, Ph. D., Professor, Land Resources and Cadastre Department, phone: (701)780-98-15, e-mail: bekbol53@yandex.ru

Omar A. Sarybayev

Kazakh National Agrarian University, 8, Prospect Abay St., Almaty, 050010, Kazakhstan, Ph. D., Professor, Land Resources and Cadastre Department, phone: (701)255-78-55, e-mail: sarybaev_o@mail.ru

Data, confirming stability of connection between refraction angles and law of meteoroparameters change at each point is shown in the paper. It was established, that there is a strong correlative connection between parameters, characterizing one refractive trajectory or several. There is no need to determine refraction angles themselves to establish this connection, it is sufficient to include into processing rows of measured zenith distances or incline angles. Methods of determining dimensionless parameters of magnitudes being measured, and also discrepancies of measurements are given in the paper. Marked stability has a static nature, which leads to necessity of correlative processing of large rows of parameters being measured, and not limited to their

separate pairs. Results of experiments, conducted in different physical-geographical regions were taken during the analysis.

Key words: refractive trajectory, correlational connection, refraction angles, underlying surface, zenith distance, dimensionless parameters.

При определении пространственных координат различных объектов в настоящее время одной из основных является проблема учета влияния атмосферы на результаты геодезических измерений.

Большой объем работ по проблеме рефракции относится к так называемому статистическому направлению [1, 2], содержанием которого является исследование закономерностей поведения параметров, характеризующих лучевую траекторию, а также их взаимосвязь. При этом известно, что угол полной рефракции σ равен сумме частных углов рефракции, измеренных на концах траектории, как для аномальных, так и для нормальных составляющих. Многочисленные исследования направлены как раз на определение связей между r_0 , который определяют на «рефракционном базисе» и r_i , полученных по i -му направлению геодезической сети, выбор момента измерений, когда можно считать соизмеримыми углы рефракции по различным направлениям и т. п. К аналогичным методам можно отнести и метеорологический метод, основанный на теории подобия приземного слоя атмосферы [4, 5].

Для определенности выделим три типа параметров: угловые – r_1, r_2, σ ; линейные – набег фазы по различным выделенным лучам волнового пучка; статистические, например \tilde{C}_n^2 .

Анализ многочисленных экспериментальных данных показывает, что отношение взаимно обратных углов рефракции r_{12} и r_{21} , измеренных одновременно, является величиной постоянной при изменении самих углов во времени. Отношение углов рефракции на любой фиксированный момент времени является постоянным. В частности, в данной работе, предложены аналитические соотношения, связывающие коэффициенты рефракции K_i по i -му определяемому направлению и K_0 по базисному, с известным значением рефракции

$$K_i = K_H + (K_0 - K_H) \frac{h_{\text{э}0}}{h_{\text{э}i}}, \quad (1)$$

или для углов рефракции

$$\delta_{Bi} = \delta_{Hi} + (\delta_{BA} - \delta_{HA}) \frac{h_{\text{э}A}}{h_{\text{э}i}} \frac{S_{A-i}}{S_{A-C}}, \quad (2)$$

где h_3 – эквивалентная высота визирного луча, вычисляемая по профилю рельефа;

S – дальность;

B, H – индексы, означающие вертикальную и нормальную составляющие соответственно;

A, C – пункты наблюдения на базисе.

Из формул (1) и (2) следует постоянство отношений.

$$\frac{K_i - K_H}{K_\delta - H_H} = \frac{h_{\text{эб}}}{h_{\text{э}i}} = \text{const}_1;$$

$$\frac{\delta_{Bi} - \delta_{Hi}}{\delta_{BA} - \delta_{HA}} = \frac{h_{\text{э}A}}{h_{\text{э}i}} \frac{S_{A-i}}{S_{A-C}} = \text{const}_2.$$

Отмеченное постоянство в общем случае нарушается. Следует по крайней мере учитывать состояние турбулентности атмосферы. Аналогичная ситуация имеет место и при взаимно обратных измерениях, когда отношение аномальных углов рефракции принимают равными отношению эквивалентных высот. Причем, отношение аномальных углов рефракции равны $r_a = r - r_H$, а отношение частных углов рефракции $r_1/r_2 = K$ в принципе более постоянно во времени, чем $r_{a1} / r_{a2} = C$, поскольку r_{H1} / r_{H2} практически константа, это легко показать аналитически. Имеем равенство

$$\frac{r_1}{r_2} = K; \quad \frac{r_1 - r_{H1}}{r_2 - r_{H2}} = C,$$

дифференцируя, получим

$$\delta_K = \frac{C - K}{r_2} \delta r_{2a}; \quad \delta_C = \frac{K - C}{r_{2a}} \delta r_{2a}.$$

следовательно $\delta_C = \frac{K_2}{r_{2a}} \delta_K$.

Таким образом, имея в виду статистическое постоянство, предварительно запишем:

$$\frac{r_{12}}{r_{21}} = C_1; \quad \frac{\sigma}{r_{12}} = C_2; \quad \frac{\sigma}{r_{21}} = C_3. \quad (3)$$

Основной причиной временного хода температурного градиента в приземном слое атмосферы является изменение интенсивности солнечной радиации, падающей на подстилающую поверхность, которое одинаково в пределах длины трассы.

Аналогично можно записать

$$\frac{dT}{dZ}(L,t) = \frac{dT}{dZ}(L) f_{dT/dZ}(t)$$

или

$$\frac{r_{12}(L,t)}{r_{12}(L)_0} = \Phi \frac{\frac{dT}{dZ}(L,t)}{\frac{dT}{dZ}(L)_0} \quad (4)$$

Справедливость полученного вывода о постоянстве закона изменения метеопараметров в каждой точке трассы иллюстрируется графиком (рис. 1).

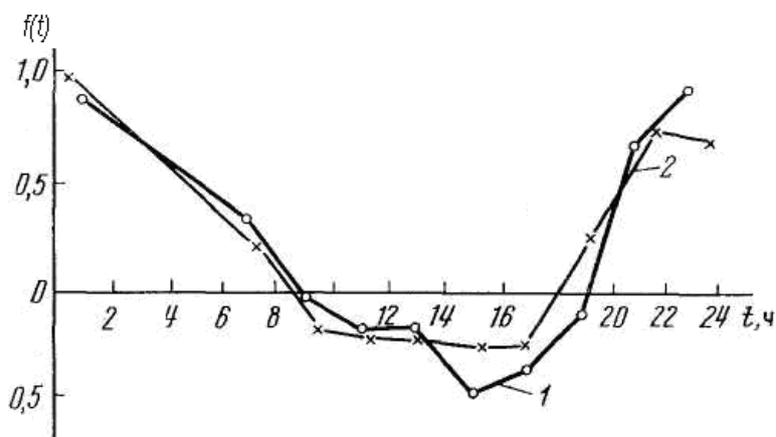


Рис.1. График зависимости параметров от времени:

1 – dT/dZ ; 2 – r_{12}/r_{21}

Статистическая обработка результатов измерений (таблица) позволяет исследовать факт постоянства и его степень.

Результаты корреляционного анализа

Характеристика трассы	Коэффициент корреляции ρ_r	СКП m_ρ	Оценка для коэффициента связи K	Число измерений n	Место проведения
$L = 2,13$ км	0,79	0,07	1,32	23	г. Чкалов, Московская обл.
$L = 1,14$ км	0,89	0,05	0,55	15	Полигон ГИСИ Нижегородская обл.
$L = 2,0$ км	0,95	0,03	0,85	40	г. Тараз, Жамбылская обл.
$L = 1,2$ км	0,91	0,03	0,62	32	Полигон МИИЗ, Московская обл.

Траекторию волнового пучка можно также характеризовать величиной оптической разности хода между двумя пучками (рис. 2).

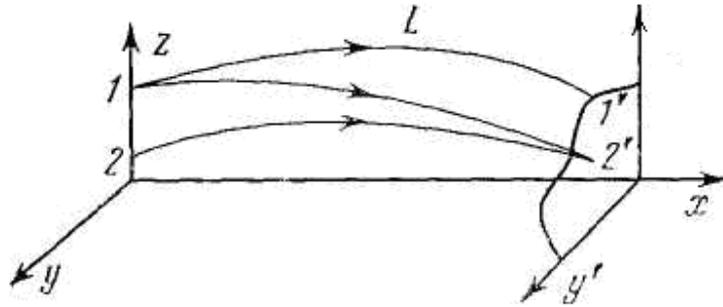


Рис. 2. Схема распространения волнового пучка

Действительно, для равенности хода между параллельными лучами 1–1' и 2–2' можно записать

$$\Delta L = l \int_0^L \frac{dn}{dz}(x) dx,$$

так как $\int_0^L \frac{dn}{dz} dx = \sigma$, получим $\Delta L = l \cdot \sigma$, где l – расстояние между лучами.

Аналогично для пересекающихся лучей 1–2' и 2–2' для разности хода, измеряемой в точке 2, нетрудно получить

$$\Delta L_x = L^{-1} \int_0^L \frac{dn}{dz} l_i x dx + \text{const},$$

но $L^{-1} \int_0^L \frac{dn}{dz} l_i x dx = r_{12}$, следовательно $\Delta L_x = r_{12} l_i + \text{const}$, где const – разность хода, обусловленная геометрией схемы измерений.

Таким образом, постоянство отношения углов рефракции эквивалентно постоянству отношения оптических разностей хода выделенных лучей траектории.

Для аномальных составляющих параметров можно записать соотношение

$$\frac{r'_{12}}{r'_{21}} = \frac{\hat{h}_{12}^{-\frac{2}{3}} \hat{C}_{n_1}}{\hat{h}_{21}^{-\frac{2}{3}} \hat{C}_{n_2}}. \quad (5)$$

Выражение (5) по структуре совпадает с соотношением для аномальных углов рефракции, отношение которых обратно пропорционально эквивалентным высотам. Однако, особенно на коротких трассах, в формировании отношения участвуют не только геометрические характеристики трассы, но и параметры атмосферы, т. е. интегральные значения \tilde{C}_n . В формуле (5) при постоянстве \hat{C}_n следует постоянство r'_{12} / r'_{21} , причем значение константы зависит от степени однородности трассы и вида волны распространения.

Одним из возможных подходов для объяснения постоянства отношения отмеченных параметров во времени может быть также следующая.

$$\frac{\sigma}{r_{12}} = \frac{\Delta L}{\Delta L_x} = \frac{\int_0^L \frac{dn}{dz} l dx}{L^{-1} \int_0^L \frac{dn}{dz} l_i dx} = \frac{\int_0^L n(z) l dx}{L^{-1} \int_0^L n(z) l \left(1 - \frac{x}{L}\right) dx} = \frac{F_1}{F_2}. \quad (6)$$

Для реализации постоянства формулы (6) следует указать условия, при которых равна нулю функциональная производная по $dn / dz = n(z)$.

Поскольку

$$\frac{\delta C}{\delta n(z)} = \frac{F_2 \frac{\delta F_1}{\delta n(z)} - F_1 \frac{\delta F_2}{\delta n(z)}}{F_2^2},$$

приравняв числитель нулю получим

$$\int_1^0 n(z) x dx - L_0 \int_0^1 n(z) dx = \int_0^1 n(z) (x - L_0) dx \equiv 0. \quad (7)$$

Из формулы (7) следует, что выражение есть постоянная величина в том случае, когда $L_0 \equiv x$, т. е. вариация $n(z) - \delta n(z)$ распространяется на всю траекторию равномерно.

В действительности физически резкое изменение градиента только в одной точке траектории распространения электромагнитной волны может наблюдаться крайне редко, особенно на относительно высоких траекториях распространения оптической волны. Как правило, происходит плавное изменения $n(z)$.

Появление локальной неоднородности на трассе изменит значение постоянной отношения, но при этом новое ее значение в присутствии неоднородности вновь станет статистически постоянным с другим значением. Этот факт открывает возможность определения местоположения и интенсивности локализованной неоднородности. Нельзя утверждать, что r_{12} / r_{13} есть постоянная вели-

чина и тем более r_{31} / r_{21} для разнесенных в пространстве точек. Исключение составляют однородные трассы с точки зрения условий распространения оптической волны. Следовательно, степень нарушения постоянства отношения углов рефракции по смежным направлениям зависит от характерного масштаба (радиуса) корреляции рефракционного поля. Масштаб тем больше, чем однороднее подстилающая поверхность. Имеется в виду синхронность в изучении распространения параметров и их взаимосвязи.

Необходимо отметить, что существование сильной корреляционной связи между параметрами, характеризующими одну рефракционную траекторию или несколько. Для установления этой связи нет необходимости в определении самих углов рефракции, достаточно включить в обработку ряды измеренных зенитных расстояний или углов наклона. Что касается методов определения безразмерных параметров, необходимо сказать о том, что в связи со статистической природой как самих измеряемых величин, так и погрешностей измерений, отмеченное постоянство носит статистический характер. Это приводит к необходимости корреляционной обработки достаточно больших рядов измеряемых параметров, а не ограничиваться их отдельными парами, особенно в дневных условиях, когда сами углы рефракции могут не на большую величину превосходить погрешности измерений и даже быть соизмеримыми с ними. Учитывая сильную коррелированность можно найти зависимость для C_1 , C_2 , C_3 , от тех или иных параметров для разработки методов рефрактометрии.

При анализе экспериментальных исследований отмеченного постоянства взяты результаты эксперимента, выполненных в различных физико-географических районах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дементьев В. Е. Исследование вертикальной рефракции на горизонтальных трассах в аридной зоне // Геодезия и картография. – 2014. – № 2. – С. 57–64. ISSN 0016–7126.
2. Вшивкова О. В. Повышение качества планировочных работ посредством учета влияния атмосферы // Изв. вузов. Геодезия и картография. – 2010. – № 5. – С. 3–5. ISSN 0536–101X.
3. Вшивкова О. В. Учет влияния атмосферы в электронной тахеометрии с использованием геодезического градиентометра // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2010. – № 3.
4. Федянин М. Р., Лазеров В. М. Фотограмметрическая рефракция в модели однородной атмосферы // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 1 (55).
5. Быкасов Д. А., Водкайло Е. Г. Устранение влияния атмосферной рефракции на примере определения широты места по Солнцу // Молодой ученый. – 2017. – № 19. – С. 10–13.
6. Ефимов В. О., Пикулев А. Н., Дорогов Н. В. и др. Оптическая рефракция и модельные методы учета ее влияния на характеристики дальномерного тракта лазерного локатора слежения // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 3.
7. Островский А. Л. Достижения и задачи рефрактометрии // Геопрофи. – 2008. – № 1.
8. Бектанов Б. К., Есимова К. А., Балкожа М. А. Устройство для определения пространственных координат точек. Патент на полезную модель, № 1816, БИ № 15, 2016.
9. Бектанов Б. К., Есимова К. А., Балкожа М. А. Способ определения вертикальных углов рефракции. Патент на полезную модель, № 1737, БИ № 12, 2016.
10. Nordblad E., Leyser T. B. Ray tracing analysis of L mode pumping of the ionosphere, with implication for magnetic zenith effect // Ann. Geophys. – 2010. – V. 28. – P. 1749–1759.

11. Rietveld M. T., Kosch M. J., Blagiveshcenskaya N. F. et al. Ionospheric electron heating, aurora and striations induced by powerful HF radio waves at high latitudes: aspect angle dependence // *J. Geophys. Res.* – 2003. – 108 (A4). – 1141.

12. Kosch M. J., Pedersen T., Mishin E. et al. Temporal Evolution of Pump Beam Self-Focusing at the High-Frequency Active Auroral Research Program // *J. Geophys. Res.* – 2007. – V. 112. – A8 304.

13. Eugene Levin, Dmitry Mozer, Jessica Mc Carty. Comparative Analysis of Software Packages for RADAR Data Interferometric Processing from CIS Country View. *Surveying and Land Information Systems (SaLIS)*, Ed. Steve Frank, (in Press for Nov 2017 – Issue). Impact factor=1.3.

© Б. К. Бектанов, О. А. Сарыбаев, 2018

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ РАДАРНЫХ СНИМКОВ SENTINEL-1 ПРИ ДЕФОРМАЦИОННОМ МОНИТОРИНГЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ПРИМЕРЕ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Эльмира Орынбасаровна Орынбасарова

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, 050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22а, докторант, e-mail: elmiraorynbassarova@gmail.com

Эндрю Соутер

Geomatic Ventures Ltd, Ноттингемское Геопространственное здание, Триумф-роуд, Ноттингем NG7 2TU, Великобритания, доктор, ведущий специалист, e-mail: andrew.sowter@geomaticventures.com

Данные дистанционного зондирования Земли, в частности радарные снимки Sentinel-1, раскрывают огромный потенциал перед научными исследованиями деформаций поверхности земли. Следует отметить, что продукты Sentinel-1 находятся в совершенно другом формате в отличие от формата stripmap, часто используемых во многих РСА (радиолокатор с синтезированной апертурой) данных. Продукты SLC (Single Look Complex) из таких миссий, как данные ERS, ENVISAT, TerraSAR-X и COSMO-SkyMed, могут быть номинально обработаны с использованием одного и того же базового алгоритма SBAS, в то же время при обработке данных Sentinel-1 возникают некоторые особенности, раскрытие которых приводится в данной статье. В качестве наглядного примера приведен момент с обработки данных радарных снимков Sentinel-1 одного из месторождений Республики Казахстан.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, радарные данные, снимки Sentinel-1, SBAS.

PECULIARITIES OF PROCESSING AND APPLICATION OF SENTINEL-1 RADAR SURFACES IN DEFORMATION MONITORING OF THE EARTH SURFACE ON THE EXAMPLE OF OIL FIELD OF WESTERN KAZAKHSTAN

Elmira O. Orynbassarova

Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, 22a, Satpayev St., Almaty, 050013, Kazakhstan, Postdoc, e-mail: elmiraorynbassarova@gmail.com

Andrew Sowter

Geomatic Ventures Ltd, Nottingham Geospatial Building, Triumph Road, Nottingham NG7 2TU, UK, D. Sc., Leading Specialist, e-mail: andrew.sowter@geomaticventures.com

Data from Earth Remote Sensing, in particular, Sentinel-1 radar images, reveals a huge potential for scientific studies of earth surface deformations. It should be noted that the Sentinel-1 products are in a completely different format, unlike the stripmap format, often used in many SAR (synthetic aperture radar) data. SLC (Single Look Complex) products from missions such as ERS, ENVISAT, TerraSAR-X and COSMO-SkyMed data can be nominally processed using the same basic SBAS algorithm, while Sentinel-1 data processing has some features, the disclosure of which is given in this article. As an illustrative example is given the moment from the processing of radar images of Sentinel-1 of one of the deposits of the Republic of Kazakhstan.

Key words: Remote Sensing, radar data, Sentinel-1 images, SBAS.

Введение

Спутниковая радиолокационная интерферометрия представляет собой мощный инструмент для обнаружения и мониторинга деформации земной поверхности. Успешные результаты вычисленных деформаций местности продемонстрировали потенциал этой техники для широкого спектра приложений, связанных с такими явлениями, как оползни и проседание грунта, вызванных перекачкой подземных вод, добычей полезных ископаемых либо городским планированием. В настоящем исследовании основное внимание уделяется применению метода SBAS, в целях обнаружения оседаний земной поверхности и выполнения измерений с использованием данных SAR, полученных со спутника Sentinel-1 Европейского Космического Агентства.

Развитие метода SBAS напрямую связано с достигнутым прогрессом в использовании данных С-диапазона от RADARSAT, ERS-1/2, ENVISAT. Данные, полученные этими спутниками, охватывают длительные периоды времени, ключевой аспект которых гарантирует долгосрочный мониторинг деформаций. Однако появление данных Х-диапазона (2007 г.) с очень высоким разрешением позволили сделать большой шаг вперед в методах обработки, включая генерирование плотной выборки постоянных рассеивателей, увеличение чувствительности к малым смещениям и замечательное улучшение качества времени по сравнению с С-диапазоном. Новое значительное улучшение достигнуто благодаря данным датчика С-диапазона, приобретенного на борту Sentinel-1.

1. Описание Sentinel-1

Продукты Sentinel-1 – это первые из семейства спутников, разработанные Европейским космическим агентством (ЕКА) специально для оперативных нужд программы Copernicus, возглавляемой Европейской комиссией (ЕК), целью которой является предоставление информации для улучшения управления окружающей средой, изменения климата и гражданская безопасность (Миссия Sentinel-1 фактически состоит из двух спутников: Sentinel-1A был запущен 3 апреля 2011 г.; и Sentinel-1 В запущен в начале 2016 г. Оба спутника размещены на почти полярной солнечно-синхронной орбите на высоте около 693 км [3, 4, 8]. Основным инструментом является С-диапазон PCA, работающий на частоте 5,405 ГГц. Период повторения для одного спутника составляет 12 дней, а с появлением второго спутника на орбите, временная разница уменьшается до 6 дней. Основные характеристики продуктов Sentinel-1 приведены в таблице, а разница между режимами показана на рис. 1 [8]. Компания Совзонд отмечает высокую фазовую стабильность радара и его корректную орбиту, что делает эти снимки пригодными для многих научно-технических задач, в том числе и для мониторинга. Для данного исследования используются продукты Sentinel-1 IW Single Look Complex (SLC).

Характеристика продуктов Sentinel-1

Режим	Номинальное пространственное разрешение, м	Ширина полосы съемки, км	Поляризация
Stripmap (SM; single-look)	4 × 5	80	Одинарная (по выбору – HH или VV) или двойная (по выбору – HH/HV или VV/VH) VV/VH)
Interferometric Wide Swath (IWS; single-look)	5 × 20	240	
Extra Wide Swath (EWS; single-look)	25 × 80	400	
Wave mode (WM; single-look)	20 × 5	20 × 20	

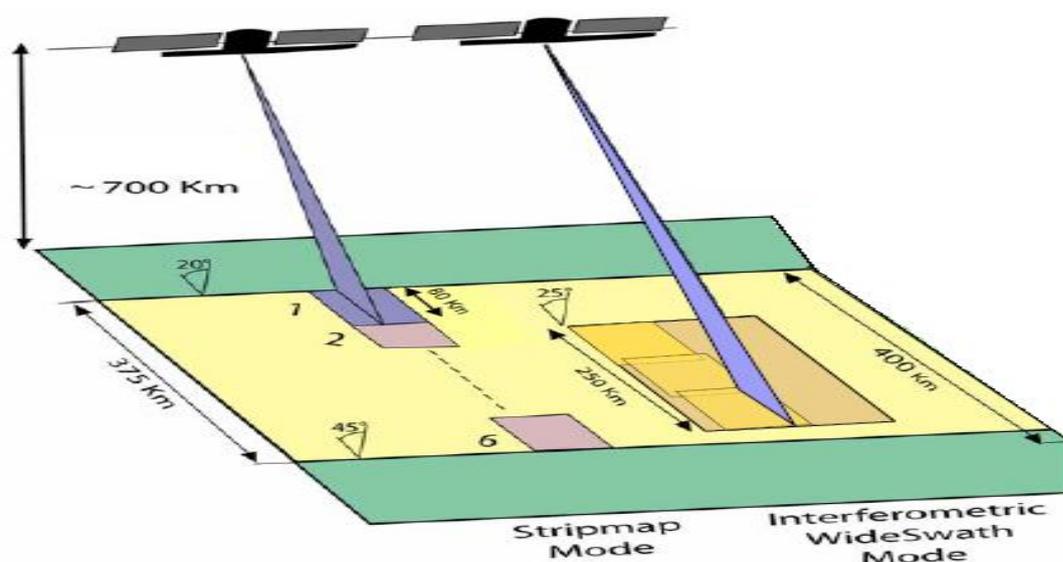


Рис. 1. Разница между снимками Stripmap и IW Swath Mode

Продукт IW SLC 1 уровня представлен в виде отдельных подкадров [6]. Каждый подкадр состоит из серии всплесков, в которых каждый всплеск был обработан как отдельный SLC-снимок. В азимутальном порядке времени каждый всплеск включается в подкадру с демаркацией черного заполнения между ними. Для полного визуального представления продуктов IW SLC на рис. 2 приведена разница между снимками IW SLC и IW GRDH.

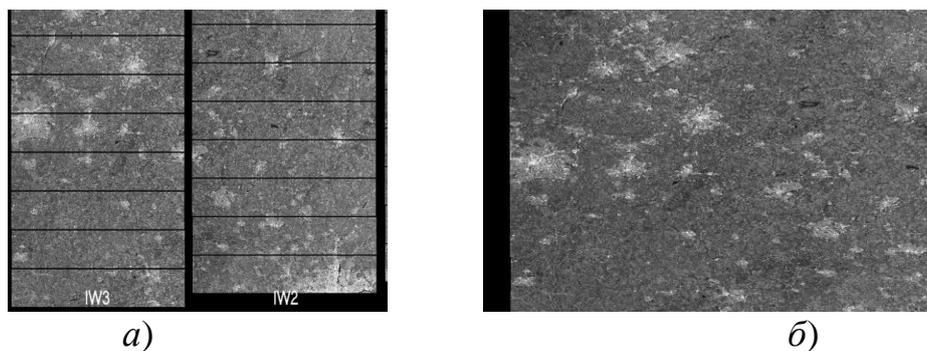


Рис. 2. Разница между снимками (а) IW SLC и (б) IW GRDH

2. Особенности обработки продуктов Sentinel-1 и его результат

Как упоминалось выше, для обработки продуктов Sentinel-1 могут использоваться стандартные процедуры алгоритма SBAS [6, 9, 10], за исключением пп. 2 и 3, приведенных на рис. 3.

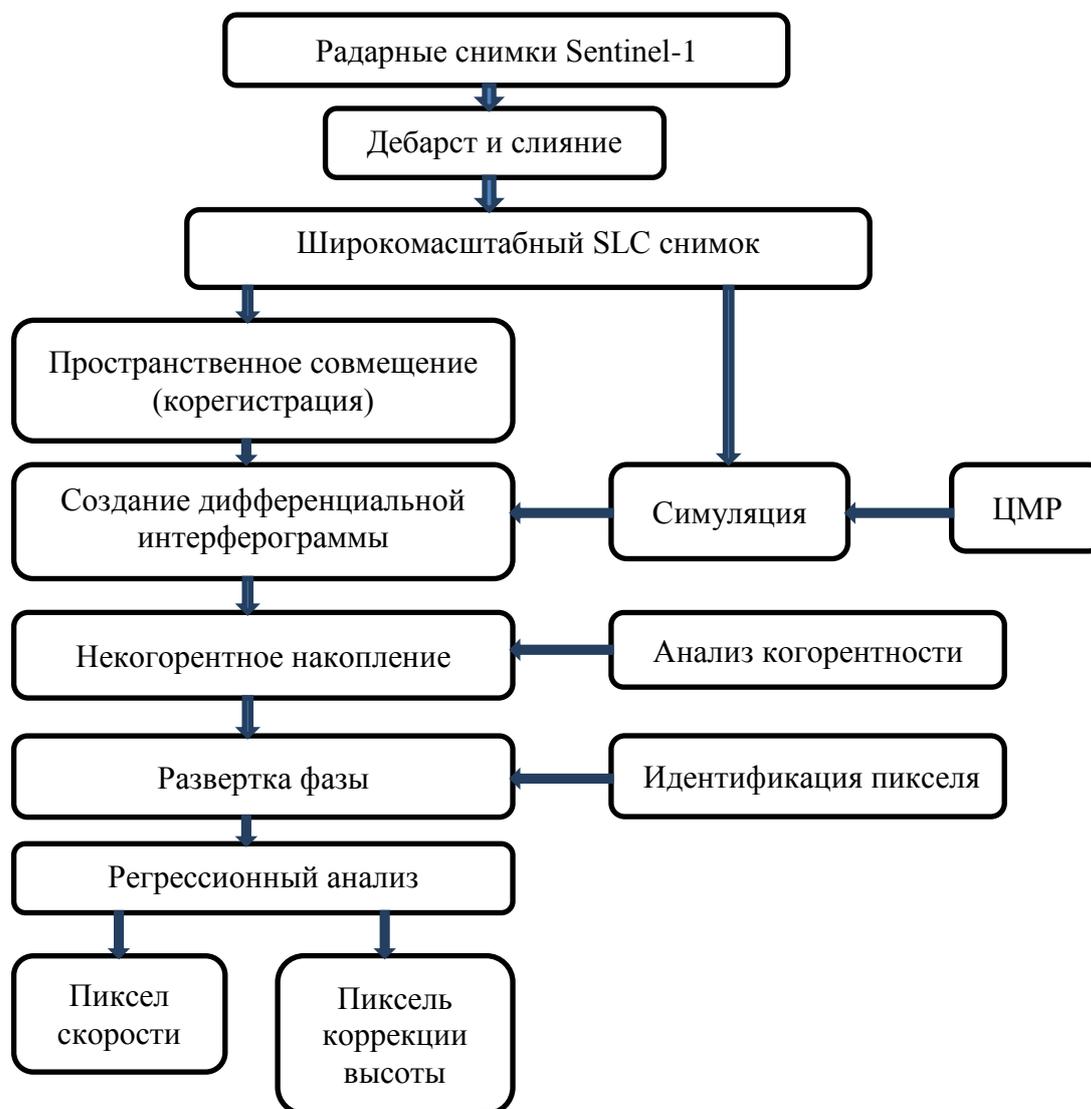


Рис. 3

Чтобы создать продукт IW большой площади из трех поставляемых подкадр, необходимо выполнить два отдельных процесса [1, 2, 9]:

1. Дебарстинг. Данный процесс объединяет отдельные всплески из одного подкадра в единую систему, где расстояние между азимутальными линиями является постоянным от начала до конца и не существует демаркации черной линии между субсеквенционными всплесками.

2. Слияние. После применения дебарстинг к каждой из трех подкадров (то есть IW1, IW2 и IW3), они должны составить один широкоформатный продукт в виде мозаики, где интервал между столбцами постоянный от ближнего к далекому, площадь подкадров находится по азимуту. Процесс мозаичных всплесков из трех разных рядов показан на рис. 4. Для продуктов Sentinel-1 IW SLC линии и столбцы всплесков и подкадров были повторно отобраны в общий пиксель.

Вышеперечисленное означает, что дебарстинг и слияние могут быть выполнены путем смещения субизображений только в целых числах строк и столбцов, и поэтому не требуется передискретизация исходных значений пикселей для формирования продукта с большой площадью.

Еще одна характеристика данных SAR Sentinel-1 TOPS SAR заключается в том, что фаза продукта быстро изменяется по азимуту и может быть нелегко передискретизирована, поскольку разность фаз между соседними пикселями может быть неоднозначной. Это хорошо известный эффект и может быть решен с помощью первого вычитания симуляции быстро меняющейся азимутальной фазы (дерампинга), повторной дискретизации остатка и окончательного добавления обратно повторяющейся фазы (повторного изменения).

Для данных Sentinel-1 известна функция *deramping* [6]. Оставшаяся большая разница между данными Sentinel-1 TOPS и *stripmap* данными заключается в том, что любая неточность менее одной тысячи сантиметров одного пикселя при совместной регистрации (например, эквивалентная до 2 см в азимуте) может приводить к заметным фазовым скачкам на отдельные всплески. Однако с помощью типичных методов преобразования трудно достичь более высоких уровней точности, например, метод спектрального разнесения [10], реализованный такими авторами, как Lanari и т. д., 2015; Wegmüller и т. д., 2015. Метод спектрального разнесения обычно требует анализа фаз прямого и обратного просмотра в областях перекрытия всплесков. Это дает больше вычислительной возможности, чем простые методы корреляции амплитуды, которые широко используются для продуктов *stripmap*. Кроме того, для достижения наивысшей точности фаз, она должна применяться к каждой интерферометрической паре, которая добавляется к процессу обработки. Например, для N стриповых продуктов, только $N - 1$ пары должны быть корегистрированными; для алгоритма с несколькими мастерами, такого как SBAS, это будет увеличиваться во много раз, поскольку число пар намного больше, чем $N - 1$, в зависимости от применяемых базовых и временных порогов.

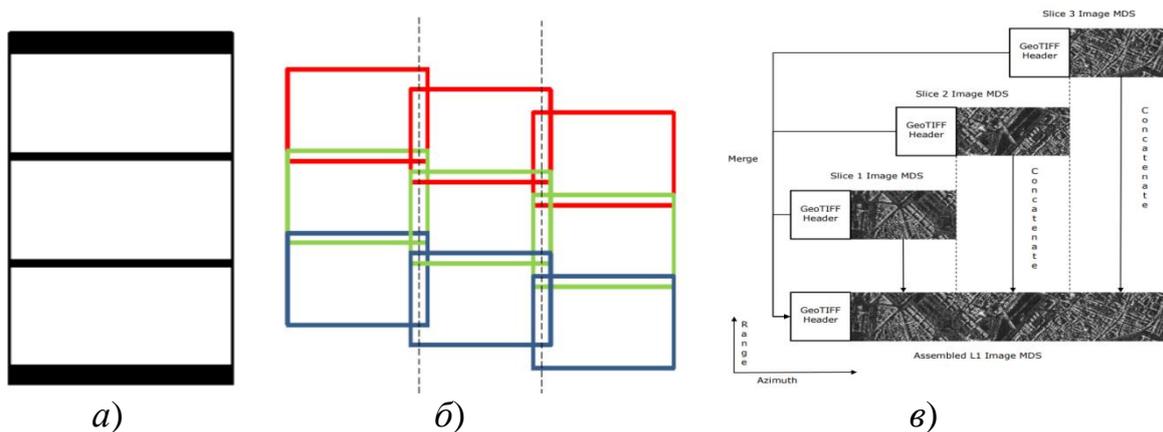


Рис. 4. Расположение всплесков в подкадрах IW (а), структурная схема Sentinel-1 с небольшими перекрытиями между всплесками и субкадрами (б), сборка изображения L1 MDS (в)

На официальном бесплатном ресурсе снимки на данную территорию были доступны с 2015 г. и было скачено всего 66 снимков на заданную территорию. Однако, после проведения выше описанных методов слияния и дебарстинг, был обнаружен зазор в итоговом широкомасштабном SLC снимке. Полученный результат показан на рис. 5 после наложения полученного снимка на Google Earth карту, где отчетливо видны зазоры, делающие снимок непригодным для дальнейшей обработки.



Рис. 5. Зазор в широкоформатном SLC снимке

Полученный выше неудачный результат доказывает особенность и своего рода сложность при обработке снимка формата Sentinel-1. Однако из-за того,

что разница в методе приходится в начальном этапе обработки, все эти нюансы были выявлены сразу же с помощью метода слияния.

Таким образом, были скачены другие доступные снимки на эту территорию. Для получения окончательного и успешного результата было использовано 44 снимка Sentinel-1 IW SingleLook Complex (SLC), что составляет в паре всего 22. Данные для этой области были доступны с октября 2016 г. и к моменту обработки данных были выбраны данные до октября 2017 г. Процессы дебарстинга и слияния прошли удачно и с использованием широкомасштабного снимка были созданы дифференциальные интерферограммы. Один из наиболее лучших дифференциальных интерферограмм приведен на рис. 6, где в полученном результате можно увидеть места перекрытия подкадр. Созданные дифференциальные интерферограммы были использованы для дальнейшей обработки методом SBAS.

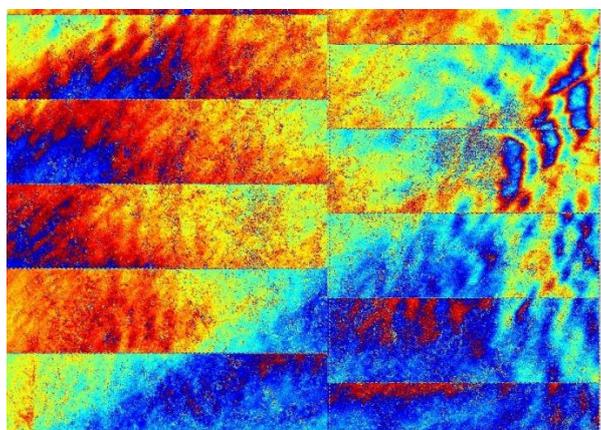


Рис. 6. Дифференциальная интертерферограмма после процесса дебарстинг и слияние

Заключение

Продукты SLC из таких миссий, как данные ERS, ENVISAT, TerraSAR-X и COSMO-SkyMed, могут быть номинально обработаны с использованием одного и того же базового алгоритма DInSAR. При этом следует учитывать, что процессы дебарстинг и слияние, а также требования для высокоточного ввода в систему, которые необходимо применять для продуктов Sentinel-1 IW SLC, делают эти данные совершенно другим предложением для научного и оперативного сообщества InSAR. Исследования, приведенные в данной статье, демонстрируют, что эти проблемы не исключают возможности генерации широкомасштабных карт деформации из стека данных Sentinel-1. Широкомасштабная площадь изучаемого месторождения была опробована с использованием 22 продуктов IWSLC, полученных на бесплатной онове в Научном центре данных Sentinel-1 (ESA 2014с). Авторами были изучены и описаны все отличия в применяемом методе обработки радарных снимков. В дальнейшем исследо-

вании планируется приведение полного цикла обработки данных Sentinel-1 и результатов обработки в виде карт деформации земной поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ЕКА. Sentinel-1 User Handbook. Европейское Космическое Агентство, 2013.
2. ЕКА. Introducing Sentinel-1. Европейское Космическое Агентство, 2014.
3. ЕКА. Mexico City Subsidence. Европейское Космическое Агентство, 2014.
4. ЕКА. Sentinel-1 Scientific Data Hub. Европейское Космическое Агентство, 2014.
5. ЕКА. Definition of the TOPS SLC deramping function for products generated by the S-1 IPF. Европейское Космическое Агентство, 2015.
6. ЕКА. Sentinels POD Service File Format Specifications. Европейское Космическое Агентство, 2015.
7. Scheiber R., Moreira A. Coregistration of interferometric SAR images using spectral diversity. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 38 (September), 2000, 2179–2191.
8. Совзонд. Получены первые интерферограммы с радарного спутника Sentinel-1A, 2014.
9. Andrew Sowter, Moh. Bin Che Amata, Francesca Cignab, Stuart Marsha, Ahmed Athaba, Lubna Alshammari. Mexico City land subsidence in 2014–2015 with Sentinel-1 IW TOPS: Results using the Intermittent SBAS (ISBAS) technique. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2016, 230–242 с.
10. Osmanoğlu B., Sunar F., Wdowinski S., Cabral-Cano E. Time series analysis of InSAR data: methods and trends. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. 2015.

© Э. О. Орынбасарова, Э. Соутер, 2018

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ И КАЗАХСТАНА

Ирина Степановна Тренина

Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета», 123242, Россия, г. Москва, Большой Предтеченский пер., 7, зав. лабораторией, тел. (499)252-03-56, e-mail: pingvin@planet.iitp.ru

Артём Алексеевич Максимов

Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета», 123242, Россия, г. Москва, Большой Предтеченский пер., 7, младший научный сотрудник, тел. (499)252-03-56, e-mail: ice-karta-planet@yandex.ru

Ирина Алексеевна Соловьева

Сибирский центр ФГБУ «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии "Планета"», 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Советская, 30, заместитель директора, тел. (383)334-45-42, e-mail: sol@rcpod.ru

Оксана Геннадьевна Новикова

Сибирский центр ФГБУ «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии "Планета"», 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Советская, 30, зав. отделом обработки спутниковой информации, тел. (383)334-45-42, e-mail: novikova@rcpod.ru

Игорь Владимирович Рублев

Сибирский центр ФГБУ «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии "Планета"», 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Советская, 30, младший научный сотрудник, тел. (383)334-45-42, e-mail: rublev@rcpod.ru

Россия и Казахстан связаны общей границей протяженностью более 7 500 км. 12 субъектов Российской Федерации граничат с 7 областями Республики Казахстан. Важнейшими аспектами трансграничного сотрудничества между странами являются вопросы экологии, чрезвычайные ситуации и стихийные бедствия, требующие особого контроля. Данные дистанционного зондирования Земли и высокоэффективные технологии их обработки вносят весомый вклад в решение задач мониторинга трансграничных территорий России и Казахстана.

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования Земли, спутниковые данные, технология обработки, тематические карты, экология, мониторинг окружающей среды, трансграничные территории, пожарная обстановка, паводковая обстановка, ледовая обстановка.

SATELLITE MONITORING OF THE TRANSBOUNDARY TERRITORIES OF RUSSIA AND KAZAKHSTAN

Irene S. Trenina

State Research Center for Space Hydrometeorology «Planeta», 7, Bol. Predtechensky St., Moscow, 123242, Russia, Head of Laboratory, phone: (499)252-03-56, e-mail: pingvin@planet.iitp.ru

Artem A. Maksimov

State Research Center for Space Hydrometeorology «Planeta», 7, Bol. Predtechensky St., Moscow, 123242, Russia, Junior Researcher, phone: (499)252-03-56, e-mail: ice-karta-planet@yandex.ru

Irene A. Solovjeva

Siberian State Research Center for Space Hydrometeorology «Planeta», 30, Sovetsky St., Novosibirsk, 630099, Russia, Deputy Director, phone: (383)334-45-42, e-mail: sol@rcpod.ru

Oksana G. Novikova

Siberian State Research Center for Space Hydrometeorology «Planeta», 30, Sovetsky St., Novosibirsk, 630099, Russia, Head of Department of Satellite Data Processing, phone: (383)334-45-42, e-mail: novikova@rcpod.ru

Igor V. Rublev

Siberian State Research Center for Space Hydrometeorology «Planeta», 30, Sovetsky St., Novosibirsk, 630099, Russia, Junior Researcher, phone: (383)334-45-42, e-mail: rublev@rcpod.ru

The total length of the border between Russia and Kazakhstan is more than 7 500 kilometers. 12 subjects of the Russian Federation border on seven regions of the Republic of Kazakhstan. The most important aspects of cross-border cooperation between countries are environmental issues, and emergencies that require special control. Remote sensing data of the Earth and effective technologies for their processing solve the problem of monitoring the transboundary territories of Russia and Kazakhstan.

Key words: remote sensing data of the Earth, satellite data, processing technology, thematic map, ecology, environmental monitoring, transboundary territory, fire situation, flood situation, ice conditions.

Под мониторингом подразумевается регулярная система наблюдений с целью получения определенной информации для осуществления и планирования каких-либо видов работ. Составной частью современного мониторинга является спутниковый мониторинг, имеющий ряд преимуществ перед наземными средствами наблюдений: регулярность и оперативность получения данных, возможность осуществлять съемку на обширных территориях с высоким временным разрешением. Проведение комплексного мониторинга в оперативном режиме для решения широкого круга задач, и низкая стоимость по сравнению с наземными исследованиями также является существенным достоинством, помимо этого, исследования дистанционными методами территорий сопредельных государств не требуют специальных разрешений.

Предметом деятельности ФГБУ «НИЦ «Планета» является проведение научно-исследовательских работ в области разработки, развития и применения методов и средств определения из космоса гидрометеорологических, океанографических, гелиофизических параметров, космического мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды, включая мониторинг опасных стихийных явлений.

Сотрудничество между Российской Федерацией (РФ) и Республикой Казахстан (РК) в сфере использования и охраны трансграничных водных объектов

осуществляется по 20 рекам. В связи с этим, возникает необходимость в оперативном спутниковом мониторинге протяженной приграничной территории с целью выявления опасных гидрологических явлений. В период весеннего половодья превышения расчетных уровней критических отметок подъема уровня воды влекут за собой значительный материальный ущерб населению и не редко приводят к человеческим жертвам.

ФГБУ «НИЦ Планета» обеспечивает непрерывный спутниковый мониторинг водных объектов на сопредельных территориях с целью выявления подъема уровня воды в реках и продвижения волны паводка. Мониторинг водных объектов по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) осуществляется на основе данных, как с зарубежных, так и с отечественных космических аппаратов (КА), группировка которых постоянно расширяется. В качестве дополнительной информации привлекаются ежедневные наземные данные с гидрологических постов сети Росгидромета о режиме и состоянии рек.

В ФГБУ «НИЦ «Планета» разработаны технологии тематической обработки разнородных спутниковых данных для определения водных объектов [1, 2]. Технологии основаны на спектральных характеристиках сенсоров КА, на рассчитанных нормализованных индексах, а также на эмпирически вычисленных пороговых значениях. При этом время обработки спутниковых изображений размером $\sim 10^7$ пикселей составляет всего несколько секунд. Программно реализованные цифровые алгоритмы тематической обработки спутниковых данных прошли производственные испытания и зарекомендовали себя как эффективные методы по определению водных объектов при проведении оперативного мониторинга паводковой обстановки.

В мае 2017 г. на реке Ишим в Тюменской области сложилась катастрофическая паводковая ситуация, которая явилась следствием резкого повышения температур воздуха в начале апреля и активного схода снежного покрова в районах Северного Казахстана. Уровень воды в реке Ишим во многом определяет режим работы Сергеевского водохранилища, расположенного на территории Казахстана. По данным с наземной наблюдательной сети гидрологических постов РК на 17 апреля 2017 г. сброс воды водохранилища составил 3 480 м³/с, что выше среднестатистического максимума в 3 раза. 28 апреля на реке Ишим в границах города Петропавловска был зафиксирован уровень воды более чем на метр превышающий критический максимум. По данным ДЗЗ были определены подтопленные участки городской территории.

Из-за сложившихся гидрометеорологических условий, пришедший с северных районов Казахстана, паводок стал сильнейшим для Тюменской области за последние полвека наблюдений. По сведениям с наземных гидрологических постов сети Росгидромета на 1 мая 2017 г. уровень воды в районе населенного пункта Ильинка Тюменской области превысил критическую отметку на 74 см, а 11 мая критический максимум подъема уровня воды в реке Ишим в границах населенного пункта Ишим был превышен на 130 см.

Использование алгоритмов классификации водных объектов по спутниковым данным позволяет определять границы и площади участков подтопленной

поймы реки. Границы выхода воды на пойму реки Ишим, полученные по разновременным спутниковым данным, наглядно отражают прохождение волны паводка на реке Ишим Тюменской области в мае 2017 г. (рис. 1).

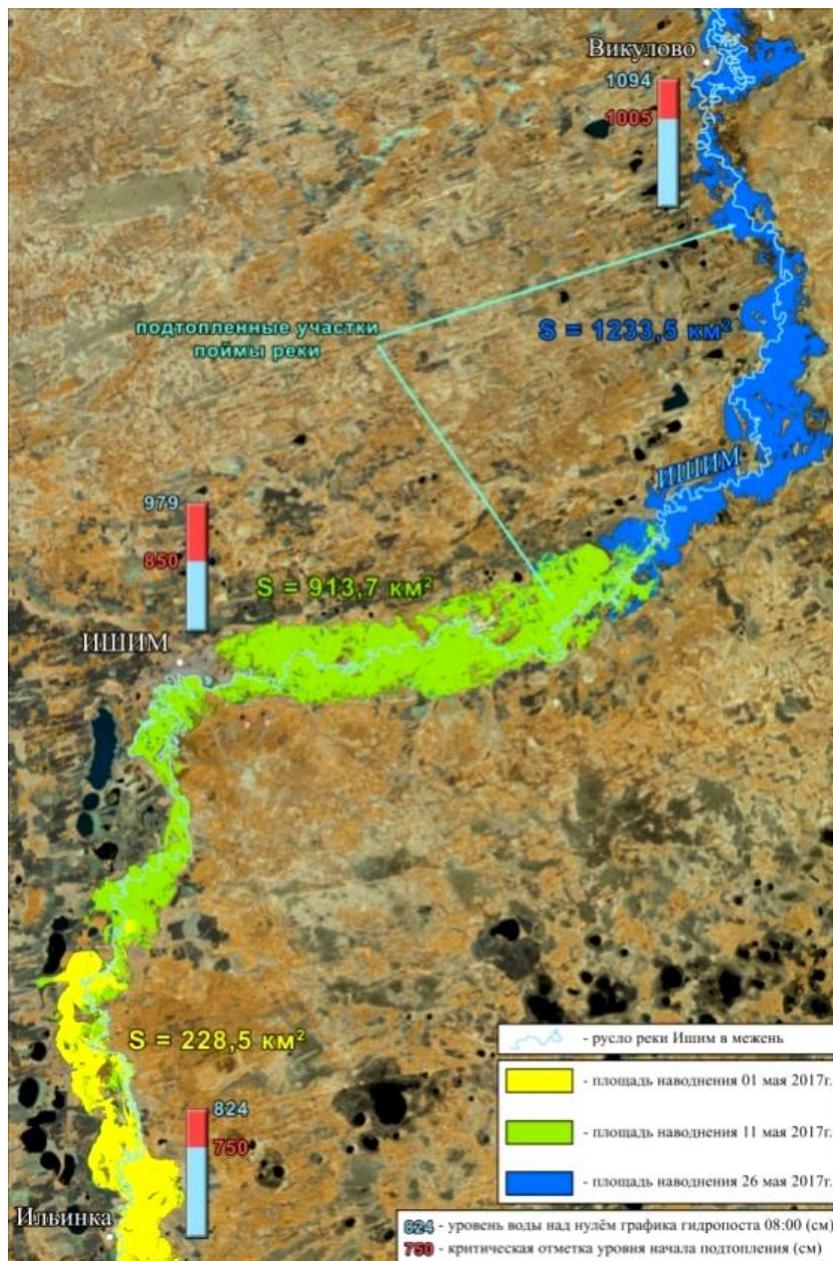


Рис. 1. Карта паводковой обстановки на реке Ишим (Тюменская область) по разновременным спутниковым данным

На территории города Ишим по данным ДЗЗ высокого пространственного разрешения с отечественного КА «Ресурс-П» № 1 от 13 мая 2017 г. с использованием алгоритмов тематической обработки спутниковых данных были выявлены территории подтопленных дачных сообществ, коммуникации, аэродром авиаклуба, оказавшиеся под ударом стихии. По результатам спутникового мо-

нитинга паводковой ситуации были определены максимальные границы зон затопления пойменной части реки в границах города Ишим при наивысшем зафиксированном уровне подъема воды за весь период прохождения паводка. Полученные картографические материалы объективно отражают границы зон затопления и могут быть использованы при территориальном планировании городской застройки и градостроительном проектировании.

Еще одним примером трансграничного сотрудничества между Россией и Казахстаном является предупреждение чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарной обстановкой, требующей эффективных методов обнаружения и ликвидации очагов возгорания на ранней стадии развития.

Техническая оснащенность центров ФГБУ «НИЦ «Планета» позволяет вести круглосуточный спутниковый мониторинг пожарной обстановки не только на территории Российской Федерации, но и за ее пределами. В настоящее время для мониторинга пожарной обстановки используются данные ДЗЗ низкого пространственного разрешения с КА «Terra», «Aqua», «SuomiNPP», «NOAA», среднего пространственного разрешения с КА серии «Ресурс-П», «Метеор-М», «Landsat-8», «Sentinel» и высокого пространственного разрешения с КА серии «Канопус-В» и «Ресурс-П».

Оперативное обнаружение очагов возгорания и мониторинг пожарной обстановки по данным ДЗЗ заключается в выполнении следующих задач:

- обнаружение очагов возгорания;
- выделение фронта пожара;
- определение площади территории пройденной огнем;
- мониторинг распространения дымовых шлейфов;
- расчет степени загрязнения атмосферы над действующими пожарами.

Результатом спутникового мониторинга пожарной обстановки являются: таблицы периодической отчетности о ТВВ (точки вероятного возгорания), карты суточных данных мониторинга пожаров по территориям, открытым от облачности, карты действующих фронтов пожаров, карты гарей, карты распространения дымовых шлейфов и карты аэрозольного индекса атмосферы [3].

На трансграничной территории России и Казахстана с началом сезона снежного покрова и установлением положительных температур воздуха возникает большое количество очагов возгорания. Палы сухой травы, профилактические отжиги и возгорания в результате грозовой деятельности сохраняют риск возникновения длительно действующих пожаров с переходом на степи и лесные массивы, а также несут потенциальную угрозу жителям и инфраструктуре ближайших населенных пунктов.

19 апреля 2017 г. в 14:17 (местного времени) близ населенного пункта Дувановка Павлоградского района Омской области был зафиксирован очаг возгорания площадью 42 га, 20 апреля 2017 г. трансграничный пожар перешел на территорию Уалихановского района Северо-Казахстанской области. По данным дистанционного зондирования Земли от 21 апреля общая площадь выгоревшей территории составила 1 327 га (1 070 га на территории РК и 257 га на террито-

рии РФ). В результате пожара пострадала часть квартальной застройки населенного пункта Дувановка Павлоградского района Омской области (рис. 2).

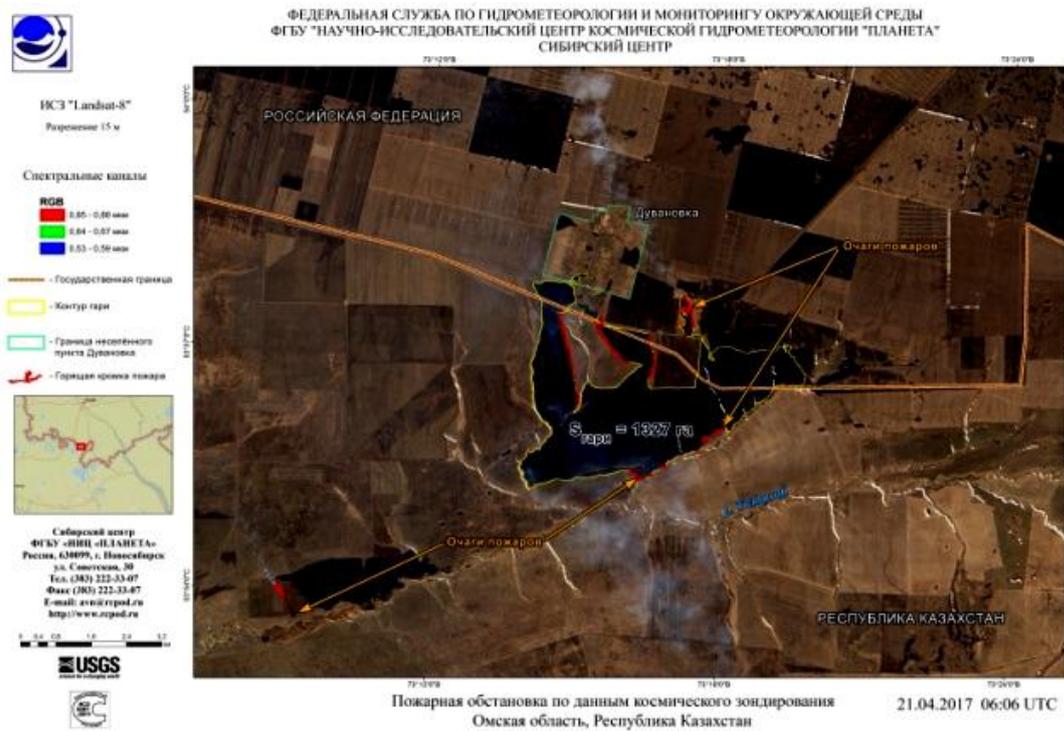


Рис. 2. Карта пожарной обстановки по данным КА «Landsat-8» от 21 апреля 2017 г.

Для обеспечения мониторинга ледовой обстановки Каспийского моря, омывающего берега России и Казахстана, в ФГБУ «НИЦ «Планета» созданы и развиваются специализированные технологии обработки спутниковых данных. В частности, создана технология построения карт ледовой обстановки [4, 5].

Построение карт ледовой обстановки Каспийского моря осуществляется по информации видимого, инфракрасного и микроволнового диапазонов, принимаемой с российских и зарубежных спутников преимущественно в Европейском и Сибирском центрах ФГБУ «НИЦ «Планета», а также данные получаемые оперативно по системе международного обмена EARS, в которую наша организация входит с 2009 г. [6].

В технологии построения карт ледовой обстановки реализованы автоматизированные и интерактивные методы обработки. В автоматизированном режиме осуществляется предварительная обработка спутниковых изображений, интерактивно дешифрируются на космических снимках ледовые параметры: возраст, сплоченность, формы льда, обобщенные характеристики и др. Далее ледовые параметры отображение на карте в соответствии с национальной и международной символикой [7]. Этапы технологии построения ледовых карт представлены на рис. 3.

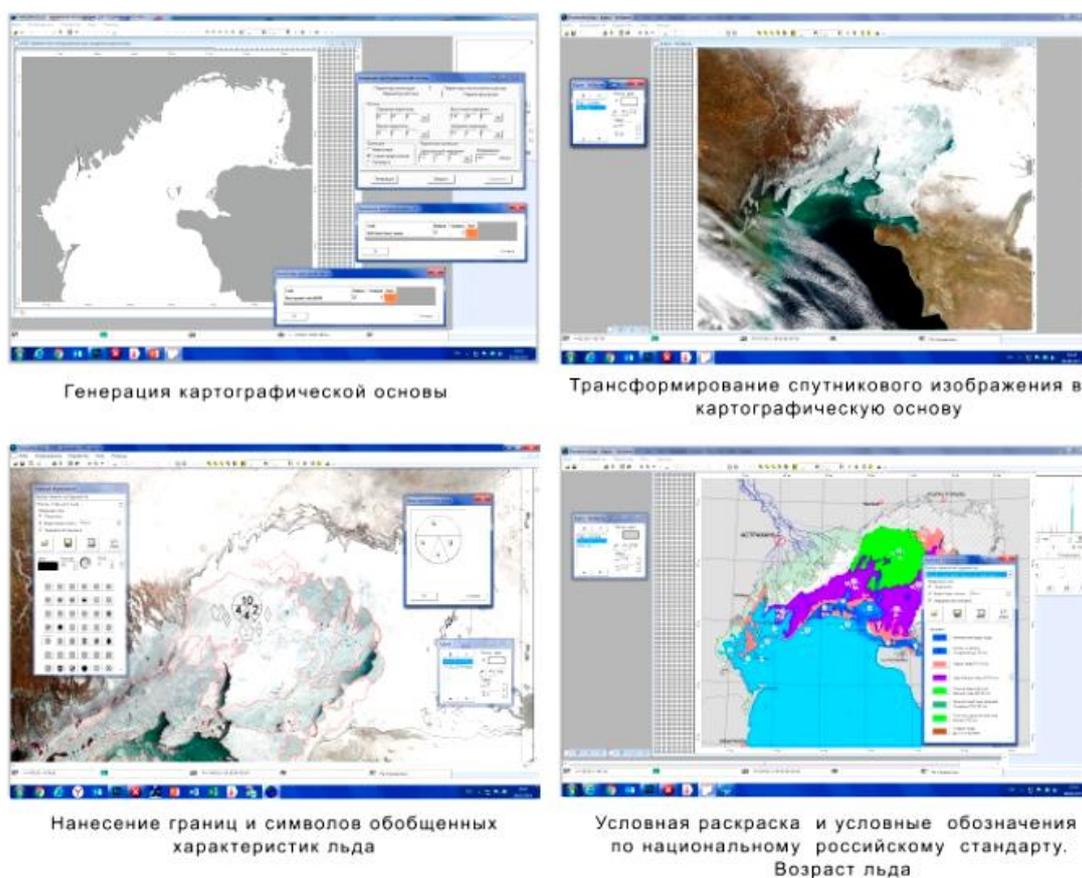


Рис. 3. Этапы технологии построения карт ледовой обстановки

В процессе интерактивного дешифрирования спутниковых изображений проводится оценка возрастного состава льда. При выполнении такой оценки используются данные измерений толщины льда на наземных гидрометеорологических станциях и постах, а также результаты расчета «суммы градусодней мороза» в точках расположения метеорологических станций и гидрологических постов на побережье или островах Северного Каспия.

Для повышения надежности картографирования в условиях облачного покрова построение карт ледовой обстановки производится на основе комплексной обработки спутниковых данных разных спектральных диапазонов и различного пространственного разрешения. По данной технологии в ФГБУ «НИЦ «Планета» ежегодно за ледовый период выпускается 17–20 карт ледовой обстановки Северного Каспия. Карты ледовой обстановки Северного Каспия выпускаются в графическом и векторном форматах; ледовые карты в векторном формате Sigrid-3 размещены на сервере Мирового центра данных по морскому льду. Пример карты ледовой обстановки Северного Каспия, построенной по данным с КА «Метеор-М»/KMCC, «NOAA»/AVHRR и «AQUA»/MODIS представлен на рис. 4.

объектов, а также ряд иных факторов воздействующих на изменение Аральско-го ПТК.

По результатам исследований, проведенных в ФГБУ «НИЦ «Планета», было установлено, что резкое обмеление Аральского моря, начавшееся в 60–70-х гг. XX в., привело к окончательному пересыханию пролива Берга в 1988 г. и разделило его на два изолированных водоема – Северное (Малое) и Южное (Большое) Аральское море. В последующие годы сохранялась тенденция к отрицательной динамике общей площади водного зеркала, которая достигла в 2014 г. значения в 7 230 км². На 2017 г. площадь водной поверхности Аральского моря составляет 12 093 км² (рис. 5).

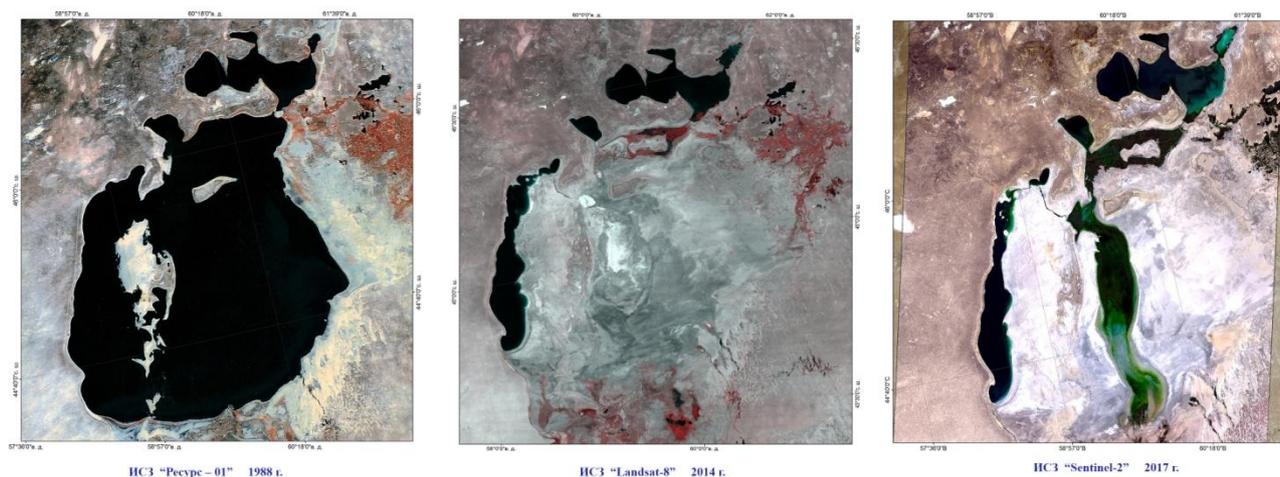


Рис. 5. Мониторинг изменения Аральского природно-территориального комплекса

Опасные явления, возникающие на границе одного государства, несут потенциальную угрозу природным комплексам и населению соседнего государства. С целью уменьшения рисков возникновения и развития чрезвычайных ситуаций использование спутниковой информационной продукции имеет важное значение для отслеживания опасных явлений, таких как наводнения и пожары, а также позволяет оценивать антропогенные воздействия различного характера и экологическую обстановку трансграничных территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новгородцева О. Г., Рылов С. А., Пестунов И. А., Дубровская О. А., Синявский Ю. Н. Технология обработки данных с космических аппаратов «Канопус-В», «Ресурс-П» и «Метеор-М» для мониторинга и картографирования паводковой ситуации // Матер. II Междунар. науч. конф. «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли». – Красноярск : СФУ, 2015. – С. 207–212.
2. Антонов В. Н., Новгородцева О. Г. Мониторинг и картографирование паводковой ситуации в Сибирском федеральном округе // Образовательные ресурсы и технологии. – 2014. – № 5. – С. 81–86.

3. Завьялова Д. Ю., Новикова О. Г., Дубровская О. А., Синявский Ю. Н. Технология обработки данных ДЗЗ для оперативного обнаружения и мониторинга пожарной обстановки в Сибирском федеральном округе // Тезисы докладов XXII рабочей группы «Аэрозоли Сибири». – Томск : ИОА СО РАН, 2015. – С. 99.

4. Кровотынцев В. А., Тренина И. С., Волгутов Р. В., Максимов А. А., Маслова Н. А. Информационная продукция спутникового мониторинга полярных акваторий Земли и замерзающих морей России // Метеоспектр.– 2014. – № 2. – С. 89–98.

5. Асмус В. В., Загребяев В. А., Кровотынцев В. А., Милехин О. Е., Соловьев В. И., Успенский А. Б. Подсистема спутниковых наблюдений Росгидромета // Труды VI Всероссийского метеорологического съезда (г. Санкт-Петербург, 14–16 октября 2009 г.). – СПб., 2011. – С. 49–64.

6. Кровотынцев В. А., Тренина И. С. Информационная продукция спутникового мониторинга арктических акваторий // Применение космических технологий для развития арктических регионов: сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием. – Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова. – Архангельск : ИПЦ САФУ, 2014. – С. 111–119.

7. Международная символика для морских ледовых карт и номенклатура морских льдов / под ред. Б. А. Крутских. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 56 с.

© И. С. Тренина, А. А. Максимов, И. А. Соловьева, О. Г. Новикова, И. В. Рублев, 2018

К ВОПРОСУ КАДАСТРА И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ РОССИИ И КАЗАХСТАНА)

Павел Сергеевич Батин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант, тел. (383)361-01-09, e-mail: batin86@mail.ru

Алексей Викторович Дубровский

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, зав. научно-производственной лабораторией «Дигитайзер», тел. (383)361-01-09, e-mail: avd5@ssga.ru

Олеся Игоревна Малыгина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (383)361-01-09, e-mail: 131379@mail.ru

В статье дано описание проблемы проведения демаркации границы между соседними государствами. Предложен ряд мероприятий с применением современных геотехнологий, цель которых заключается в уточнении прохождения государственной границы. Представлена технологическая последовательность действий при демаркации границы. Дано обоснование необходимости осуществления экологического мониторинга трансграничных территорий.

Ключевые слова: кадастр, мониторинг земель, трансграничные территории, демаркация, делимитация.

TO THE QUESTION OF THE CADASTRE AND MONITORING OF LANDS OF TRANSBOUNDARY TERRITORIES (ON THE EXAMPLE OF RUSSIA AND KAZAKHSTAN)

Pavel S. Batin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D. Student, phone: (383)361-01-09, e-mail: batin86@mail.ru

Alexey V. Dubrovsky

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Head of the Research and Production Laboratory "Digitizer", phone: (383)361-01-09, e-mail: avd5@ssga.ru

Olesya I. Malygina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Senior Lecturer, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (383)361-01-09, e-mail: 131379@mail.ru

The article describes the problem of demarcating the border between neighboring states. A number of measures with the use of modern geotechnologies have been proposed, the purpose of which is to clarify the passage of the state border. The technological sequence of actions during

border demarcation is presented. The rationale for the need for environmental monitoring of transboundary territories is given.

Key words: cadastre, land monitoring, transboundary territories, demarcation, delimitation.

Вопросы, связанные с трансграничными территориями, регулируются как нормами законодательства государства, так и нормами международного права. Кадастровые работы на трансграничных территориях сопряжены со следующими трудностями: в первую очередь это использование разных систем координат у сопредельных государств [1]. Эта проблема решается отчасти наличием демаркационной зоны, которая проходит на определенном расстоянии от демаркационной линии, разделяющей два государства. Демаркационная линия носит временный характер, разделяет два государства или территории с разными сферами влияния различных государств. Часто демаркационные линии проводят с целью установления ограничений на использование определенных территорий. В последующем демаркационная линия (или зона) при проведении определенных видов работ может быть преобразована в государственную границу. Примером демаркационной линии является линия разграничения, проведенная в Германии в 1945 г. и поделившая одно государство на два: Федеративная Республика Германия и Германская Демократическая Республика. В 1990 г. эта демаркационная линия была упразднена и две части Германии были воссоединены (рис. 1, а). Еще одним примером демаркации является демаркационная линия, разделяющая Северную и Южную Корею вдоль линии 38-параллели (рис. 1, б).



а)



б)

Рис. 1. Примеры демаркационных линий:

а) демаркационная линия между ГДР и ФРГ; б) демаркационная линия между Северной и Южной Кореей

Согласование линии прохождения государственной границы решается на уровне государств. В целом на приграничных территориях кадастр ведется в соответствии с методическими рекомендациями для ведения кадастровых работ. Нередки ситуации, когда прохождение границы оспаривается. В первую очередь такие ситуации возникают при установлении, на чьей территории находится определенный природный объект: река, озеро и т. д. Оспаривание может возникнуть и, например, при определении принадлежности участка земли с полезными ископаемыми и т. д. Так, подобная ситуация, по отнесению природного объекта – в данном случае, озера – к территории определенного государства возникла и на участке границы между Россией и Казахстаном. Озеро Сладкое в Купинском районе Новосибирской области принадлежит двум государствам, в соотношении 70 % к Казахстану, 30 % к России (рис. 2) [2].



Рис. 2. Прохождение демаркационной линии между Россией и Казахстаном по озеру Сладкому до 2017 г.

Демаркация государственной границы подразумевает выполнение ряда процедур по достижению соглашения между государствами по прохождению разграничительной линии и ее обозначения на местности пограничными знаками. Сама работа по делимитизации российско-казахстанской границы была завершена в 2005 г., однако работы по демаркации продолжаются еще и в настоящее время [3]. В этом направлении предлагается проведение ряда мероприятий, целью которых, является уточнение прохождения государственной границы:

- создание, восстановление или уточнение опорной межевой сети. Согласование координатных систем между государствами;
- выполнение работ по описанию и координированию прохождения границы.

Периодически возникающие споры по принадлежности той или иной территории при этом должны быть полностью устранены. Данный факт также существенно влияет и на картографирование трансграничных территорий. Существующие карты отображают прохождение границы в достаточно мелком масштабе. Границы, указанные на картах, например, масштабов 1 : 25 000 и

1 : 50 000 достаточно условные и требуют уточнения. Также подобные работы невозможно провести только со стороны одного государства, так как разными государствами используются разные подходы к картографическому отображению территории и степени генерализации объектов топографии. Как вариант решения проблемы информационного обеспечения процедуры трансграничного разграничения является выполнение комплекса аэрофотосъемочных работ на приграничной территории. Однако, здесь возникают трудности связанные с обеспечением безопасности государств и объектов государственной важности, в том числе и секретных объектов. Работа по демаркации границ выполняется по определенной технологии, которая включает следующие этапы работ, представленные на рис. 3 [4].

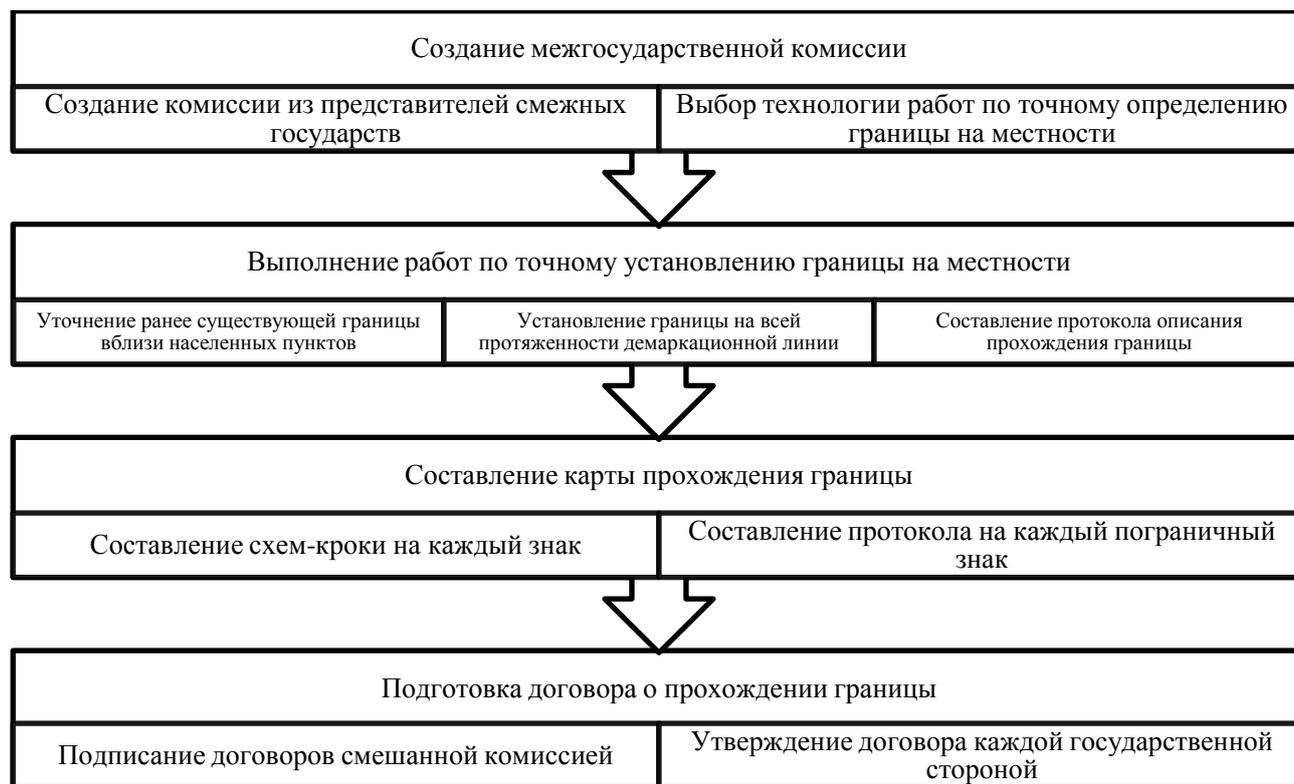


Рис. 3. Последовательность работ при демаркации границы

Более обширным является вопрос мониторинга трансграничных земель. Мониторинг должен осуществляться по следующим основным направлениям.

Во-первых, это проведение мониторинга в рамках системы государственного мониторинга и соблюдения норм природоохранного и экологического законодательства государства. При этом должен быть организован особый контроль состояния трансграничных земель, так как экологические правонарушения могут привести к появлению последствий и на территории сопредельного государства.

Во-вторых, система мониторинга на трансграничных землях должна выявлять нарушения, связанные с различного рода деятельностью на территории

сопредельного государства. Так как, например, к хозяйственной деятельности сопредельного государства не могут быть применены нормы законодательства другой страны, то необходимо уделять повышенное внимание состоянию приграничных земель и выявлять различные виды загрязнения и повлекшие их причины. В качестве примера можно привести мониторинг состояния радиационной обстановки в районе Дальнего Востока при аварии на атомной станции Фукусима в Японии (рис. 4, а) [5]. Изучение природных закономерностей и особенностей трансграничных территорий оказывает существенное влияние на организацию системы мониторинга на этих землях. На рис. 4, б представлена схема океанических течений, которые являются основным переносчиком радиационных вод, выброс которых произошел при аварии на Фукусимской АЭС. Также в качестве примера можно привести открытие новосибирских ученых, которые обнаружили в кольцах сибирской сосны следы ядерных испытаний, которые проводились СССР и США [6].

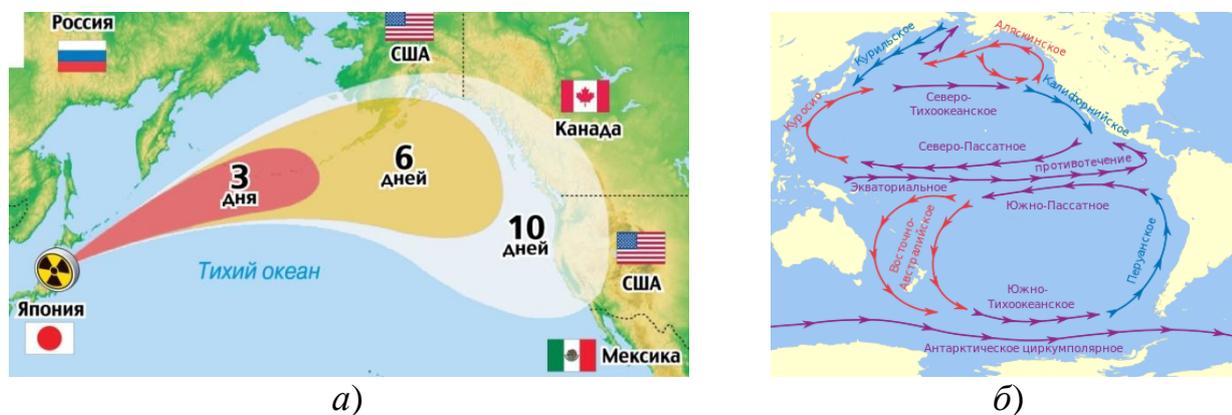


Рис. 4. Пример влияния техногенных катастроф на экологию трансграничных территорий:

а) зона распространения радиационного загрязнения в результате аварии на атомной станции Фукусима (Япония); б) пример влияния трансокеанических течений на перемещения загрязненных радионуклидами вод при аварии на Фукусимской АЭС

При мониторинге земель России с сопредельной территорией Казахстана отдельное внимание должно быть сосредоточено на мониторинге земель вблизи крупных промышленных центров.

Третьим направлением мониторинга земель является проведение совместных программ исследования, направленных на разработку концепций совместного проведения мониторинговых исследований с применением современных геотехнологий [7, 8]. Особо важным является решение этих вопросов в направлении совместного водопользования и соблюдения как международных, так и государственных норм по охране, защите и экологическом благополучии территории. Водные объекты проходят по территориям нескольких государств и способны переносить загрязнения на большую территорию. Водопользование

затрагивает интересы огромного количества водопотребителей и должно быть основано на правовых государственных и международных нормах.

Отдельным направлением межгосударственного сотрудничества в области управления трансграничными территориями должно стать решение вопроса оперативного обновления топографической информации, размещенной на публичных государственных геопорталах. В настоящее время, как отмечено в работе [9]: «...запаздывание в актуальности предоставляемых космических снимков на ресурсе публичной кадастровой карты может составлять до полутора лет, а на некоторых интенсивно осваиваемых территориях при увеличении масштаба изображения происходит смена снимка-подложки, возраст которой может быть более 5 лет». Также необходимо проводить работы «по повышению качества данных по объектам недвижимости в едином государственном реестре недвижимости» [10, 11].

Дружеский, открытый диалог между странами-соседями имеет огромное значение, как с позиции решения общих задач социального и экономического развития трансграничных территорий, так и с позиции обеспечения экологического благополучия и безопасности населения. Несомненно, формирование такого диалога невозможно без решения вопросов территориального разграничения и организации системы «прозрачного» экологического мониторинга трансграничных земель.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рожков-Юрьевский Ю. Д. К вопросу установления государственных границ и разграничения морских пространств Российской Федерации на участке Калининградской области // Вестн. БФУ им. И. Канта. – 2013. – № 3. – С. 11–15.
2. Казахстан получил Сладкое [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.gazeta.ru/politics/2017/08/15_a_10833182.shtml.
3. Бичехвост А. Ф. Российско-казахстанская граница как стабилизирующий фактор на юго-востоке постсоветского геополитического пространства // Границы безопасности и безопасность границ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2001. – С. 193–208.
4. О государственной границе Российской Федерации [Электронный ресурс] : федеральный закон от 01.04.1993 № 4730-1. – Режим доступа : <http://base.garant.ru/10103372/>.
5. Калифорния в опасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://okoplanet.su/phenomen/phenomenday/303903-gudbay-kaliforniya.html>.
6. В российских соснах нашли углерод от ядерных испытаний США. Мир 24 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mir24.tv/news/16280822/v-rossiiskih-sosnah-nashli-uglerod-ot-yadernyh-ispytanii-ssha>.
7. Карпик А. П. Оценка возможностей мониторинга земель территорий спутниковым методом // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 3–6.
8. Elements of Geoinformation Support of Natural Resource Management System / A. V. Dubrovsky, I. T. Antipov, A. I. Kalenitsky, A. P. Guk // International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR). – 2018. – Vol-9, Issue-1. – P. 1185–1202.
9. Хлебникова Е. П., Мирошникова О. А. Особенности функционирования единой картографической основы публичной кадастровой карты // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление

недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 12–17.

10. Дорош М. П. Результаты работ по повышению качества данных в Едином государственном реестре недвижимости на территории Новосибирской области // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 107–116.

11. Батин П. С., Дубровский А. В., Рунковская Г. А. Классификация видов реестровых ошибок и причин их низкого выявления // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 82–86.

© П. С. Батин, А. В. Дубровский, О. И. Малыгина, 2018

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ. НОВЕЛЛЫ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Денис Николаевич Волежжанин

Ханты-Мансийский филиал ФАУ «Главгосэкспертиза России», 628001, Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Бориса Щербины, 1, главный специалист отдела строительных решений и инженерного обеспечения, тел. (346)731-89-13, доп. 5032, e-mail: d.volegzhanin@gge.ru

Приведено описание актуальных изменений, внесенных в законодательство Российской Федерации о градостроительной деятельности и о техническом регулировании в части, касающейся выполнения инженерных изысканий. Рассмотрены вопросы саморегулирования в области выполнения инженерных изысканий, приведены требования к специалистам по организации инженерных изысканий. Рассмотрен порядок применения общих требований и правил выполнения инженерных изысканий, установленных сводами правил СП 47.13330.2012 и СП 47.13330.2016 «Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96».

Ключевые слова: градостроительная деятельность, техническое регулирование, государственная экспертиза, результаты инженерных изысканий, саморегулируемая организация, реестр членов СРО, организация инженерных изысканий, главный инженер проекта.

STATE EXPERTISE OF RESULTS OF ENGINEERING SURVEYS. LEGISLATION

Denis N. Vologzhanin

Khanty-Mansiysk Branch of the FAA "Glavgosexpertiza of Russia", 1, Boris Shcherbina St., Khanty-Mansiysk, 628001, Russia, Chief Specialist, Department of construction solutions and Engineering Support, phone: (346)731-89-13, extension 5032, e-mail: d.volegzhanin@gge.ru

The description of the actual changes made to the legislation of the Russian Federation on urban planning and technical regulation in the part relating to the implementation of engineering surveys. The questions of self-regulation in the field of engineering surveys, the requirements for specialists in the organization of engineering surveys. The order of application of the General requirements and rules of the engineering studies established sets of rules 47.13330.2012 SP and SP 47.13330.2016 "Set of rules. Engineering surveys for construction. Fundamentals. Updated version of SNiP 11-02-96".

Key words: town-planning activity, technical regulation, state expertise, results of engineering surveys, self-regulatory organization, register of SRO members, organization of engineering surveys, chief engineer of the project.

Актуальной задачей изыскателей и проектировщиков страны является внедрение цифровой модели производства проектно-изыскательских работ, как составной части обозначенного Президентом Российской Федерации перехода к цифровой экономике, формированию информационного общества.

В последние годы использование современных технологий при производстве инженерных изысканий для проектирования и строительства неуклонно расширяется. Изыскатели-геодезисты все чаще применяют в своей работе спут-

никовую аппаратуру, геоинформационные системы, специализированные системы для обработки материалов инженерно-геодезических изысканий.

Государственная экспертиза также не стоит в стороне от преобразований. С 1 января 2017 г. проектная документация и результаты инженерных изысканий, а также иные документы, необходимые для проведения государственной экспертизы, представляются в организацию по проведению государственной экспертизы в электронной форме (за исключением случаев, когда проектная документация и результаты инженерных изысканий содержат сведения, составляющие государственную тайну) [1]. Требования к формату документов, представляемых в электронной форме, утверждены приказом Минстроя России от 12.05.2017 № 783/пр [2].

Как известно, предметом экспертизы является оценка соответствия результатов инженерных изысканий требованиям технических регламентов. Правительство Российской Федерации утверждает перечень национальных стандартов и сводов правил (либо их частей), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Технического регламента о безопасности зданий и сооружений [3].

Кроме того, национальным органом Российской Федерации по стандартизации, в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании утверждается, публикуется и размещается в информационной системе общего пользования перечень документов в области стандартизации, применение которых на добровольной основе обеспечивает соблюдение требований Технического регламента о безопасности зданий и сооружений [4].

С 1 июля 2017 г. введен в действие свод правил «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96» СП 47.13330.2016 [4, 5, 7]. СП 47.13330.2016 относится к документам в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Технического регламента о безопасности зданий и сооружений.

В связи с тем, что СП 47.13330.2016 не относится к перечню национальных стандартов и сводов правил обязательного применения, существует ряд особенностей его применения.

Так, представленные на экспертизу результаты инженерных изысканий, разработка которых начата после 1 июля 2015 г. и до 30 июня 2017 г., проверяются на соответствие обязательным и добровольным требованиям свода правил «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96» СП 47.13330.2012 [3, 6].

До внесения изменений в Перечень национальных стандартов и сводов правил представленные на экспертизу результаты инженерных изысканий, разработка которых начата после 30 июня 2017 г., проверяются на соответствие обязательным требованиям СП 47.13330.2012 и добровольным требованиям СП 47.13330.2016 в части, не противоречащей требованиям Перечня национальных стандартов и сводов правил.

Поэтому еще на стадии подготовки технического задания и разработки программы изысканий необходимо четко представлять, какие нормативно-технические документы обязательного и добровольного применения будут использоваться при выполнении проверки соответствия результатов инженерных изысканий требованиям технических регламентов. Датой начала разработки результатов инженерных изысканий считается дата начала работ, указанная в договоре подряда (либо в календарном плане).

С 1 июля 2017 г. работы по договорам о выполнении инженерных изысканий, заключенным с застройщиком, техническим заказчиком или лицом, получившим разрешение на использование земель или земельного участка для выполнения инженерных изысканий, должны выполняться только индивидуальными предпринимателями или юридическими лицами, которые являются членами саморегулируемых организаций в области инженерных изысканий (за исключением случаев, предусмотренных ст. 47 Градостроительного кодекса Российской Федерации) [8]. Выполнение инженерных изысканий по таким договорам обеспечивается специалистами по организации инженерных изысканий (главными инженерами проектов). Работы по договорам субподряда о выполнении инженерных изысканий могут выполняться индивидуальными предпринимателями или юридическими лицами, не являющимися членами таких саморегулируемых организаций.

Исходя из вышеизложенного, субподрядным организациям членство в саморегулируемой организации (далее – СРО) не требуется. Отсутствие такого членства с одной стороны упрощает жизнь изыскательским организациям, так как для них отпадает необходимость соответствовать требованиям, установленным СРО к своим членам. Но с другой стороны, такая изыскательская организация лишается права заключать договоры подряда на выполнение инженерных изысканий с использованием конкурентных способов определения подрядчиков (исполнителей) в сфере закупок работ, услуг. Субподрядная организация может являться членом СРО, но при этом предоставление выписки из реестра членов СРО для прохождения государственной экспертизы не является обязательным.

С 1 июля 2017 г. не допускается осуществление предпринимательской деятельности по выполнению инженерных изысканий на основании выданного СРО свидетельства о допуске к определенному виду или видам работ по инженерным изысканиям, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства [9].

С 1 июля 2017 г. начал действовать институт специалистов по организации инженерных изысканий – физических лиц, которые имеют право осуществлять в соответствии с трудовым договором трудовые функции в области организации выполнения работ по инженерным изысканиям в должности главного инженера проекта, и сведения о которых включены в национальный реестр специалистов в области инженерных изысканий [8].

Сведения об этом физическом лице включаются соответствующим Национальным объединением саморегулируемых организаций соответственно в национальный реестр специалистов в области инженерных изысканий на основа-

нии заявления физического лица при условии его соответствия следующим требованиям:

- 1) наличие высшего образования по профессии, специальности или направлению подготовки в области строительства;
- 2) наличие стажа работы в организациях, выполняющих инженерные изыскания, на инженерных должностях не менее чем три года;
- 3) наличие общего трудового стажа по профессии, специальности или направлению подготовки в области строительства не менее чем десять лет;
- 4) повышение квалификации специалиста по направлению подготовки в области строительства не реже одного раза в пять лет;
- 5) наличие разрешения на работу (для иностранных граждан).

Специалисты по организации инженерных изысканий привлекаются индивидуальным предпринимателем или юридическим лицом по трудовому договору в целях организации выполнения работ по инженерным изысканиям.

У индивидуального предпринимателя или юридического лица, являющихся членами СРО, должно быть не менее двух специалистов в области организации инженерных изысканий по месту основной работы. Иные работники члена СРО неправомерно выполнять должностные обязанности специалиста по организации инженерных изысканий.

К должностным обязанностям специалистов по организации инженерных изысканий относятся:

- 1) подготовка и утверждение заданий на выполнение работ по инженерным изысканиям;
- 2) определение критериев отбора участников работ по выполнению инженерных изысканий и отбор исполнителей таких работ, а также по координации деятельности исполнителей таких работ;
- 3) представление, согласование и приемка результатов работ по выполнению инженерных изысканий;
- 4) утверждение результатов инженерных изысканий.

Следует сделать оговорку, что подготовка и утверждение заданий на выполнение работ по инженерным изысканиям, утверждение результатов инженерных изысканий выполняется специалистом по организации инженерных изысканий в случае, если по совокупности норм Градостроительного кодекса застройщик (или технический заказчик) должен являться членом СРО, а сам специалист является работником застройщика или технического заказчика.

Определение критериев отбора участников работ по выполнению инженерных изысканий и отбор исполнителей, координация деятельности исполнителей работ, представление, согласование и приемка результатов работ – важная функция специалиста по организации инженерных изысканий. От того, насколько профессионально он будет выполнять эти должностные обязанности, напрямую зависят качество, сроки и полнота выполнения изыскательских работ.

Специалист по организации инженерных изысканий становится по-настоящему важной фигурой, руководящей всем ходом изыскательских работ, являющейся связующим звеном между подразделениями исполнителя, субпод-

рядными организациями и проектировщиками. Ответственность такого специалиста также высока. Сведения о специалисте исключаются из национального реестра специалистов в случаях:

1) если по вине специалиста осуществлялись выплаты из компенсационных фондов СРО и эта вина установлена судом (в том числе на основании обращения СРО);

2) в случае привлечения специалиста к административной ответственности два и более раза за аналогичные правонарушения, допущенные при выполнении инженерных изысканий, в отношении одного объекта капитального строительства, допущенные при осуществлении строительства, реконструкции, капитального ремонта одного объекта капитального строительства (в том числе на основании обращения СРО);

3) если индивидуальный предприниматель или юридическое лицо, работником которого является специалист, по его вине включены в реестр недобросовестных поставщиков (подрядчиков, исполнителей) и вина специалиста установлена судом (на основании обращения индивидуального предпринимателя или юридического лица).

Появление института специалистов по организации инженерных изысканий и предъявляемые к ним требования, ставят перед высшими учебными заведениями задачу подготовки специалистов, которые по достижению десятилетнего стажа работы по специальности смогут решать поставленные перед ними задачи главного инженера проекта в области инженерных изысканий. Таким высшим учебным заведением вполне может стать Сибирский государственный университет геосистем и технологий, имеющий богатые традиции подготовки профессионалов в сфере геодезии и картографии (далее – СГУГиТ).

Открыв в университете специализацию «Организация инженерных изысканий» в рамках специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия» либо в рамках направления подготовки 21.04.03 (магистратура) «Геодезия и дистанционное зондирование», СГУГиТ обеспечит кадровые потребности проектно-изыскательских организаций страны.

Выпускники данной специализации должны обладать фундаментальными знаниями в области геодезии и дистанционного зондирования, в области законодательства Российской Федерации о градостроительной деятельности и о техническом регулировании в части, касающейся выполнения инженерных изысканий, уметь применять полученные знания на практике, понимать взаимосвязь между различными видами инженерных изысканий, обеспечивать взаимодействие между различными подразделениями предприятия и субподрядчиками, осуществлять нормативный контроль всех выполняемых работ.

Выражаю свою искреннюю благодарность Игорю Александровичу Мусихину, проректору по международной и инновационной деятельности Сибирского государственного университета геосистем и технологий, за помощь в написании этой статьи. Его профессиональные дружеские советы помогли мне сделать излагаемый материал понятным для читателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий [Электронный ресурс] : постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2007 № 145. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Об утверждении требований к формату электронных документов, представляемых для проведения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий и проверки достоверности определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства [Электронный ресурс] : приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 12.05.2017 № 783/пр. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс] : постановление Правительства Российской Федерации от 26.12.2014 № 1521. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс] : приказ Росстандарта от 30.03.2015 № 365. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. СП 47.13330.2016 (Утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30.12.2016 № 1033/пр).
6. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. СП 47.13330.2012 (Утвержден Приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой России) от 10.12.2012 № 83/ГС).
7. Об утверждении СП 47.13330 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» [Электронный ресурс] : приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30.12.2016 № 1033/пр. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. О введении в действие Градостроительного кодекса Российской Федерации [Электронный ресурс] : федеральный закон от 29.12.2004 № 191-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

© Д. Н. Волегжанин, 2018

ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Георгий Айратович Яловик

Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу, 630091, г. Новосибирск, ул. Каменская, 74, кандидат геолого-минералогических наук, директор, тел. (383)224-77-07, e-mail: fgusfo@geosib.ru

Владимир Николаевич Терехов

Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу, 630091, г. Новосибирск, ул. Каменская, 74, кандидат геолого-минералогических наук, главный геолог, тел. (383)224-48-95, e-mail: terekhov@geosib.ru

Показаны проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых в Сибирском федеральном округе и способы их решения.

Ключевые слова: твердые полезные ископаемые, добыча, прирост, воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр.

THE PROBLEMS OF REPLENISHING THE RESERVES OF THE SOLID MINERAL RESOURCES BASE IN THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT

Georgiy A. Yalovik

Territorial Geological Information Fund for the Siberian Federal District, 74, Kamenskaya St., Novosibirsk, 630091, Russia, Ph. D., Director, phone: (383)224-77-07, e-mail: fgusfo@geosib.ru

Vladimir N. Terekhov

Territorial Geological Information Fund for the Siberian Federal District, 74, Kamenskaya St., Novosibirsk, 630091, Russia, Ph. D., Chief Geologis, phone: (383)224-48-95, e-mail: terekhov@geosib.ru

The problems of replenishing the reserves of the solid mineral resources base in the Siberian Federal District and methods for their solution are shown.

Key words: solid minerals, mining, increment, replenishing the reserves of the solid mineral resources base, geological study of mineral resources.

При поверхностном взгляде на состояние минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых может сложиться ложное впечатление о том, что все месторождения уже разведаны, балансовых запасов хватит на многие поколения и необходимости в дальнейшем геологическом изучении территории Сибирского федерального округа больше нет (рис. 1).

Так, при существующем уровне добычи, разведанных запасов угля бурого хватит на почти 1 458 лет, угля каменного – на более чем 260 лет, молибдена – на 300 лет.

Проблема в том, что это средние показатели и распределены они по всему округу. Обеспеченность запасами субъектов РФ и тем более действующих предприятий значительно отличается от средней (рис. 2).

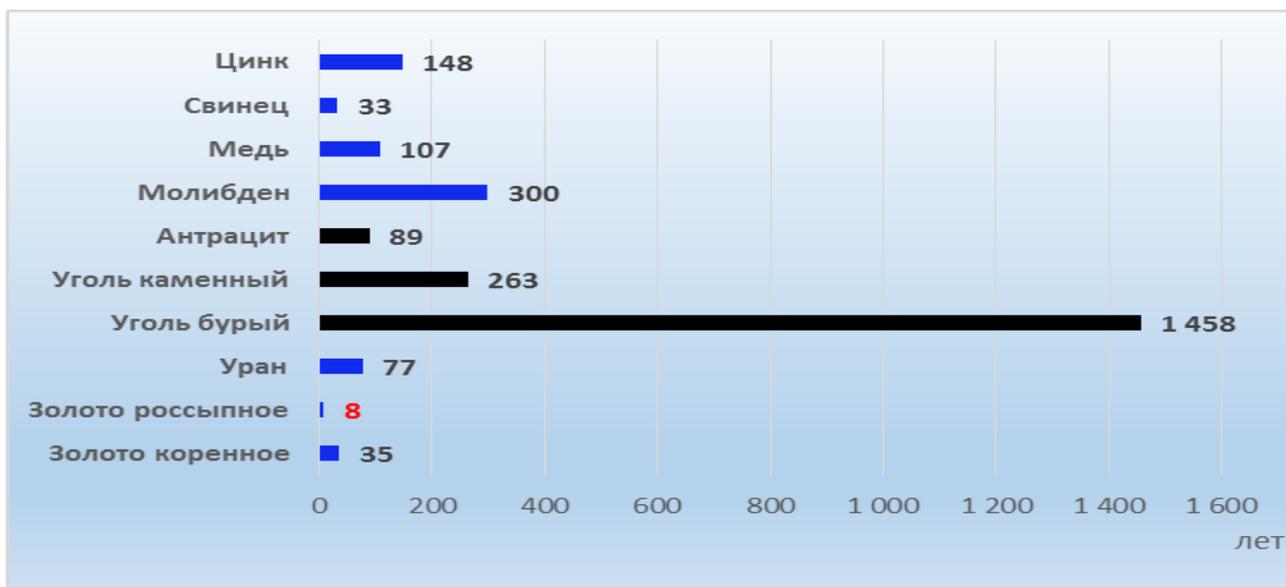


Рис. 1. Обеспеченность Сибирского федерального округа балансовыми запасами ($A + B + C_1$) основных полезных ископаемых (подготовлено по данным Территориальных балансов запасов)

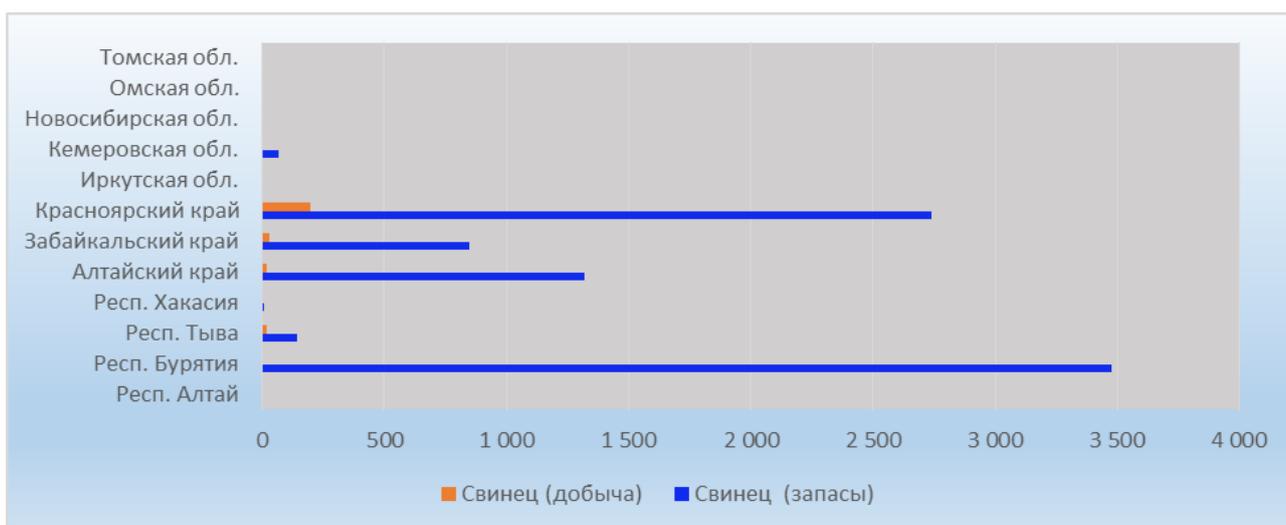


Рис. 2. Распределение запасов ($A + B + C_1$) и добычи свинца (тыс. т) по субъектам РФ Сибирского федерального округа (подготовлено по данным Территориальных балансов запасов)

При условии поддержания достигнутого уровня добычи полезных ископаемых и непроведения работ по воспроизводству минерально-сырьевой базы, срок отработки остаточных запасов составит: в Республике Алтай золота коренного – 10 лет, россыпного – 10 лет; в Республике Бурятия золота коренного – 9 лет, россыпного – 8 лет; в Республике Тыва свинца и цинка – 8 лет, золота коренного – 1 год, россыпного – 6 лет; в Алтайском крае золота россыпного

8 лет, барита – 16 лет; в Забайкальском крае золота россыпного – 8 лет; в Красноярском крае сурьмы – 8 лет, свинца – 14 лет, золота коренного – 19 лет, россыпного – 6 лет; в Иркутской области – золота россыпного 6 лет, чароита – 14 лет. Если смотреть по отдельным разрабатываемым месторождениям или горнодобывающим предприятиям, то минимальные сроки могут быть еще меньше. Принимая во внимание, что средний срок геологического изучения коренного месторождения (зависит от крупности и сложности строения месторождения) от выявления до начала эксплуатации составляет не менее 15–20 лет, то ситуация с запасами отдельных полезных ископаемых близка к катастрофической. Недропользователи могут отсрочить исчерпание запасов разведкой на флангах месторождений и на глубину, переводом запасов категории C_2 и прогнозных ресурсов в запасы промышленных категорий, либо получить лицензию на геологическое изучение и отработку месторождений расположенных поблизости (при наличии). Локализацией и оценкой новых площадей, перспективных для выявления месторождений, в нашей стране традиционно занимается государство.

В отдельных случаях горнодобывающие предприятия прекращают деятельность по добыче полезных ископаемых по организационным, экономическим и иным причинам. Наглядным примером этому могут служить ЗАО «Салаирский горно-химический комбинат», разрабатывавший в Кемеровской области месторождения Кварцитовая сопка, Первомайский и Первый рудник «законсервированные» в 2013 г. «в связи с низкой рентабельностью» головным предприятием, для которого Салаирский ГОК являлся непрофильным активом. Остаточные запасы разрабатывавшихся месторождений и запасы медно-колчеданных руд в месторождениях разведанных в непосредственной близости, могли бы обеспечить многолетнюю добычу свинцово-цинковых руд. Салаирский ГОК являлся градообразующим предприятием для г. Салаир, большинство жителей которого лишились рабочих мест.

Уровень обеспеченности запасами зависит от нескольких факторов – количества начальных запасов, уровня ежегодной добычи и уровня воспроизводства минерально-сырьевой базы. В СССР обязательным условием было планирование прироста запасов полезных ископаемых в количествах не менее чем было погашено при добыче. В постсоветское время прирост запасов, как правило, был существенно меньше чем объем добычи, к тому же увеличение объемов добычи, приводит к ускоренному уменьшению запасов. Показательным примером этому может служить график динамики изменения обеспеченности запасами свинца при увеличении объемов добычи в Сибирском федеральном округе (рис. 3), где показано, что за 7 лет, при постепенном увеличении уровня добычи свинца от 122 тыс. т в 2010 г. до 259 тыс. т – в 2016 г., обеспеченность запасами свинца в Сибирском федеральном округе уменьшилась почти в 3 раза – с 94 до 33 лет.

Таким образом происходит исчерпание запасов разрабатываемых месторождений твердых полезных ископаемых, усугубляющееся еще и диспропорцией географического размещения месторождений. Месторождения находя-

щиеся в неблагоприятных географо-экономических условиях, нередко оказываются невостребованными. Некоторые месторождения оказались в пределах особо охраняемых территорий и также не могут быть переданы в недропользование, но продолжают учитываться Государственным балансом запасов.

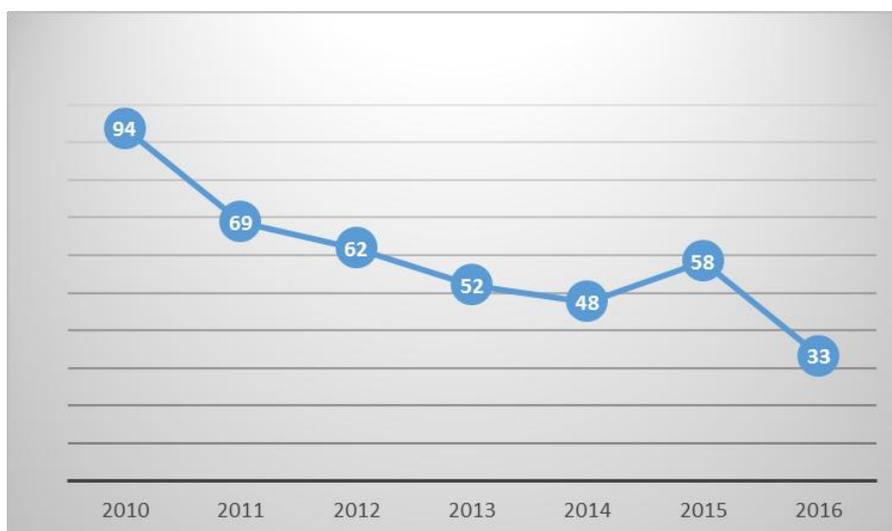


Рис. 3. Динамика изменения обеспеченности запасами свинца при увеличении объемов добычи в Сибирском федеральном округе (количество лет) (подготовлено по данным Территориальных балансов запасов)

Для урегулирования сложившейся ситуации следовало бы усилить влияние и контроль государства в сфере геологического изучения недр и недропользования. Вместо этого с 2014 г. происходит планомерное уменьшение финансирования работ, выполняемых за счет средств федерального бюджета (рис. 4).



Рис. 4. Динамика финансирования геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые в России (млрд руб.) по информации Роснедра [1]

В соответствии со стратегией развития геологической отрасли Российской Федерации до 2030 г., начиная с 2020 г. должно прекратиться выполнение поисковых работ и, с этого момента, средства федерального бюджета планируется направлять преимущественно на региональное геологическое изучение территории Российской Федерации. Разумеется, финансирование региональных работ на том же уровне на котором оно осуществляется сейчас крайне недостаточно. Картографирование масштаба 1 : 1 000 000 – 1 : 200 000 не может решить задачи, поставленные в «Стратегия развития геологической отрасли до 2030 года» [2].

Наиболее полно понятие «региональное государственное геологическое изучение недр» отвечает геологическая съемка масштаба 1 : 50 000, сопровождающаяся общими поисками того же масштаба на все виды полезных ископаемых в пределах изучаемой территории. И именно этим видом работ следует заменить поисковые работы. Фактически сейчас целая отрасль живет, по сути, только на том, что было открыто в СССР и большая часть месторождений была выявлена в результате общих поисков при выполнении региональных работ. Современное картографирование сводится преимущественно к составлению современных карт геологического содержания и аналитическому переосмыслению ретроспективных материалов. Полевые работы выполняются в мизерном объеме.

Следующей важной государственной задачей является разработка новых инновационных технологий добычи и переработки бедных и упорных руд, для вовлечения в эксплуатацию неэкономичных и забалансовых запасов, а также выполнение опытно-методических, научных и тематических исследований.

Необходимо продолжить дальнейшие изменения в части упрощения процедур представления в пользование участков недр для геологического изучения и добычи полезных ископаемых, начало которым было положено в 2016 г. В результате, уже в 2017 г., инвестиции недропользователей в геологоразведочные работы существенно увеличились (рис. 4). Назрела необходимость пересмотреть и упростить условия добычи полезных ископаемых из техногенных образований.

Экономическое благосостояние России базируется и, очевидно еще долго будет базироваться преимущественно на минерально-сырьевых ресурсах страны, поэтому уже сейчас нужно заботиться, чтобы они были и в будущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Киселев Е. А. Основные результаты работы Федерального агентства по недропользованию в 2017 году и приоритетные задачи на 2018 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rosnedra.gov.ru/article/9726.html>.

2. Стратегия развития геологической отрасли до 2030 года [Электронный ресурс] : утв. решением Правительства РФ от 21.06.2010 № 1039-р. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

© Г. А. Яловик, В. Н. Терехов, 2018

КОМПОЗИТНЫЕ ИНДЕКСЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА. РЕЙТИНГИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ СТРАН

Алексей Александрович Фёдоров

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории моделирования и анализа экономических процессов, тел. (903)902-97-47, e-mail: fedorov.aleko@mail.ru

В рамках ответа на вопрос о распространения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и информатизации общества в целом, рассматриваются подходы по измерению последней в различных областях жизни. Как измерить общий уровень информатизации общества, а также развитие отдельных направлений использования ИКТ? Как определить рейтинги стран по критерию информатизации, в частности России? Целью работы ставится аналитический обзор инструментария по измерению уровня информатизации стран и установление рейтинга России согласно различным методикам, базирующимся на композитных индексах. В качестве метода используется анализ существующих подходов измерения информатизации, анализ динамики значений индексов, выявление природы и схем расчета таких индексов. Результатом являются сводные таблицы с рейтингом России по различным критериям информатизации.

Ключевые слова: информатизация, индекс, информационно-коммуникационная технология, рейтинг, сетевой мир, электронное правительство, цифровая возможность.

COMPOSITE INDEXES FOR MEASUREMENT OF INFORMATIZATION OF SOCIETY. RATINGS OF INFORMATIZATION OF THE COUNTRIES

Aleksey A. Fedorov

Institute of Economics and Organization of Industrial Production, 17, Prospect Akademik Lavrentiev St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Researcher, Laboratory of Modelling and Analysis of Economical Process, phone: (903)902-97-47, e-mail: fedorov.aleko@mail.ru

Within the answer to a question about distribution of the information and communication technologies (ICT) and informatization of society in general, approaches on measurement of the last life in various areas are considered. How to measure the general level of informatization of society and also development of the separate directions of use of ICT? How to determine the ratings of the countries by criterion of informatization, in particular Russia? The purpose of the work puts the state-of-the-art review of tools on measurement of level of informatization of the countries and establishment of rating of Russia according to various techniques which are based on composite indexes. As a method of the analysis of the existing informatization measurement approaches, the analysis of dynamics of values of indexes, identification of the nature and schemes of calculation of such indexes is used. Summary tables with the rating of the Russia by various criteria of informatization is the result.

Key words: informatization, index, information-communication technology, rating, network world, electronic government, digital opportunity.

Введение

Очевидно, что все больше мы соприкасаемся с информатизацией общества. В нашу повседневную жизнь приходят инструменты и сервисы информационно-коммуникационных технологий (ИКТ/ИСТ). С учетом такого повсеместного распространения ИКТ мы можем говорить о степени информатизации общества в целом. В таком случае, как измерить общий уровень информатизации общества, а также развитие отдельных направлений использования ИКТ? Это представляет собой отдельную задачу в региональном, национальном и планетарном масштабах. Данная задача актуальна для всех стран, а ее решение имеет как теоретическую, так и практическую значимость для широкого круга специалистов.

Одной из целей работы ставится задача обозначить инструментарий, посредством которого определяется уровень информатизации общества. И при помощи такого инструментария предполагается выявить разностороннее местоположение России в рейтингах стран относительно степени информатизации по разным направлениям жизни. В статье сфокусировано внимание на композитных индексах, на основе значений которых формируют рейтинги для стран и регионов. В силу того, что ИКТ проникают во все области жизни, то естественным образом формируются направления внедрения и последующего развития ИКТ. За каждое такое направление отвечает свой индекс, значение которого показывает уровень развития страны (географического региона) по данному направлению.

Методы и материалы

Для достижения основной цели работы изучаются индексы, которые характеризуют развитие информационного общества, на основе материалов международных профильных организаций [3–5]. К таким индексам относятся следующие общеизвестные: (а) Индекс развития информационно-коммуникационных технологий или Индекс развития ИКТ (ICT Development Index / IDI), (b) Индекс готовности к сетевому миру или Индекс сетевой готовности (Networked Readiness Index / NRI), (c) Индекс готовности стран к электронному правительству (E-Government development / E-Government Readiness Index / EGRI), (d) Индекс цифровых возможностей (Digital Opportunity Index / DOI), (e) Индекс электронной готовности (E-readiness). Здесь рассматриваются первые три индекса (а), (b) и (c). Такой выбор обусловлен их всеобщей применимостью, а также тем, что именно эти три индекса находятся в фокусе внимания Минкомсвязи России как инструментарий по анализу развития информационного общества в нашей стране. Рассмотрим подробно (а), (b) и (c).

Индекс развития информационно-коммуникационных технологий

Данный индекс также называют Индексом развития ИКТ (ICT Development Index / IDI). Индекс рассчитывается ежегодно по методике Международного

союза электросвязи (International Telecommunication Union / ITU, www.itu.int), специализированного подразделения ООН, определяющего мировые стандарты в области ИКТ [1]. Международный союз электросвязи был создан в 1865 г., а в настоящее время в организацию входит 193 страны и почти 800 организаций частного сектора и академических организаций. Штаб-квартира МСЭ находится в Женеве, в Швейцарии. Кроме того, созданы 12 региональных и зональных отделений по всему миру. Индекс развития ИКТ используется Минкомсвязи России как инструмент для анализа развития информационного общества в нашей стране. Также он входит в Стратегию 2020 развития России [2]. Данный индекс сводит 11 показателей (индикаторов, оснований) в единый критерий, который можно использовать в качестве инструмента для проведения сравнительного анализа на глобальном, региональном и национальном уровнях. Значения этих показателей информируют об уровне доступа к ИКТ (ИКТ-доступ), уровне использования ИКТ (ИКТ-использование), а также уровне практического владения ИКТ (ИКТ-способности) этими технологиями.

В 2016 г., согласно данному индексу, Россия заняла 43-е место в рейтинге из 175 стран со значением индекса равным 6,95 [3, с. 12].

Природа индекса

На качественном уровне природа индекса развития ИКТ характеризуется тремя стадиями, реализация которых приближает нас к информационному обществу [3, с. 8–9]. Индекс развития ИКТ строится на основе трех субиндексов: субиндекс доступа, субиндекс использования и субиндекс навыков. В свою очередь, каждый из этих субиндексов объединяет свой набор показателей (индикаторов) в отдельную группу: Группа 1 – ИКТ-доступ (ICT Access), Группа 2 – ИКТ-использование (ICT Use), Группа 3 – ИКТ-навыки (ICT Skills). Группа 1 содержит пять показателей, Группы 2 и 3 – по три показателя каждая.

Расчетная и качественная схемы для индекса

Агрегирование показателей происходит с весами [3, с. 9]. Для Группы 1 показатели агрегируются с весом 0,2 каждый. Для Групп 2 и 3 показатели агрегируются с весом 0,33 каждый. Каждая из этих трех групп определяет свой субиндекс (subindex). Далее субиндексы агрегируются с весами 0,4; 0,4; 0,2 первый, второй и третий соответственно. Следует отметить, что выбор весовых коэффициентов представляет собой отдельную задачу. При этом конкретные (частные) наборы значений этих коэффициентов при выборе могут быть неоднозначны и могут варьироваться в зависимости от года, когда рассчитывается индекс, от процедуры выбора коэффициентов, от исследователя, который индекс рассчитывает. Качественная схема [3, с. 9–10] структуры индекса представлена на рис. 1.

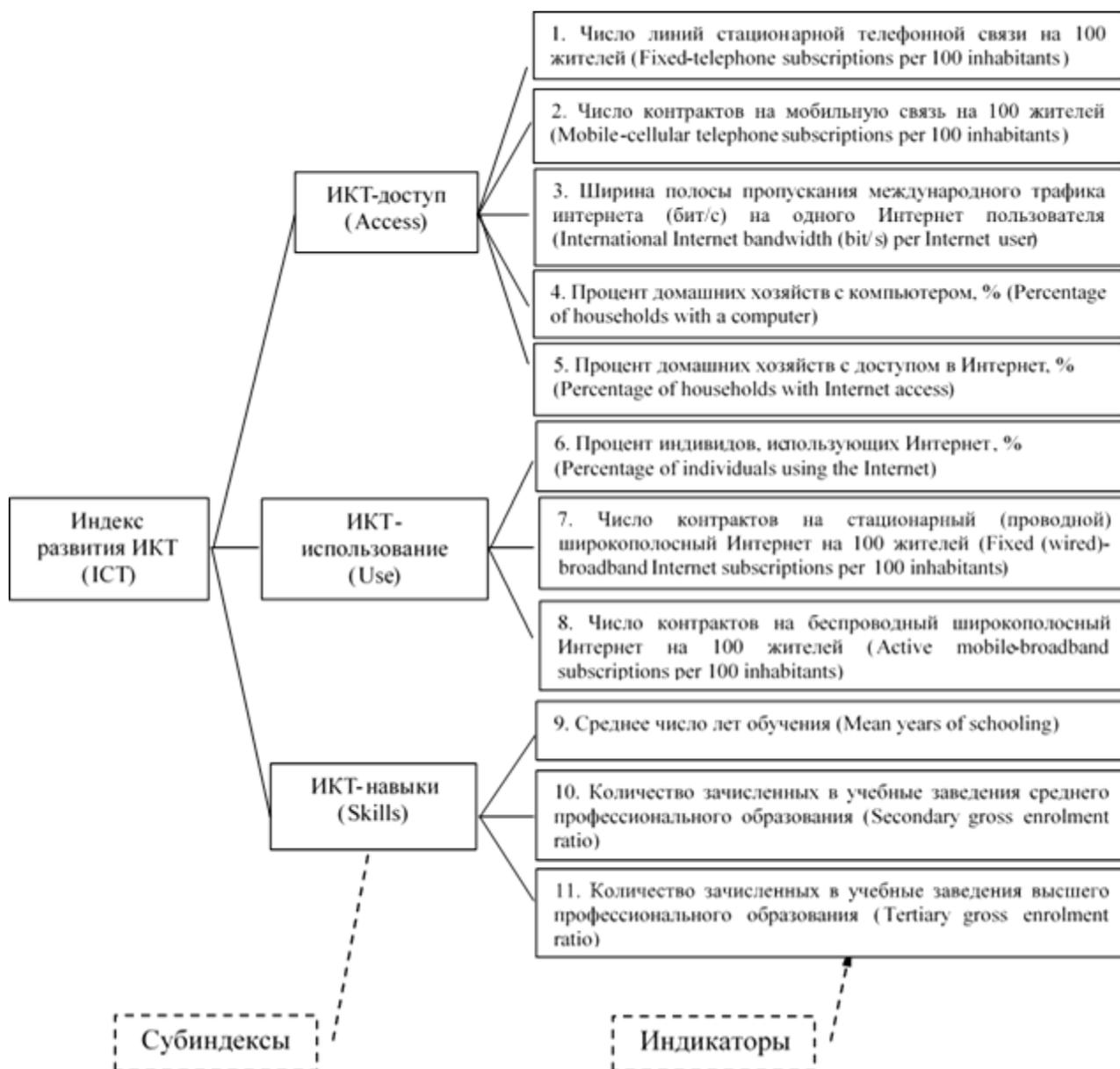


Рис. 1. Структура индекса ИКТ

Динамика индекса для России

Табл. 1 содержит значения индекса развития ИКТ для России с 2010 по 2016 г. В ячейках табл. 1 для соответствующих лет указано место России, а через точку с запятой значение индекса.

Таблица 1

Название индекса	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Индекс развития информационно-коммуникационных технологий (ICT Development Index)	47; 5,38	38; 5,94	41; 6,48	42; 6,7	н. д.	45; 6,91	43; 6,95

В табл. 2 представлены значения индикаторов индекса развития ИКТ в 2015 г. для России в подробной форме [3, с. 242]. Рассмотрим следующий индекс.

Таблица 2

Значения индикаторов индекса развития ИКТ, 2015 г. (подробная форма)

№	Название показателя	Знач. индик.
ИКТ-доступ		
1	Число линий стационарной телефонной связи на 100 жителей (Fixed-telephone subscriptions per 100 inhabitants)	25,7
2	Число контрактов на мобильную связь на 100 жителей (Mobile-cellular telephone subscriptions per 100 inhabitants)	160
3	Ширина полосы пропускания международного трафика интернета (бит/с) на одного интернет-пользователя (International Internet bandwidth (bit/s) per Internet user)	26 845
4	Процент домашних хозяйств с компьютером, % (Percentage of households with a computer)	72,5
5	Процент домашних хозяйств с доступом в Интернет, % (Percentage of households with Internet access)	72,1
ИКТ-использование		
Знач. индик.		
6	Процент индивидов, использующих Интернет, % (Percentage of individuals using the Internet)	73,4
7	Число контрактов на стационарный (проводной) широкополосный Интернет на 100 жителей (Fixed (wired)-broadband Internet subscriptions per 100 inhabitants)	18,8
8	Число действующих контрактов на мобильный широкополосный Интернет на 100 жителей (Active mobile broadband subscriptions per 100 inhabitants)	71,3
ИКТ-навыки		
Знач. индик.		
9	Среднее число лет обучения (Mean years of schooling)	12,0
10	Количество зачисленных в учебные заведения среднего профессионального образования (Secondary gross enrolment ratio)	98,8
11	Количество зачисленных в учебные заведения высшего профессионального образования (Tertiary gross enrolment ratio)	78,0

Индекс сетевой готовности

Этот индекс также называют Индексом готовности к сетевому миру (Networked Readiness Index / NRI). Индекс рассчитывается ежегодно совместно Всемирным экономическим форумом (World Economic Forum / WEF, www.weforum.org), Всемирным банком (World Bank / WB, www.worldbank.org), Международной школой бизнеса INSEAD (International School of Business INSEAD, www.insead.edu) с 2002 г. [1].

Индекс представляет собой оценку способности страны использовать возможности информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Такой индекс, во-первых, информирует бизнес; лидеров и политиков об основных факторах, влияющих на развитие ИКТ, с целью учета в государственной политике этих факторов. Во-вторых, в долгосрочном плане такая информация способствует вовлечению в сетевое пространство большего числа людей, организаций и сообществ со всего мира. Индекс не только оценивает готовность той или иной страны к участию в информационном мире, но и показывает, что лежит в основе различий между странами.

В 2016 г., согласно данному индексу, Россия заняла 41-е место в рейтинге из 139 стран со значением индекса равным 4.5.

Качественная структура индекса *NRI*

На рис. 2 представлена качественная структура индекса *NRI* [4, с. 5].



Рис. 2. Качественная структура индекса *NRI*

Схема расчета индекса NRI

Индекс NRI схематично рассчитывается следующим образом:

$$\text{Networked Readness Index} = \left(\frac{1}{4}\right) \cdot \text{Environment subindex} + \\ + \left(\frac{1}{4}\right) \cdot \text{Readness subindex} + \left(\frac{1}{4}\right) \cdot \text{Usage subindex} + \left(\frac{1}{4}\right) \cdot \text{Impact subindex}.$$

Субиндексы имеют следующие схематичные формулы расчета:

$$\text{Environment subindex} = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \text{Political and regulatory environment} + \\ + \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \text{Business and innovation environment};$$

$$\text{Readness subindex} = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \text{Infrastructure and digital content} + \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \text{Affordability} + \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \text{Skills};$$

$$\text{Usage subindex} = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \text{Individual usage} + \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \text{Business usage} + \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \text{Government usage};$$

$$\text{Impact subindex} = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \text{Economic impacts} + \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \text{Social impacts}.$$

Рейтинг России на основе индекса NRI

В табл. 3 представлен индекс NRI на уровне значений его субиндексов – рейтинг для России на 2016 г/, участвует 139 стран, согласно официальному отчету [4, с. 17–19].

Таблица 3

Рейтинг России, индекс NRI (2016 г/, 139 стран)

Субиндексы		Место РФ	Значение
Индекс NRI–2016		41	4,5
А. Окружение		67	4,0
	А.1 Политическое и административное окружение (Political and regulatory environment)	88	3,6
	А.2 Бизнес и инновационное окружение (Business and innovation environment)	57	4,5
В. Готовность		32	5,5
	В.1 Инфраструктура и цифровой контент (Infrastructure and digital content)	52	4,7
	В.2 Доступность по цене (Affordability)	10	6,6
	В.3 Навыки (Skills)	48	5,4

Окончание табл. 3

Субиндексы		Место РФ	Значение
С. Использование		40	4,5
	С.1 Индивидуальное использование (Individual usage)	40	5,3
	С.2 Использование в бизнесе (Business usage)	67	3,6
	С.3 Правительственное использование (Government usage)	44	4,4
D. Влияние		41	4,1
	D.1 Влияние на экономику (Economic impacts)	38	3,7
	D.2 Влияние на социум (Social impacts)	45	4,6

Динамика индекса NRI для России с 2010 по 2016 г.

Табл. 4 содержит значения индекса развития ИКТ для России с 2010 по 2016 г.

Таблица 4

Индекс	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Индекс готовности к сетевому миру (NRI)	80; 3,58	77; 3,69	56; 4,02	54; 4,13	50; 4,3	41; 4,5	41; 4,5

Переходим к третьему индексу, который описывает развитие информационного общества.

Индекс готовности стран к электронному правительству

Индекс имеет два названия на английском E-Government Development Index (EGDI) и E-Government Readiness Index (EGRI).

Данный индекс рассчитывается ежегодно в рамках деятельности Департамента экономического и социального развития ООН (United Nations Department of Economic and Social Affairs / UNDESA, www.un.org) [1].

В 2016 г., согласно данному индексу, Россия заняла 35-е место в рейтинге из 193 стран со значением индекса равным 0,721 5 [5].

Структура индекса EGRI

Индекс электронного правительства – это композитный индикатор, измеряющий готовность и возможность национальных органов управления (администраций) использовать информационные и коммуникационные технологии для организации и реализации общественных услуг. Он базируется на непрерывном и всестороннем наблюдении за всеми государствами-членами (это около двухсот стран), которое оценивает технические особенности и черты нацио-

нальных web-сайтов также хорошо, как и используемые в целом правительственные стратегии по реализации концепции электронного правительства и специфических направлений поставки основных электронных сервисов.

Оценка, проводимая UNDESA, ранжирует страны относительно друг друга по критерию электронного правительства.

Выделяются два аспекта, влияющие на развитие электронного правительства: (1) Потенциал или способность государственного сектора к развертыванию инфраструктуры ИКТ, позволяющей улучшить качество услуг для населения и бизнеса, т. е. готовность страны к созданию электронного правительства; (2) Готовность, которая означает наличие действий со стороны правительства, направленных на обеспечение информацией и знаниями для повышения «вооруженности» (или степени удовлетворенности) населения.

Индекс готовности электронного правительства отражает характеристики доступа к электронному правительству, главным образом технологическую инфраструктуру и образовательный уровень, чтобы представить, как страна использует возможности ИКТ для национального, экономического, социального и культурного развития. Этот индекс позволяет сравнивать состояние и анализировать тенденции, существующие в пределах стран и регионов, а также между ними. Индекс особенно интересен для глав правительств, политиков, специалистов, а также для представителей гражданского общества и частного сектора, поскольку позволяет проводить анализ состояния и позицию стран в мировом сообществе в области готовности к развитию и использованию электронного правительства.

Схема расчета индекса EGRI

Математически, индекс EGRI есть взвешенное среднее трех нормализованных субиндексов для наиболее важных направлений электронного правительства: Развитость телекоммуникационной инфраструктуры (Telecommunication infrastructure subindex), Возможность и качество on-line сервисов (Online service subindex) и Человеческий капитал (Human capital subindex) [5]. Каждый из субиндексов является, в свою очередь, композитной мерой, которая может быть извлечена и проанализирована независимо.

Формула расчета индекса EGRI на основе его субиндексов имеет вид:

$$\begin{aligned} \text{E-Government Readness Index} &= \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \text{Telecommunication infrastructure subindex} + \\ &+ \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \text{Online service subindex} + \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \text{Human capital subindex}. \end{aligned}$$

В свою очередь, субиндексы строятся следующим образом.

Субиндекс “Telecommunication infrastructure subindex” строится на основе индикаторов: Процент индивидов, использующих Интернет (Percentage of Individuals using the Internet), Число контрактов на стационарные телефонные

линии на 100 жителей (Fixed telephone subscriptions per 100 inhabitants), Число контрактов мобильной связи на 100 жителей (Mobile-cellular telephone subscriptions per 100 inhabitants), Число контрактов на стационарный (проводной) широкополосный интернет на 100 жителей (Fixed (wired)-broadband subscriptions per 100 inhabitants), Число контрактов на беспроводную широкополосную связь на 100 жителей (Wireless broadband subscriptions per 100 inhabitants).

Субиндекс “Online service subindex” строится на основе таких индикаторов: Развивающиеся информационные сервисы (Emerging Information Services), Улучшенные информационные сервисы (Enhanced Information Services), Сервисы для бизнеса (Transactional Services), Сервисы с обратной связью (Connected Services).

Субиндекс “Human capital subindex” строится на основе индикаторов: Грамотность взрослого населения (Adult Literacy), Общее число зачисленных в учебные заведения начального, среднего профессионального образования и в ВУЗ’ы (Primary, Secondary and Tertiary Gross Enrolment Ratio), Ожидаемые годы обучения¹ (Expected years of schooling), Среднее число полных лет обучения для населения не младше 25 лет (Mean years of schooling).

Таким образом, индекс готовности к электронному правительству строится на основе трех исходных субиндексов:

- Субиндекса развития правительственных web-сайтов;
- Субиндекса телекоммуникационной инфраструктуры;
- Субиндекса человеческого капитала.

Динамика индекса EGRI для России

Табл. 5 содержит значения индекса развития ИКТ для России с 2010 по 2016 г. [5].

Таблица 5

Индекс	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Индекс готовности стран к электронному правительству (E-Government development / E-Government Readiness Index)	59; 0,513 6	н. д.	27; 0,74	34; 59,32	27; 0,729 6	н. д.	35; 0,721 5

Рейтинг России на основе индекса EGRI

В табл. 6 представлен индекс EGRI в деталях на уровне субиндексов – рейтинг для России, 2016 г. [5].

¹ Общее количество лет обучения, который ребенок определенного возраста может ожидать получать в будущем.

Рейтинг России согласно индексу EGRI (2016 г.)

Название		Значение
Индекс EGRI–2016		
А. Субиндекс “Online service subindex”		0,731 9
	А.1 Развивающиеся информационные сервисы, % (Emerging Information Services)	н. д.
	А.2 Улучшенные информационные сервисы, % (Enhanced Information Services)	н. д.
	А.3 Сервисы для бизнеса, % (Transactional Services)	н. д.
	А.4 Сервисы с обратной связью, % (Connected Services)	н. д.
В. Субиндекс “Telecommunication infrastructure subindex”		0,609 1
	В.1 Процент индивидов, использующих Интернет (Percentage of Individuals using the Internet)	70,52
	В.2 Число контрактов на стационарные телефонные линии на 100 жителей (Fixed telephone subscriptions per 100 inhabitants)	27,67
	В.3 Число контрактов мобильной связи на 100 жителей (Mobile-cellular telephone subscriptions per 100 inhabitants)	155,14
	В.4 Число контрактов на стационарный (проводной) широкополосный интернет на 100 жителей (Fixed (wired)-broadband subscriptions per 100 inhabitants)	17,45
	В.5 Число контрактов на беспроводную широкополосную связь на 100 жителей (Wireless broadband subscriptions per 100 inhabitants)	60,20
С. Субиндекс “Human capital subindex”		0,823 4
	С.1 Грамотность взрослого населения, % (Adult Literacy) (данные для 2015 г.)	99,72
	С.2 Общее число зачисленных в учебные заведения начального, среднего профессионального образования и в вузы (Primary, Secondary and Tertiary Gross Enrolment Ratio) (данные для 2012 г.)	88,95
	С.3 Ожидаемые годы обучения (Expected years of schooling)	14,51
	С.4 Среднее число полных лет обучения для населения не младше 25 лет (Mean years of schooling) (данные для 2010 г.)	11,95

Выводы

В целом можно отметить, что информатизация общества, ее широта и глубина, очень важна, поскольку ускоряет процессы обмена информацией в разных областях жизни, повышая качество последней. Правильное и востребован-

ное внедрение информационных технологий позволяет перейти на новый этап функционирования и взаимодействия индивидов и общественных институтов между собой. Тогда процессы в обществе и в государстве получают более высокую скорость и эффективность прохождения, повышают конкурентоспособность государства и регионов, избавляют от рудиментов и балласта в различных областях государственного управления. Информационные технологии в широком смысле, позволяют реализовать сервисы на новом уровне, в образовании, государственном управлении, сфере услуг, бизнесе, индустрии развлечений, медицине, в том числе и в реализации инновационной деятельности и т. д. К таким сервисам можно отнести мобильную связь, интернет, платежные терминалы, GPS навигацию, телемедицину и т. д.

В рамках программ развития России анализируются проблемы, и ставится ряд целей для нашей страны, о чем говорят различные публикации. К таким целям причисляют, например, потребность в новом жилье, развитие инфраструктуры и материально-технической базы, изменение структуры экономики, разработку стратегии развития и т. д. Достижение этих целей избавит нас от существенных и характерных проблем. Очевидно, что без эффективного внедрения информационных технологий, без возможности адекватного измерения уровня такого внедрения на всех стадиях, будет существенно труднее или, вообще, невозможно достичь поставленных целей. Поэтому индексы развития ИКТ представляют, важность для анализа, который позволит выявить проблемные места ИКТ развития в России. Устранение проблем, в свою очередь, позволит Российской Федерации занимать все более высокие места в рейтингах по уровню развития ИКТ. А с учетом того, что развитие ИКТ сопряжено с другими областями жизни, позволит занимать более высокие места и в других рейтингах.

Благодарности

Автор выражает благодарность доктору экономических наук, профессору Наталье Александровне Кравченко за идейную помощь и внимание в подготовке настоящей работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 08.12.2011 № 2227-р. – Режим доступа : <http://government.ru/docs/9282> (дата обращения: 17.10.2014).
2. Вершинская О. Н., Алексеева О. А. Международные индексы готовности стран к информационному обществу // Труды ИСА РАН. – Т. 61. – 2/2011. – С. 19–25.
3. Measuring of Information Society 2016 [электронный ресурс] // Международный союз электросвязи. – Режим доступа : <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2016/MISR2016-w4.pdf> (дата обращения 03.11.2017).
4. The Global Information Technology Report 2016 [Электронный ресурс] // Бизнес-школа INSEAD, университет Johnson Cornell, Всемирный международный форум. – Режим доступа : http://www.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf (дата обращения 05.12.2017).

5. United Nations E-Government Survey 2016 [Электронный ресурс] // Департамент экономических и социальных связей ООН. – Режим доступа : <http://workspace.unpan.org/sites/Internet/Documents/UNPAN96407.pdf> (дата обращения 20.12.2017).

REFERENCES

1. The Strategy of Innovative Development of the Russian Federation until 2020 (2011). [Electronic source] / 08.12.2011, № 2227-п., Government of Russia. URL: <http://government.ru/docs/9282> (date of access: 17.10.2014) [in Russian].

2. Vershinskaya O. N., Alekseeva O. A. (2011). International Indexes of Readiness of the Countries for Information Society. Works IZA RAHN. Volume 61. 2/2011, page 19–25 [in Russian].

3. Measuring of Information Society 2016 (2016). [electronic resource] / International Telecommunication Union. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2016/MISR2016-w4.pdf> (date of access 03.11.2017).

4. The Global Information Technology Report 2016 (2016). [electronic resource] / INSEAD, Johnson Cornell University, World Economic Forum. URL: http://www.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf (date of the access 05.12.2017)

5. United Nations E-Government Survey 2016 (2016). [electronic resource] / Department of Economic and Social Affairs of United Nation. URL: <http://workspace.unpan.org/sites/Internet/Documents/UNPAN96407.pdf> (date of the access 20.12.2017)

© А. А. Фёдоров, 2018

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СЕТЬ ОБЛАЧНЫХ WEB-СЕРВИСОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Алексей Александрович Бучнев

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории обработки изображений, тел. (383)330-73-32, e-mail: baa@ooi.sccc.ru

Павел Алексеевич Ким

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории обработки изображений, тел. (383)330-73-32, e-mail: kim@ooi.sccc.ru

Валерий Павлович Пяткин

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6, доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией обработки изображений, тел. (383)330-73-32, e-mail: pvp@ooi.sccc.ru

Фёдор Валерьевич Пяткин

Сибирский центр ФГБУ «НИЦ "Планета"», Россия, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 30, младший научный сотрудник, тел. (383)222-33-07, e-mail: fep@ya.ru

Рассматривается распределенная сеть облачных web-сервисов для обработки спутниковых данных, предоставляющая услуги обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в рамках облачной модели SaaS. Фактически это совокупность Web-сервисов, реализующих функциональные модули программного комплекса обработки данных ДЗЗ PlanetMonitoring .

Ключевые слова: дистанционное зондирование, программное обеспечение PlanetMonitoring, облачная среда, web-сервис, линейные структуры, кольцевые структуры, кластеризация, метод K-средних.

DISTRIBUTED NETWORK OF CLOUD-BASED WEB-SERVICES FOR SATELLITE DATA PROCESSING

Aleksey A. Buchnev

Institute of the Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, 6, Prospect Akademik Lavrentiev St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Researcher, Image Processing Laboratory, phone: (383)330-73-32, e-mail: baa@ooi.sccc.ru

Pavel A. Kim

Institute of the Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, 6, Prospect Akademik Lavrentiev St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Researcher, Image Processing Laboratory, phone: (383)330-73-32, e-mail: kim@ooi.sccc.ru

Valeriy P. Pyatkin

Institute of the Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, 6, Prospect Akademik Lavrentiev St., Novosibirsk, 630090, Russia, D. Sc., Professor, Head of Image Processing Laboratory, phone: (383)330-73-32, e-mail: pvp@ooi.sccc.ru

Fedor V. Pyatkin

Siberian Center FGBU "SRC "Planeta", 30, Sovetskaya St., Novosibirsk 630099, Russia, Junior Researcher, phone: (383)222-33-07, e-mail: fep@ya.ru

We consider a distributed network of cloud-based Web-services for processing satellite data, which provides remote sensing data processing services within the framework of the cloud SaaS model. In fact, this is a collection of web-services that implement the functional modules of the PlanetaMonitoring remote sensing data processing software.

Key words: remote sensing, software PlanetaMonitoring, cloud, web-service, lineaments, coils, cluster analysis, *K*-means method.

Введение

Целью работы является разработка и реализация модели (макета) распределенной сети облачных web-сервисов для обработки спутниковых данных, предоставляющей услуги обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в рамках облачной модели SaaS. Фактически это совокупность web-сервисов, реализующих функциональные модули программного комплекса обработки данных ДЗЗ PlanetaMonitoring. Разработанный в ИВМиМГ СО РАН совместно с ФГБУ «НИЦ «Планета» программный комплекс PlanetaMonitoring обеспечивает функционально полный набор операций по обработке данных ДЗЗ [1–3]. Программный комплекс PlanetaMonitoring реализует технологии предварительной и тематической обработки многоспектральной спутниковой информации оптического, инфракрасного и микроволнового диапазонов. В процессе предварительной обработки спутниковых данных осуществляются яркостные и геометрические преобразования, геокодирование, составление обзорных монтажей и другие. Тематическая обработка многоспектральных спутниковых данных включает технологии распознавания объектов (без обучения и с обучением), выделения и картирования линейментов и кольцевых структур, а также пространственного перемещения природных объектов (ледяных полей, водных масс, облачных образований в атмосфере). Каждая из перечисленных выше программных технологий комплекса PlanetaMonitoring для использования в облачной среде реализована в виде Windows-приложения (пакетный режим). В данной работе предлагается подход к организации облачной среды, способной обеспечить надежное и эффективное выполнение этих Windows-приложений при обработке данных ДЗЗ.

В настоящее время становится актуальным использование Internet-технологий для оперативной интеграции информационно-вычислительных ресурсов при решении задач обработки данных ДЗЗ. Новая парадигма облачных вычислений (cloud computing) дает такую возможность [4]. Основная идея облачных вычислений – технологии распределенной обработки и хранения данных, в которых все необходимые ресурсы предоставляются пользователю как Internet-сервис. Концептуально технологию облачных вычислений делят на предоставление инфраструктуры в качестве сервиса (IaaS, Infrastructure as a Service), платформы в качестве сервиса (PaaS, Platform as a Service) или программного обеспе-

чения в виде сервиса (SaaS, Software as a Service) и многих других возможных Internet-технологий для удаленных пользовательских вычислений. В данной работе основное внимание уделяется облачной концепции SaaS (Software as a Service, «программное обеспечение как услуга»). В ИВМиМГ СО РАН разрабатываются макеты web-сервисов, реализующих программные технологии (пакетные Windows-приложения) комплекса PlanetaMonitoring, что решает новую задачу предоставления услуг обработки данных ДЗЗ в рамках облачной модели SaaS. Макеты сервисов реализуются на платформе Windows и состоят из двух компонент. Вычислительной компоненты, созданной на основе разработанного ранее соответствующего Windows-приложения (пакетный режим), и Web-интерфейса, выполненного на основе свободного Web-сервера Apache [5]. Основной облачный web-сервер для обработки спутниковых данных планируется реализовать на базе ИВМиМГ СО РАН. Ряд обстоятельств диктуют такое решение, главное из них – возможность организации высокопроизводительных масштабируемых вычислений на Сибирском Суперкомпьютерном Центре (ССКЦ), установленном в ИВМиМГ СО РАН. На основном сервере формируется так называемая облачная среда, предоставляющая услуги обработки данных ДЗЗ в рамках облачной модели SaaS. Фактически это совокупность web-сервисов, реализующих функциональные модули программного комплекса обработки данных ДЗЗ PlanetaMonitoring [6]. Далее, используя технологию «зеркалирования» [7], эта облачная среда (полностью или частично) переносится на серверы наземного комплекса приема, обработки, архивации и распространения спутниковой информации (НКПОР) Росгидромета, включающий в себя три региональных центра, входящих в состав ФГБУ «НИЦ «Планета»: Европейский (г. Обнинск – Москва – Долгопрудный), Сибирский (г. Новосибирск) и Дальневосточный (г. Хабаровск). Кроме того, в состав НКПОР входит сеть стационарных и мобильных автономных пунктов (около 70) приема спутниковой информации в России, Антарктиде и на морских судах, находящихся под научно-методическим руководством ФГБУ «НИЦ «Планета» (рис. 1).

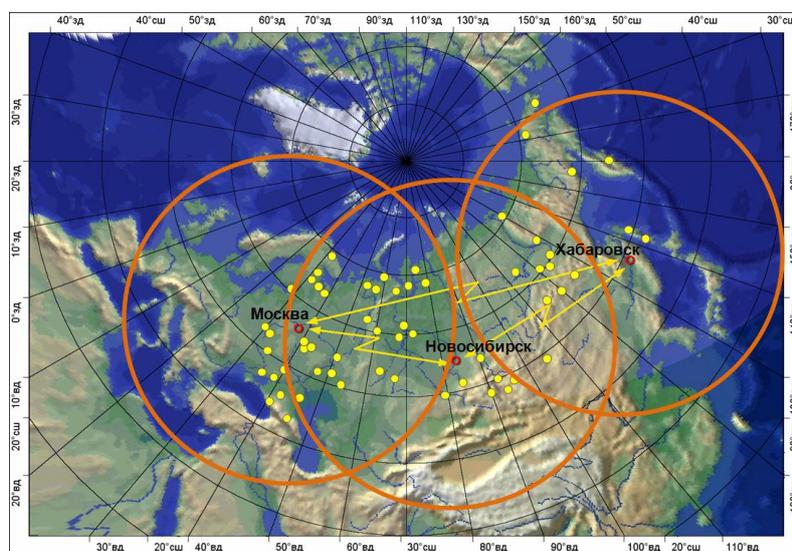


Рис. 1

Первое резервное зеркало будет реализовано на сервере Сибирского центра (СЦ) ФГБУ «НИЦ "Планета"». Важно, что СЦ ФГБУ «НИЦ "Планета"» поддерживает web-сервер, на котором представлена оперативная спутниковая продукция, поступающая в режиме реального времени (ftp1.rcpod.ru).

1. Вычислительные компоненты распределенной системы облачных web-сервисов

Разрабатываемая в ИВМиМГ СО РАН система облачных web-сервисов по обработке спутниковых данных содержит набор сервисов, соответствующих функционально полному набору программных технологий, включенных в состав программного комплекса по обработке данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) PlanetaMonitoring [2]. Перечислим некоторые из этих программных технологий: фильтрация спутниковых изображений; радиометрическая и геометрическая коррекция; географическая привязка; трансформирование в картографические проекции и построение мозаик из отдельных изображений; выделение линеаментов и кольцевых структур; распознавание и классификация объектов окружающей среды (кластерный анализ и классификация с обучением); определение пространственных перемещений объектов по разновременным спутниковым изображениям. Заметим, что технология выделения линеаментов и кольцевых структур уже реализована в виде облачного web-сервиса и доступна пользователям сети Internet [5].

По сути, практически каждая вычислительная компонента некоторого web-сервиса является пакетным вариантом соответствующей программной технологии комплекса PlanetaMonitoring: для обращения к сервису необходимо передать в облачную среду текстовый файл, содержащий параметры обработки. Исключение составляет web-сервис для классификации с обучением: процесс обучения классификатора (построение сигнатур классов) возможен только на основе интерактивного взаимодействия с пользователем. В связи с этим этап обучения классификатора необходимо выделить в отдельный процесс, который может быть загружен на компьютер пользователя. Результаты работы процесса обучения передаются в облачную среду для запуска основного этапа работы классификатора.

В настоящее время нами завершаются испытания макета облачного Web-сервиса жесткой кластеризации данных ДЗЗ. Основным алгоритмом жесткой кластеризации в нашей системе является широко известный алгоритм K -средних [8]. Алгоритм основан на итеративной процедуре отнесения векторов признаков кластерам по критерию минимума расстояния вектора до центра кластера. Оптимальным считается такое разбиение входных векторов на кластеры, при котором внутриклассовый разброс не может быть уменьшен при переносе какого-либо вектора из одного кластера в другой. Алгоритм K -средних обеспечивает получение минимума (в общем случае локального) следующей функции ошибок:

$$E = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^N \gamma_{ij} \rho(x_j, m_i), \text{ где } \gamma_{ij} = \begin{cases} 1, & x_j \in C_i \\ 0 & \end{cases}.$$

Здесь N – количество векторов признаков, K – число кластеров, x_j – j -й вектор признаков, m_i – центр i -го кластера, $\rho(x, y)$ – выбранная метрика (расстояние) между векторами x и y , C_i – i -й кластер.

Алгоритм K -средних является одним из способов, называемых «Методы центра тяжести», которые используются в задачах автоматической классификации данных, и представляет собой вариант метода динамических сгущений.

Результатами кластеризации можно управлять с помощью следующих параметров [9]: количество выделяемых кластеров; количество итераций алгоритма; тип метрики (расстояния) между векторами (Евклидова, Чебышева, Махаланобиса, сити-блок расстояние), выбранная метрика определяет форму получаемых кластеров; способ выбора начальных центров; точность вычислений.

Приведенные ниже рисунки демонстрируют результат работы алгоритма K -средних (исходные данные предоставлены СЦ ФГБУ «НИЦ "Планета"»).

На рис. 2 изображена водно-ледовая обстановка на реке Мильтюш (впадает в Обское водохранилище в районе с. Бурмистрово); апрель 2015 г., изображение ИСЗ «Канопус» (разрешение 10 м). Рис. 3 – результат кластеризации, выделялось 12 кластеров.

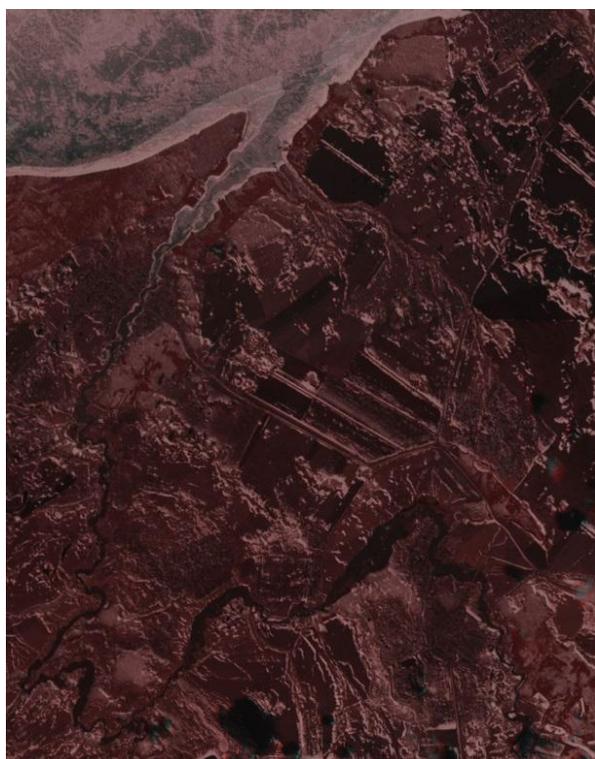


Рис. 2

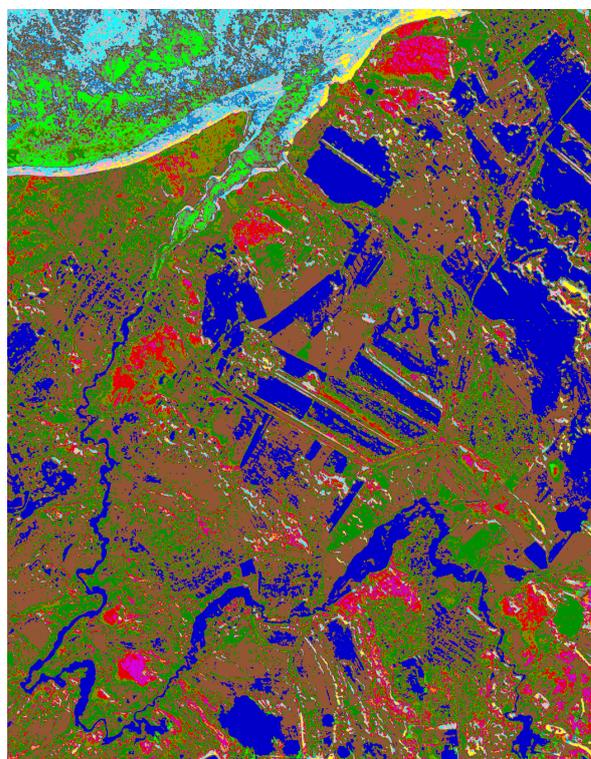


Рис. 3

2. Web-интерфейс распределенной системы облачных web-сервисов

Разработка «частных» облачных сервисов имеет в своей природе также и такую аргументацию, как возможность обеспечения сохранности интеллектуальной собственности на создание и использование в режиме ноу-хау авторских программных алгоритмов. Тем самым, оказывается оправданным вложение усилий в развитие облачных технологий несоизмеримое по масштабам возможностям программных корпораций. Численное расширение спектра web-сервисов, развиваемых в рамках единой облачной технологии, с необходимостью должно учесть при конструировании их программного наполнения качественные особенности в структуре пользовательских запросов, в частности, асинхронную природу обращений к ним. Большие временные затраты на обслуживание конкретного сервиса в режиме online требует отслеживания его текущего состояния, и, принятое решение о взаимодействии по этой задаче с пользователем удачно сочетает баланс между вычислительными нагрузками на собственно процесс и его вспомогательное обеспечение. Другая насущная проблема развития облака, решение которой увеличивает его эффективный потенциал – это необходимость перераспределять ресурсы для однотипных запросов, оттягивающих их на свою реализацию, что наиболее безболезненно возможно при «зеркалировании» сервисных процессов на компьютерах доступной сети, то есть дублирование инфраструктуры процессов по соответствующим серверам облака с сохранением иерархии каталогов файловой системы, вписываемое в гипертекстовое пространство возможных браузеров работы с web-сервисами. Работа «зазеркалья» обеспечивается диспетчером распределения ресурсов для конкретных сервисных запросов. Структурная сложность, находящегося в разработке облачного диспетчера, определяется архитектурой вложения предметно-ориентированного облака web-сервисов в эксплуатируемые уже сейчас распределенные сети Наземного комплекса приема, обработки, архивации и распространения спутниковой информации Росгидромета (см. рис. 1).

Как уже отмечалось, с начальных реализаций представленного Web-сервиса, целенаправленно продолжилось многолетнее развитие идеологически поддерживаемой в Лаборатории обработки изображений ИВММГ СО РАН концепции объединения в рамках единой интерфейсной программной оболочки разнородных алгоритмов для обработки изображений [10]. Таким образом, «сменные» вычислительные компоненты, опирающиеся на унифицированный сетевой интерфейс, предусматривают возможность реализации вычислительных компонентов на различных архитектурных платформах гетерогенных сетей, объединяющих как многопроцессорные архитектуры Сибирского суперкомпьютерного центра, так и распределенные сети НКПОР Росгидромета.

С учетом разнородности и обширности рынка пользовательских браузеров, используемых в Интернет, WEB-интерфейс в макетном варианте реализуется с использованием базовых средств гипертекстового языка HTML. Сервисная часть выполнена на Apache 2.2 [11, 12], при этом, с учетом природной гетерогенности объемлющей инфраструктуры, развиваются и другие платформы в архитектуре IIS Windows.

Информационные потоки данных обеспечиваются по FTP-протоколу. Таким образом, пользователь имеет возможность вести поиск «скрытых» в «облаке» объектов, как по архивным данным, так и по индивидуальным образцам изображений. Здесь отслеживается облачная парадигма хранения данных. Собственно пользовательский интерфейс реализуется посредством «формы» в HTML – разделе документа, позволяющем вводить информацию для последующей обработки системой, и, дополнительно к разметке обычных элементов, содержит разметку для элементов управления и надписей [13].

На рис. 4. приведен интерфейс сеанса работы с макетом web-сервиса выделения линейных элементов и кольцевых структур на спутниковых изображениях [5].

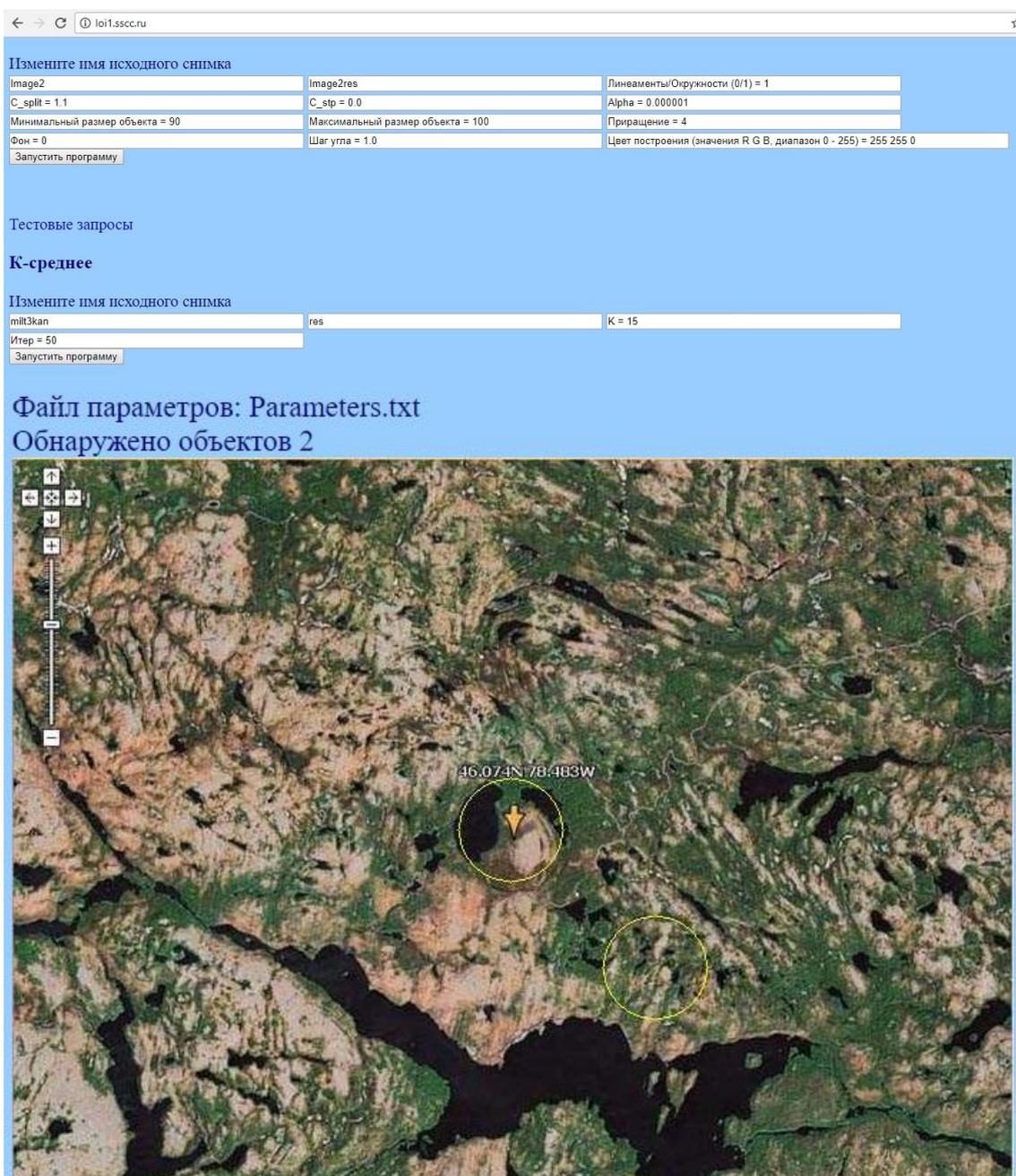


Рис. 4

Задан параметр выделения кольцевых структур. На исходном космическом снимке после запуска и выполнения соответствующей программы web-сервиса выделены две одинаковые кольцевые структуры. Одна из них, расположенная выше, представляет импактный кратер Брент (Канада). Диаметр кратера 3,8 км, позиция, выделенная стрелкой, – центр кратера Брент с географическим координатами: 16,074° N и 78,183° W.

Заключение

Успешный опыт реализации макета облачного web-сервиса по выделению линеаментов и кольцевых структур на космических изображениях был использован для создания макета облачного web-сервиса жесткой кластеризации данных ДЗЗ, представляющего широко известный алгоритм *K*-средних. В дальнейшем предполагается разработка макетов облачных web-сервисов и по другим программным модулям комплекса PlanetMonitoring [2].

Работа выполнена частично при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-07-00066) и Базового проекта ФАНО (проект № 0315-2016-0003).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М. : Техносфера, 2010. – 560 с.
2. Асмус В. В., Бучнев А. А., Кровотынцев В. А., Пяткин В. П., Салов Г. И. Planetamonitoring: программный комплекс обработки спутниковых данных // Проблемы информатики. – 2013. – № 3. – С. 85–99.
3. Asmus V. V., Buchnev A. A., Pyatkin V. P., Salov G. I. Software System for Satellite Data Processing of Applied Tasks in Remote Sensing of the Earth // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2009. – Vol. 19, No. 3. – P. 69–74.
4. Kim P. A., Kalantaev P. A., Pyatkin V. P. Cloud Multiagent System for the Database of Natural Resources // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2015. – Vol. 25, No. 2. – P. 220–222.
5. Бучнев А. А., Ким П. А., Пяткин В. П., Салов Г. И. Макет облачного web-сервиса по выделению линеаментов и кольцевых структур на космических изображениях // Журн. Сиб. федерального ун-та. Техника и Технология. – 2017. – Т. 10, № 6. – С. 741–746.
6. Бучнев А. А., Пяткин В. П., Пяткин Ф. В. Облачная среда в прикладных дистанционных исследованиях Земли // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – С. 8–13.
7. Mirror website [Electronic resource]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mirror_website (the date of the reference search: 11.03.2018).
8. Jain A. K. Data clustering: 50 years beyond K-means. Pattern Recognition Letters, 2010, 31, 651–666.
9. Асмус В. В., Бучнев А. А., Пяткин В. П. Кластерный анализ данных дистанционного зондирования Земли // Автометрия. – 2010. – № 46 (2). – С. 58–66.
10. Бучнев А. А., Калантаев П. А., Ким П. А., Пяткин В. П. Системная поддержка процесса обработки цифровых изображений // Математические структуры и моделирование : сб. науч. трудов Омск. гос. ун-та. – Омск, 1999. – Вып. 3. – С. 42–46.

11. Environment Variables in Apache [Electronic resource]. – URL: <https://httpd.apache.org/docs/2.4/env.html> (the date of the reference search: 11.03.2018).
12. Running CGI Scripts on Apache2 [Electronic resource]. – URL: <https://tasdikrahman.me/2015/09/30/Running-CGI-Scripts-on-Apache2-Ubuntu/> (the date of the reference search: 11.03.2018).
13. Form (HTML) [Electronic resource]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/HTML> (the date of the reference search: 11.03.2018).

REFERENCES

1. Schowengerdt R. A. (2010) Remote sensing. Models and methods for image processing. Moskva, Technosfera, 560 p. [in Russian].
2. Asmus V. V., Buchnev A. A., Krovotyntsev V. A., Pyatkin V. P., Salov G. I. (2013) Planetamonitoring: software complex processing of satellite data. Problems of Informatics, 7 (3), 85–99. [in Russian].
3. Asmus V. V., Buchnev A. A., Pyatkin V. P., Salov G. I. (2009) Software System for Satellite Data Processing of Applied Tasks in Remote Sensing of the Earth. // Pattern Recognition and Image Analysis, vol. 19, No. 3, pp. 69–74.
4. Kim P. A., Kalantaev P. A., Pyatkin V. P. (2015) Cloud Multiagent System for the Database of Natural Resources // Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 25, No. 2, pp. 220–222.
5. Buchnev A. A., Kim P. A., Pyatkin V. P., Salov G. I. (2017) Cloud web-service model for detection of lineaments and circular structures in space images. J P.F. Sib. Fed. Univ. Eng. technol., 10(6), 741-746. DOI: 10.17516/1999-494X-2017-10-6-741-746. [in Russian].
6. Buchnev A. A., Pyatkin V. P., Pyatkin F. V. (2017) Cloud in the application of earth remote sensing. In Sbornik materialov Interexpo Geo-Sibir'-2017: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: plenarnaya sessiya [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2017: International Scientific Conference: plenary session] (pp. 13–20). Novosibirsk : SSGA [in Russian].
7. Mirror website [Electronic resource]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mirror_website (the date of the reference search: 11.03.2018).
8. Jain A. K. (2010) Data clustering: 50 years beyond K-means. Pattern Recognition Letters, 31, 651–666.
9. Asmus V. V., Buchnev A. A., Pyatkin V. P. (2010) The cluster analysis of Earth remote sensing data. Avtometriya, 46 (2), 58–66. [in Russian].
10. Buchnev A. A., Kalantaev P. A., Kim P. A., Pyatkin V. P. (1999) System support for digital image processing. In Sbornik nauchnykh trudov Omskogo gos.un-ta. “Matematicheskiye struktury i modelirovaniye”, T. 3. [Collection of scientific papers: “Mathematical structures and modeling”, V. 3] (pp. 42–46/MDI-98). Omsk : OmSU [in Russian].
11. Environment Variables in Apache [Electronic resource]. URL: <https://httpd.apache.org/docs/2.4/env.html> (the date of the reference search: 11.03.2018).
12. Running CGI Scripts on Apache2 [Electronic resource]. URL: <https://tasdikrahman.me/2015/09/30/Running-CGI-Scripts-on-Apache2-Ubuntu/> (the date of the reference search: 11.03.2018).
13. Form (HTML) [Electronic resource]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/HTML> (the date of the reference search: 11.03.2018).

© А. А. Бучнев, П. А. Ким, В. П. Пяткин, Ф. В. Пяткин, 2018

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАЗМЕРА ЯЧЕЙКИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ ОБЪЕКТА

Анжелика Таласовна Камза

Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, 050013, Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22, аспирант, старший специалист по ГИС, тел. (707)451-48-20, e-mail: anzhelikakamza@gmail.com

Ирина Александровна Кузнецова

АО «Международная образовательная корпорация», 050043, Казахстан, г. Алматы, ул. Рыскулбекова, 28, доцент, тел. (777)257-55-95, e-mail: docent61@list.ru

Евгений Левин

Мичиганский технологический университет, Институт технологии, 1400 Townsend Drive, Хоутон, MI 49931, США, доктор наук, зав. кафедрой прикладной геодезии, сертифицированный фотограмметрист, школа технологий, e mail: eleven@mtu.edu

Батиметрические изыскания для построения цифровой модели рельефа (ЦМР) морского дна являются частью гидрографических изысканий, проводимых для дальнейшего освоения месторождений полезных ископаемых, расположенных на шельфе Каспийского моря. Результатом таких измерений является актуальная цифровая модель рельефа исследуемой территории, которая используется во многих прикладных науках о Земле. В статье освещаются инновационные методы создания регулярных сетей и цифровых моделей рельефа морского дна. В работе рассмотрены новейшие технологии и методы получения высокоточных батиметрических данных. В статье предлагается сравнительный анализ методов построения регулярных сетей для последующего использования данных с целью построения ЦМР с различными размерами ячеек. Даны рекомендации по выбору оптимального способа создания ЦМР в зависимости от дальнейшего целевого использования полученных данных. Описана разница построенных моделей в зависимости от размера ячейки эффективной 3D поверхности рельефа.

Ключевые слова: морская геодезия, цифровая модель рельефа, батиметрия, гидрология, ГИС, съемка морского дна, Каспийское море.

JUSTIFICATION OF THE CELL SIZE CHOICE FOR DIGITAL ELEVATION MODEL CONSTRUCTION DEPENDING ON THE DEPTH OF THE OBJECT

Anzhelika T. Kamza

Kazakh National Technical University named after K. I. Satpayev, 22, Satpayev St., Almaty, 050013, Kazakhstan, Ph. D. Student, Senior GIS Specialist, phone: (707)451-48-20, e-mail: anzhelikakamza@gmail.com

Irina A. Kuznetcova

JSC "International Educational Corporation", 28, Ryskulbekova St., Almaty, 050043, Kazakhstan, Associate Professor, phone: (777)257-55-95, e-mail: docent61@list.ru

Eugene Levin

Michigan Technological University, 1400 Townsend Drive Houghton, MI 49931, D. Sc., Head of Department of Applied Geodesy, Surveying Engineering Integrated Geospatial Technology

Graduate Program Director, Digital Mapping Enterprise Adviser, School of Technology, phone: (906)487-244, e-mail:eleven@mtu.edu

Bathymetric survey for construction of Digital Elevation Model (DEM) of the seabed are part of hydrographic surveying conducted for the further development of mineral deposits located on shelf of the Caspian Sea. The result of such measurements is the actual digital elevation model of the study area, which is used in many applied Earth sciences. This article highlights innovative methods of creating regular nets and digital models of the seabed relief. In the work the latest technologies and methods for deriving high-precision bathymetric data are considered. The article proposes a comparative analysis of methods of regular nets creation for the subsequent use of data in order to construct DEM with different cell sizes. Recommendations are given for choosing the best method for DEM creation depending on the further targeted use of derived data. The difference of the constructed models depending on the cell size of the effective 3D relief surface is described.

Key words: marine geodesy, digital elevation model, bathymetry, hydrology, GIS, seabed survey, Caspian Sea.

Introduction

Currently, there are raw hydrocarbons (HC) being produced at the field located in the North-Eastern part of the Caspian Sea, being one of the most promising sites for the development of offshore oil deposits in the Kazakh Sector of the Caspian Sea (KSCS). By Presidential Order of the Republic of Kazakhstan dated May 16, 2003, the State Program for the Development of the KSCS was approved, aiming at promotion of sustainable economic growth of the country and improving the quality of life of the population through the rational and safe utilization of the hydrocarbon resources of the KSCS, as well as the development of related industries [1]. Therefore, it is necessary to perform requires a number of seabed explorations to ensure environmentally safe offshore operations of the extraction and development of hydrocarbon deposits.

The use of Geographical Information Systems (GIS) allows solving various applied problems on the basis of DEM. Particular attention is paid to the choice of the method of DEM construction and estimating the accuracy of the model in morphometric terrain analysis, since many digital maps of various sizes are used in the analysis [2].

In this paper, we discuss DEM construction methods based on the results of a high-precision bathymetric survey. The purpose of this work is to perform a comparative analysis of the constructed DEMs and to identify the most optimal model for its further use in the design of engineering structures, for plotting various thematic maps needed during offshore operations.

Measurements of vertical depth are the decisive method for creating topography of the bottom of lake.

Depending on the height of the object, a 3D model can be created to estimate the habitat state, the study of precipitation, the measurement of the clarity of water and the search for historical shipwreck, etc. Previously, depth measurements were labor intensive and complex process. Old methods did not meet hydrographic standards

and accuracy due to poor accuracy since of hardware limitations. As the measurement techniques improve, vertical measurements can consistently meet quality control standards. Advances in sonar technology, such as interferometry sonar and multi-phase sonar systems, have led to improved measurements of the depth range. Besides, satellite hydrographic methods can observe large geographic areas and collect consistent hydrographic data for the whole region [3].

Methods of research

Data on the bottom relief characteristics are required both to solve fundamental problems and for a wide range of applied research:

1) monitoring and determining possible changes in the seabed terrain and structure in the context of increasing anthropogenic pressure, including development and operation of hydrocarbon fields;

2) study of the terrain structure for the purpose of reconstructing sedimentation environments and terrain formation, determining its evolution and utilization the obtained data for the benefit of extracting industries, and in solving other practical problems, including defense tasks;

3) the study of geological and geomorphological processes associated with dangerous natural phenomena (seabed deformation, landslides, degradation of subsurface permafrost formations, etc.), resulting in a rapid change in the terrain, physical and granulometric properties of precipitation in order to minimize risks and prevent man-made disasters including in the areas of exploration, planned extraction or exploitation of raw materials;

4) the use of data on the seabed properties for design and construction works [4].

The bathymetric findings are a set of points with their location and depth. The size and amount of data depend on the method of obtaining them. The experience of working on the continental shelf has shown that a single-beam echo sounder provides less data than a multi-beam sounder due to the width of the survey strip. After the survey, the information received is processed using special software (SW). The data obtained are cleaned; the depths are brought to the desired water level using daily depth gauge records. The survey findings are brought to one standard, depending on the nature of the problems being addressed [5].

Currently, a large number of software is being developed, which is used both for processing field measurements, and for further work with the bathymetric findings. One of the software toolsets used to work with geological and geophysical data is the Safe Software Feature Manipulation Engine (FME) developed in Toronto, Canada. The digital terrain models presented in this paper were constructed in the FME software using the Real 64 interpolation method. This model construction method is based on an algorithm that does not use approximation [6].

For the study, the coordinates and depths of a small section points (23×8 meters) were selected in the territory of the North-Eastern part of the Caspian Sea. As a result of bathymetric survey, a cloud of point data was obtained, which was used to construct the DEM.

Consequently, digital terrain models were obtained in GeoTIFF format. DEMs were visualized in the SonarWIZ 7 program in order to evaluate the results of model construction [7]. The digital terrain model presented in Figure 1 was built on a digital $0,5 \times 0,5$ meters grid.

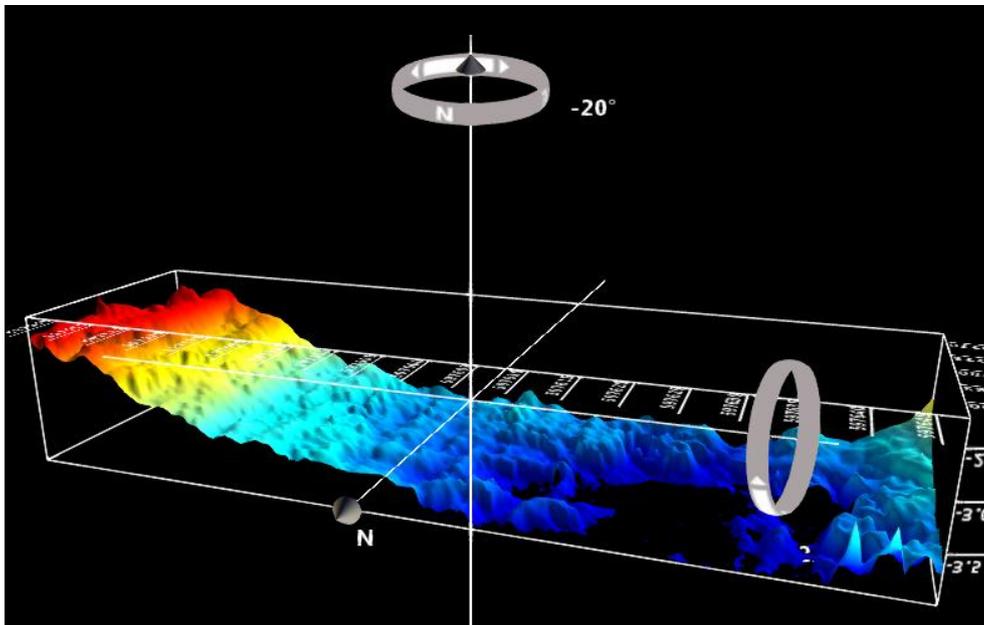


Fig. 1. Digital seabed terrain model (cell size $0,5 \times 0,5$ meters)

Excessive amount of data on the grid of $0,5 \times 0,5$ meters makes it difficult to create a final DEM. For comparison, digital terrain models with a cell size of $1,5$ and $2,5 \times 2,5$ meters and a magnification ratio of 5, shown in Figures 2, 3, were constructed.

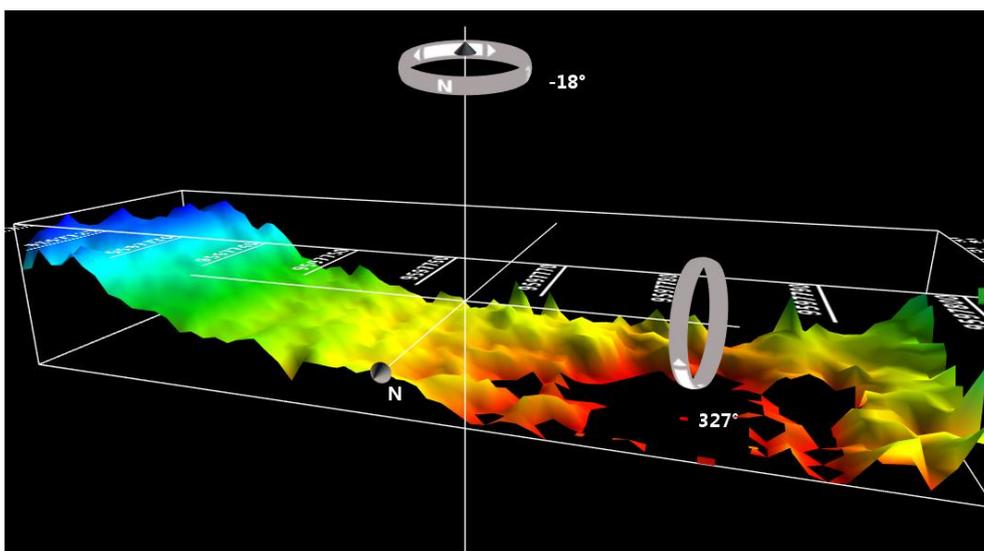


Fig. 2. Digital seabed terrain model (cell size $1,5 \times 1,5$ meters)

3D model of the seabed with a cell size of 1,5 meters is a smoothed version of DTM 0,5 meters. On this model, small characteristics of the seabed are lost, the dimensions of which are less than 1 meter. This model is convenient during bathymetric surveys in shallow water areas, since the amount of information processed during the construction of the online model is not large, but at the same time it makes it possible to monitor the situation during surveys and to highlight interesting seabed surface areas for future processing and interpretation [8].

In the process of surveying large areas and several devices simultaneously, the online recording of the model will slow down due to the large amount of data. In connection with this, a model with a cell size of 2,5 meters is constructed, which allows preserving only the main characteristics of the bottom relief, allowing safe hydrographic surveying [9].

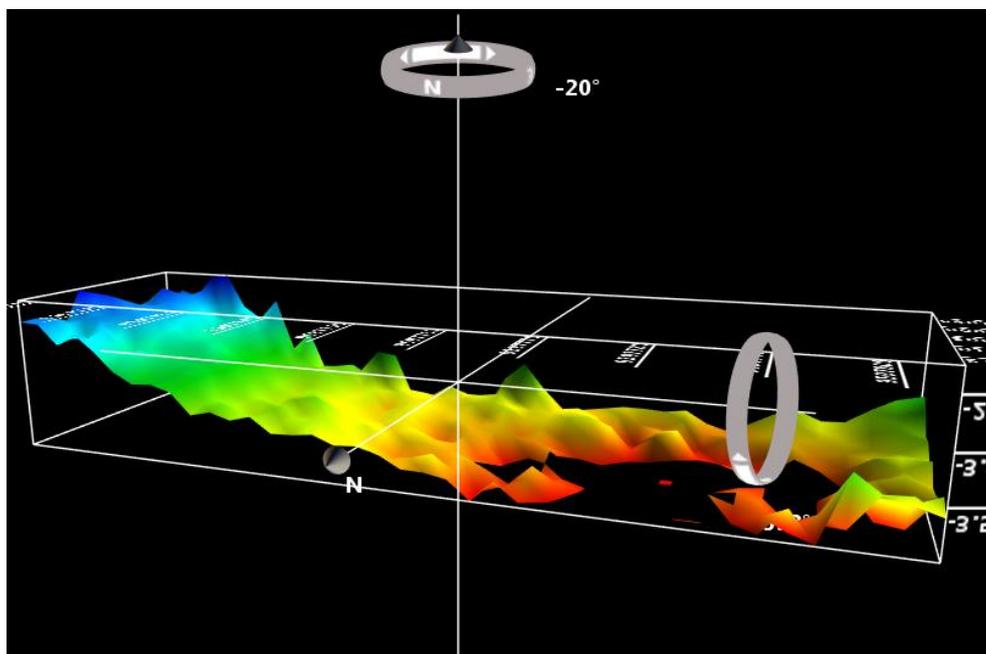


Fig. 3. Digital seabed terrain model (cell size $2,5 \times 2,5$ meters)

Results and discussion

The obtained DEMs were analyzed by superimposing grids with different distances between nodes. An aligned DEM grid was obtained as a result. In order to reveal the difference in the accuracy of the construction of digital models, the surface of the difference between DTM was 0,5 and 2,5 meters. Figure 1 shows the distribution of values by the difference between the models.

The graph highlights the yellow bar, which means that the most difference of depths between two models is within 20 centimeters. This coincides with the requirements of the International Hydrographic Organization (IHO) for shallow-water territories [10].

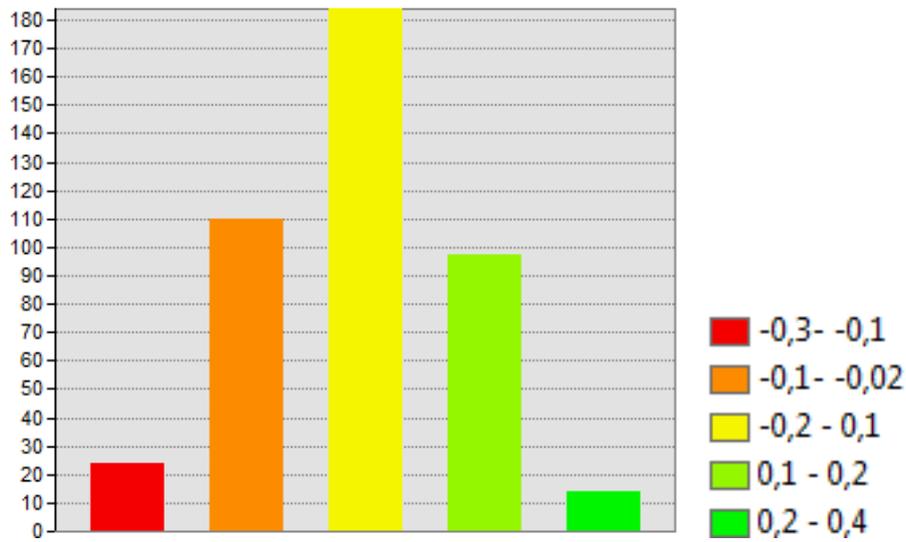


Fig. 4. Range of depth differences between digital grids of 0,5 and 2,5 meters

When analyzing the aligned digital grid, it was discovered that at every tenth position the location of all points of the digital grid is the same; this allowed to perform depth comparison at these points. The grid of 0,5 x 0,5 meters grid was chosen as the base model for the DEM depths interpolation. Interpolation was carried out in the ArcGIS software using the Extract Value tool. For better visualization of the results of the experiment the data were presented in the diagram of depth changes along the lateral (see figure 5) [11].

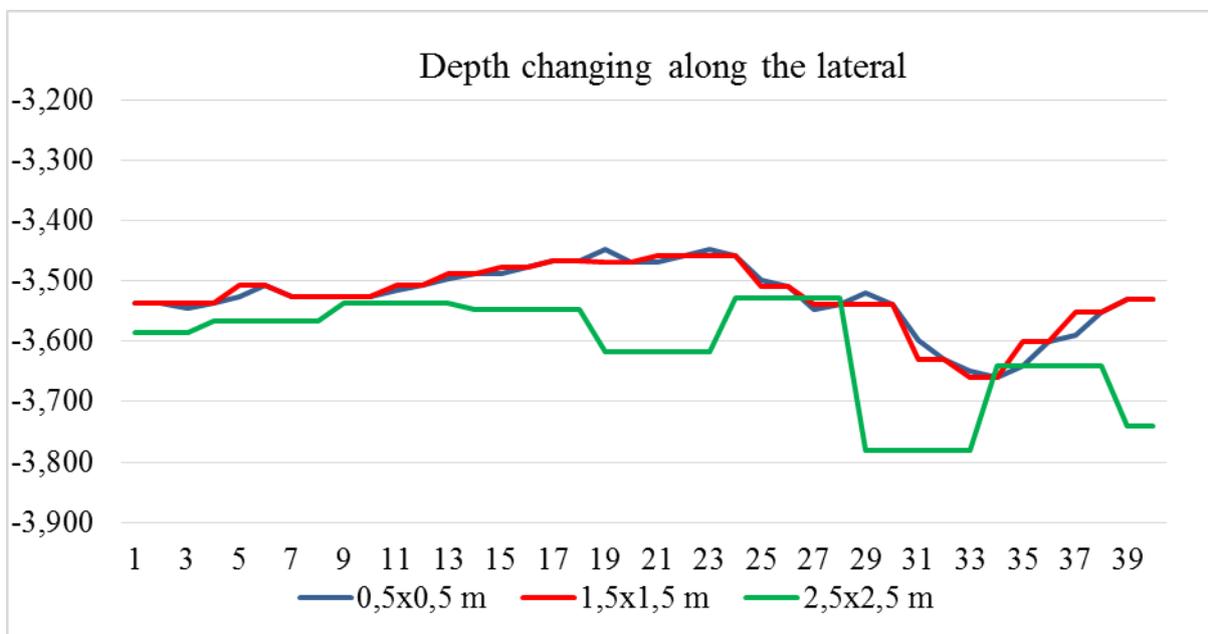


Fig. 5. Diagram of Depth Determination Dependence on Digital Grid Cell Size (0,5, 2,5 and 1,0 meters)

In diagram 2, it can be noted that DTM 2.5 varies markedly within the limits of 18–23 points, if in denser models in this section a positive anomaly is traced, and then DTM 2.5 m in this limit shows deeper values.

Comparison of the above diagrams made it possible to conclude that the model, constructed on a $2,5 \times 2,5$ meters digital grid significantly distorts the depth values data. At a time when DEM with a cell size of $0,5 \times 0,5$ meters and $1,5 \times 1,5$ meters largely repeat each other, the DEM, constructed in three-dimensional space, as well as diagrams comparing depths, showed that the DEM created on a grid of $0,5 \times 0,5$ meters describes the state of the seabed in more detail and more clearly, revealing characteristic terrain points that lose their relevance on the DEM with a large cell size [12].

Conclusion

These findings below are suitable for small and shallow areas. If we consider the bottom of the world ocean, the terrain DEM with a cell size of $0,5 \times 0,5$ meters will consist of a large amount of data that will not be convenient for the future use. Therefore, the cell size for DEM should be selected depending on several factors, such as the depth, scale and area, the target designation of the effective DEM, and other factors.

The general models of the bottom terrain should be the basis for determining the "key" shelf sections for further detailed study, including depth sounding. In the industrial development of shelf zones, they are needed at the stage of justification, planning and identification of geological hazards, exploration and construction, while at the operation stage they should serve as a basis for monitoring changes in the bottom surface, the ecological state of the study area, and geological and morphological study of the territory [13]. This approach is the most appropriate for optimizing financial costs, given the high and timely huge cost of full-scale field survey. It should also be taken into account that it is the general models that minimize possible and inevitable errors at all stages of exploration and operation of facilities. In this regard, before commencement of hydrographic surveys, it is necessary to determine the final DEM construction method and the size of the grid cell [14].

The choice of the final DEM's grid size directly depends on the depth of the survey area. In deep areas it is not so important to build the three-dimensional surface with the centimeter accuracy, since a possible danger of a large subsidence of the navigation vessel is excluded. While in shallow areas it is important to have a DEM, which most accurately describes the seabed, due to the fact that even a small object on the bottom surface might become an obstacle to navigation, also for the further engineering works on the site. Due to that, it is recommended to use the model of 0,5 m resolution for shallow, and the model with a cell size greater than 1,5 meters for deep areas with a subsequent increase, which is proportional to the seabed depth increase.

REFERENCES

1. Presidential Order of the Republic of Kazakhstan the State Program for the Development of the KSCS № 1095 dated May 16, 2003.
2. Nikiforov S. L., Koshel S. M., Sorokhtin N. O., Kozlov N. E. (2015). [Digital models of the bottom relief and some Cifrovie modeli relief dna I nekotore vozmozhnosti ih morfometricheskogo analiza. possibilities of their morphometric analysis]. Vol 18, № 2, 287–294. [in Russian]
3. Kuznetcova I. A., Ligay V. V. (2010). Analize izmeneniya urovnya Kaspiyskogo moray po dannym gidrometeorologicheskoy beregovoi stancii Aktau [Analysis of changes in the level of the Caspian Sea according to the data of the Aktau Sea Hydrometeorological Coastal Station]. In Sbornik materialov «Innovacionnye tehnologii sbora I obrabotki geoprostranstvennyh dannyh dlya upravleniya prirodnyimi resursami. [Materials of the international conference "Innovative technologies for the collection and processing of geospatial data for the management of natural resources"], Ust-Kamenogorsk, 182–188 [in Russian].
4. Nikiforov S. L., Koshel S. M., Frolov V. V., Popov O. E., Levchenko O. V. (2015). O metodah postroyeniya cifrovih modelei dna (na primere Belogo Morya). Oceanology, [On the methods of constructing digital bottom models (using the example of the White Sea)], Vol 55, № 2, 326–336. [in Russian]
5. Kuznetcova I. A., Kamza A. T. (2017). Postroyeniye cifrovoi modeli relief morskogo dna. [Building a digital model of the seabed relief]. Vestnik KAZGASA [Vestnik KAZLACE], Almaty, 1 (63), 109–115. [in Russian].
6. Hromovih V. V., Hromovih O. V. Cifrovie modeli reliefa [Digital Terrain Model]. (2007). Tutorial. Tomsk. 5–7.
7. Chesapeake Technology, Inc 2010–2016. 2016. SonarWiz User Guide. User Guide, Chesapeake Technology.
8. Elhassan, Prof Ismat. 2015. "Bathymetric Techniques." FIG Working Week 2015. 17.
9. Firsov Yu. G. Osnovi gidroakustiki I ispolzovaniya gidrographicheskikh sonarov. [Fundamentals of hydroacoustics and the use of hydrographic sonars]. (2010), Saint-Petersburg, 9–12. [in Russian].
10. IHO Standards for Hydrographic Surveys, International Hydrographical Organization, Special Publication № 44, 5th Edition, 2008, P24.
11. ESRI. 2017. Desktop ArcGIS. Accessed 10 3, 2017. <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/maritime-bathymetry/essential-bathymetric-vocabulary.htm>.
12. A comparison of interpolation methods on the basis of data obtained from a bathymetric survey of Lake Vrana, Croatia HESSD 11, 13931–13979, 2014.
13. Citation: Hajam RA, Hamid A, Bhat S (2013) Application of Morphometric Analysis for Geo-Hydrological Studies Using Geo-Spatial Technology –A Case Study of Vishav Drainage Basin. Hydrol Current Res 4:157. doi: 10.4172/2157-7587.1000157.
14. Elhassan, Prof Ismat. 2015. "Bathymetric Techniques." FIG Working Week 2015. 17.

© A. T. Камза, И. А. Кузнецова, Е. Левин, 2018

СМЕХОВОЙ ОБРАЗ ГЕРМАНИИ И НЕМЦЕВ В САТИРИЧЕСКОМ ПРИЛОЖЕНИИ К ЖУРНАЛУ «СОВРЕМЕННОМУ» «СВИСТОК»

Сергей Сергеевич Жданов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат филологических наук, зав. кафедрой языковой подготовки и межкультурных коммуникаций, тел. (383)343-29-33, e-mail: fstud2008@yandex.ru

В статье рассматриваются сатирические образы Германии и немцев, представленные в приложении к журналу «Современник» «Свисток». Хотя данное приложение выходило недолгое время (в 1859–1863 гг.), оно оставило значительный след в истории русской литературы. В качестве материала исследования были использованы как поэтические, так и прозаические произведения, которые были созданы авторами «Свистка» Н. А. Добролюбовым, Н. А. Некрасовым, И. И. Панаевым, М. А. Антоновичем. В ходе исследования было установлено, что маркированные немецкостью образы в этих произведениях можно обозначить как литературные типажи. При этом основным является типаж «добротного немца» – филистера. Также авторы «Свистка» активно прибегали к мотиву противостояния немецкого и русского начал с целью сатирического изображения недостатков общественной жизни в России.

Ключевые слова: сатира, русская литература XIX в., имагология, Германия, немцы, филистеры, художественное пространство, свой, чужой.

JOKING IMAGE OF GERMANY AND GERMANS IN THE SATIRIC SUPPLEMENT TO THE MAGAZIN “SOVREMENNİK” “SVISTOK”

Sergey S. Zhdanov

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, Ph. D., Head of Language Training and Intercultural Communications Department, phone: (383)343-29-33, e-mail: fstud2008@yandex.ru

The article deals with satiric images of Germany and Germans represented in the supplement to the magazine “Sovremennik” “Svistok”. Though this supplement was published a short while in 1859–1863 it left an important mark in the history of Russian literature. The study material consists of poetic as well as prosaic works that were written by the authors of “Svistok” N. A. Dorolyubov, N. A. Nekrasov, I. I. Panayev, M. A. Antanovich. It was found that the images in these works marked by Germanness can be defined as literary stable character types. The main type of them is the type of a ‘good German’, i. e. philistine. The authors of “Svistok” also used a motif of controversy between German and Russian elements with the aim of satiric representing weaknesses of the social life in Russia.

Key words: satire, russain literature of the XIX century, imagology, Germany, germans, philistines, literary space, own, alien.

Введение

Интенсификация межкультурных контактов, неуклонно набирающая обороты и принявшая мировые масштабы, привела к необходимости осмысления данных процессов широким спектром научных дисциплин. Одним из таких от-

ветов на данный вызов стала имагология, которую в самом общем виде можно определить как науку об образах Чужого. Оппозиция «Свое – Чужое» является базовой в любой национальной культуре, но конкретные варианты ее реализации разнятся от страны к стране и от эпохи к эпохе. Соответственно, имагология призвана проанализировать, как образы Чужого формируются и трансформируются, наполняясь конкретным содержанием, а также какие связи выстраиваются между Чужим и Своим в той или иной культуре. Формируясь в качестве самостоятельной дисциплины во второй половине XX в., имагология на данный момент проходит период активного развития, как на Западе, так и в России, о чем свидетельствует целый ряд исследований начала XXI в., посвященных имагологической проблематике. В качестве примеров можно привести работы Й. Леересена [1], И. Шевреля [2], Б. Нойманна [3], В. П. Трыкова [4].

Говоря об изучении образов Чужого в диахроническом плане, следует признать большую ценность как источников для имагологических исследований национальной литературы, в текстах которой фиксируются различные отношения между Своим и Чужим. При этом в фокусе исследования данной работы находятся образы Германии и немцев, представленных в сатирическом приложении к журналу «Современник» «Свисток». Данный литературный источник весьма интересен в плане представлений русского общества 60-х гг. XIX в. Между тем исследований, посвященных конкретно «Свистку», весьма ограниченное количество. Исключениями служат работы Ю. Н. Денисенко [5], А. А. Жука и Е. И. Покусаева [6], А. Г. Лошакова [7], А. Максимович [8], А. Е. Рыбаса [9]. Что же касается исследований образов Германии и немцев, представленных в материалах «Свистка», то здесь можно назвать статью О. Б. Лебедевой и А. С. Янушкевича, посвященную образу Германии в сатирических журналах «Искра» и «Свисток» [10]. Кроме того, в нашем исследовании об образе немецкого ученого в русской литературе [11] мы касались произведения К. Пруткова «Черепослов, сиречь Френолог», которое также было опубликовано в «Свистке».

Методы и материалы

В ходе исследования были использованы сравнительно-сопоставительный, а также типологический методы для выявления основных характеристик, приписываемых авторами «Свистка» образам Германии и немцев, а также определения литературных типажей, к которым относятся изображаемые героини-немцы. Материалом исследования послужили как поэтические, так и прозаические публикации данного сатирического приложения. Кроме того, следует упомянуть, что за рамки исследования были выведены образы немецкой персониферы (Бюхнера и Фихте), которые достаточно подробно рассмотрены в выше-названной статье О. Б. Лебедевой и А. С. Янушкевича [10, с. 108–110].

Результаты

Как указывает А. Г. Лошаков, в сверхтексте «Свистка» доминирует «установка на осмеяние», предполагающая актуализацию «ключевых концептов» смеха, маски и игры [7, с. 34]. Применительно к теме данного исследования следует упомянуть созданную Н. А. Добролюбовым сатирическую литературную маску Конрада Лилиеншвагера. Причем сам этот псевдоним представляет собой пародическую отсылку к имени одного из второстепенных поэтов той эпохи М. П. Розенгейма [6, с. 427]. Следует отметить особый характер национальной маркированности данного образа, создаваемый ремарками редакции, предваряющими сами стихотворения и псевдопереводы Лилиеншвагера, т. е. Н. А. Добролюбов здесь выступает одновременно в двух ролях – представителя редакции и поэта (а если идет речь о переводах «якобы»-австрийца Якова Хама, то в трех). Автор прибегает к литературной игре, балансируя на грани формирования образа-маски и ее разоблачения. Так, он обращается к сатирически сниженному немецкому типу «возвышенного поэта», хорошо разработанному русской литературной традицией [12, с. 48], чтобы тут же разрушить типажность с помощью наречия «почти»: «...г. Лилиеншвагер как пылкая, поэтическая и притом почти немецкая натура...» [13, с. 53]. Аналогичным образом разрушение немецкости персонажа происходит в другой ремарке, подразумевающей, что вся немецкость Лилиеншвагера заключается в его фамилии: «г. Конрад Лилиеншвагер, по фамилии своей интересующийся всем немецким, а по месту жительства – пишущий по-русски» [14, с. 77]. Это до некоторой степени роднит образ Лилиеншвагера с типажом обрусевшего немца, который представляет собой «специфический минус-типаж, чья немецкая маркированность – лишь сигнал о приеме обманутого ожидания: ничего именно немецкого в нем нет» [12, с. 45]. Однако в действительности образ Лилиеншвагера динамически балансирует между типажными и аллюзиями-пародиями на реальных поэтов.

Также активно авторы «Свистка» прибегают к типу «доброго немца» – филистера, главными атрибутами которого являются «трубка и пиво» [12, с. 41]. Например, отмечается пробуждение «какого-то смутного стремления к единству» «в апатической, налитой пивом Германии» [15, с. 199]. Здесь же иронически обыгрывается территориальная раздробленность Германии, которая долгое время была объектом русских шуток. Однако глагол «пробудил» фиксирует начало смены образов Германии, уже к 70-м гг. XIX в. превратившейся из страны добродушных Михелей-филистеров, пребывающих «в мире своих фантазий» – грез [16, с. 112], в милитаристскую державу. Возможно также, что мотив сна является иронической отсылкой к поэме Г. Гейне «Германия. Зимняя сказка». Филистерская типажность обыгрывается и в стихотворении Н. А. Добролюбова «В Дрездене», в котором перечисляется «стандартизованная атрибутика» жизни [10, с. 108] немецких обывателей: «мутная Эльба», «кружка пива», «звук Бетховенской сонаты», «концерт на Брюлевской террасе, где немец курит, пьет, внимает, и, точно в рукодельном классе, чулок всех немцев зашивает» [17, с. 266]. «Вязанье, штопанье чулок» – это обычное занятие типаж-

ных «добрых немок» [12, с. 45]. Сатирическое сближение высокого, духовного начала («звук Бетховенской сонаты») и телесных (питье пива, курение) в единый ряд перечисления («курит, пьет, внимает») показывает ограниченность этого филистерского пространства, которое в женском варианте уподобляется «рукодельному классу». Также обращает на себя внимание другое перечисление: «...над мутной Эльбой, с кружкой пива...», которое в силу своего соположения потенциально провоцирует к метонимии-отождествлению мутной Эльбы с (мутным) пивом. Впоследствии уже в эксплицитной форме сравнение филистерского Рейна и пивной реки использует другой сатирик, С. Черный, в стихотворении «На Рейне»: «Ваш Рейн? Немецкий Рейн? Но разве он из пива...» [18, с. 254].

В тексте «Что о нас думают в Париже» иронически гиперболизирована неторопливость жизни немцев: «...немец нетороплив на суждения: человек может пожить, нажиться, умереть, оставить наследство и быть позабытым не только наследниками, но даже и своими бывшими кредиторами прежде, нежели немец решится высказать о нем свое основательное суждение» [19, с. 364]. Также обыгрывается «инструментальная» функция немцев в русской жизни. Они считаются «частью служебной», т. е. обслуживающей, более низкой по сравнению с русскими, над которыми, однако, оказываются французы, управляющие «головой» русского человека: «...немцы у нас считаются по преимуществу музыкантами, булочниками и сапожниками <...> Немец, обращаясь к нашему слуху, повергает нас в неподвижное умиление своей музыкой, а француз красноречиво заставляя нас прыгать и плясать под его команду; немец нас кормит, а француз услаждает; немец устраивает наши ноги, француз – голову» [19, с. 364].

Другим относительно часто обыгрываемым в публикациях «Свистка» мотивом, маркированным немецкостью, является мотив немецкого засилья в русской жизни. Представление о таком засилье пользовалось относительной популярностью в русском обществе того времени и то и дело находило свое отражение в отечественной словесности. Сравните с высказыванием А. И. Герцена: «...немецкая часть правительствующей у нас Германии имеет... единство во всех... степенях немецкой табели о рангах. ...начинаясь подмастерьями, мастерами..., она быстро всползает по отлогой для ней лестнице – до немцев при России...» [20, с. 263–264]. В целом сатирическая направленность текстов «Свистка» предполагает высмеивание и развенчание ура-патриотизма. Так, в «Письмах отца к сыну» М.А. Антоновича указывается на чрезмерность риторики об онемечивании русских [21, с. 285]. В «Дружеской переписке Москвы с Петербургом» за авторством Н. А. Некрасова и Н. А. Добролюбова в ироническом смысле упоминается немецкость пространства Петербурга в противовес «истинной» русскости Москвы: «Здесь уже ясно для вас торжество московской, на русской почве выросшей и струею русского духа омытой родной жизни – над чужеземным, чахлым произрастением невских берегов, искусственно выведенным по немецкому маниру» [22, с. 100]; «...Она («столица новая», Санкт-Петербург. – С. Ж.) до наших дней с Россией не срослась: <...> с немецким языком там перемешан русский...» [22, с. 101].

В то же время в ряде текстов встречается образ немца-покорителя русского не только пространства, но и времени. Так, сообщается, что в некоей «акционерной пучине», «глубоком царстве» «просвещенного мрака» «...новый год начинается... не по Кириллу и Мефодию, но по разным более или менее немецкого происхождения бухгалтерам», которые с помощью «талисмана» «...по произволу останавливают на сколько угодно степеней или ускоряют ход акционерного солнца» [23, с. 319]. В стихотворении Н. А. Добролюбова «В прусском вагоне» образы «чугунных рельс» и длинного поезда символизируют немецкую упорядоченность, прямолинейность, расчетливость и скучность/рутинность немецкой жизни («...Не свернет ни разу с колеи рутинной. Часом в час рассчитан в путь его помильно...» [17, с. 265]). Сравните с мотивом скуки немецкого пространства для русского героя в стихотворении Н. А. Добролюбова «В Праге»: «...расставшись с родиной святою, я скучал меж немцев русскою душою...» [17, с. 266]. Эту же символику движения по прямой и колее как воплощение немецкости использует И. А. Гончаров в романе «Обломов». Например, отец Андрея Штольца, планируя судьбу сына, «...взял колею от своего деда и продолжил ее, как по линейке, до будущего своего внука...» [24, с. 164]. В образе поезда у Н. А. Добролюбова также выражается отрефлексированная русской культурой германская воля к покорению, т.е. одомашниванию и ограничению пространства, в том числе пространства русского, в котором главенствует иная воля – абсолютная свобода, беспредельность: «Но увы! – уж скоро мертвая машина стянет и раздолье Руси-исполина. Сыплют иностранцы русские миллионы, чтобы русской воле положить препоны» [17, с. 265]. Основываясь на сходном образном «металлизме» покорения и противостояния немецкости («железной воли») и русскости (стихийности), Н. С. Лесков напишет позднее свой знаменитый рассказ о злоключениях инженера Пекторалиса в России с явной отсылкой на бисмарковскую Германию, которая, как мы установили, во времена издания «Свистка» только просыпается. В немецком, т.е. чужом пространстве русское начало лишается силы («Воля моя, воля! Как ты здесь бессильна!» [17, с. 265]) в соответствии с мифопоэтикой, где богатырь (Русь-исполин) теряет силы (или жизнь) в чужом царстве, пространстве смерти (отсюда «мертвая машина»).

Но не стоит забывать, что «В прусском вагоне» является сатирическим стихотворением, направленным не столько на немецкость, сколько на русскость, вернее на понимание этой русскости, заключенное в спародированной «славянофильской формуле» о «духе Руси-исполина» [10, с. 108]. В самообличении, замаскированном под восхваление, хаосу, своеволию и абсурду приписываются положительные коннотации как выражению «истинной» русскости: «Мчусь, куда хочу я, без нужды, без цели землю полосую» [17, с. 265]. Это движение во имя движения («без нужды, без цели»), движение «от противного» (еду не потому, что мне куда-то надо, а потому, что «не хочу я прямо», чтобы не поддаться «слепой рутине», столь ценимой немцами), движение разрушительное («взад через посевы» [17, с. 265]). Русский поезд принимает свойства окружающего его пространства и, в отличие от немецкого, связанного с мертвым пространством, оживает: «...мы дадим дух жизни и самой машине», «...все

машины с русской природой сами оживятся духом и свободой» [17, с. 265]. Русская машина становится фактически былинным богатырем, который, сам не зная своей силы, калечит соперников: «...то соскочит с рельсов с силой молодецкой; то обвалит насыпь, то мосток продавит, то на встречный поезд ухарски направит» [17, с. 265]. Кроме того, осмеянию подвергаются непунктуальность («...то пойдет потише, опоздает вволю...»), угодничанье перед властью («...просто часика четыре подождет особу сильную в сем мире» [17, с. 265]).

Сходную образность, воплощающую сюжет противостояния русскости и немецкости, демонстрирует стихотворение Н. А. Добролюбова «Славянские думы». Вместо поезда здесь пароход, который опять-таки обозначается «мертвой машиной» [25, с. 367], управляемой немецким капитаном. Ему противопоставит русская стихийность реки: «Где ж справиться немцу с красою рек русских!» [25, с. 367]. Пароход символизирует прогресс Запада («Быстро идет пароход наш...»), а останавливающая его мель или барка – неторопливость русского пространства. Немецкому капитану, который «хитрил» и распорядился «делать промеры», т.е. вел себя с немецкой рациональностью, также противопоставлены «русские все кочегары» с «русской доблестью» – «смиреньем». [25, с. 367]. Во второй части противостояние стихийной русскости «хитрому» немецкому началу повторяется: «Вы хитры... иноземцы. Вы пароход изобрели; но все ж на Волге мы вас, немцы, по суткам держим на мели» [25, с. 367]. Несовпадение пафоса народности (возможно, что строчка «Вы хитры... Вы пароход изобрели...») является перифразом русской поговорки «Немец хитер: обезьяну выдумал» [16, с. 48]) с банальностью ситуации порождает сатирический комизм, разоблачающий ура-патриотическую риторику.

Обсуждение

Из вышеизложенного нами делается вывод, что тексты «Свистка» обладают важной особенностью при изображении немецкости. Особенность эта вытекает из направленности сатирической критики журнальных материалов прежде всего на российскую действительность. Соответственно, немецкость здесь выполняет чисто служебную функцию, она весьма условно и общими чертами описывается в рамках уже устоявшихся образцов (типажей, устойчивых формул описания). Немецкость – это по большей мере фон, на котором разворачивается абсурд русской действительности. Когда Карамзин описывает Германию, иногда также обращаясь к иронии, он изображает Чужое, когда авторы «Свистка» описывают Германию, они изображают Свое. Например, их интересует поведение русских за границей, которые не ценят вежливости, но готовы смиряться перед силой и грубостью, что выражено в наблюдении берлинского кельнера: «...русский, это известно, что за человек: смотри ему в глаза, он на тебя плюнет и всякую твою услугу за ничто считает, а сделай ему такую рожу, что обругать его хочешь сейчас же, да внимания-то на него не обращай большого – сейчас же укротится и просить станет вежливо и trinkgeld даст хорошее» [19, с. 363]. Авторы надевают маску русских обывателей, которые считают всех

немцев, как говорилось выше, либо музыкантами, либо булочниками, либо сапожниками. Таким образом, немецкость ограничивается поверхностным описанием, поскольку обыватель-маска и одновременно объект осмеяния не способен смотреть иначе и не интересуется Чужим: «Что нам немцы! Чья репутация может выиграть или пострадать оттого, что о нас станут говорить не только немецкие кельнеры, но даже гегеймраты и великие ученые» [19, с. 364].

По сути, перед нами еще одна сторона сатирической игры. Подобно тому, что А. В. Жуковская, Н. Н. Мазур, А. М. Песков пишут о минус-типажности, можно говорить в ряде текстов «Свистка» о «минус-немецкости» образа Германии. Например, из стихотворения «Первый шаг в Европу» (его окончательная редакция принадлежала Н. А. Некрасову [8, с. 301]) сведения собственно о Германии умещаются в упоминание о «немецкой дешевизне», из-за которой русские туристы отправляются в Берлин, и о немецком «враге» в лице гостиничной горничной по имени Луиза-Августа-Фернанда-Кунигунда [26, с. 141]. Больше о стране и городе не сообщается ничего. Кроме того, сатирический пафос вражды порождается ничтожным происшествием: раздевая жену, горничная «слегка» царапает той шею, на что не привыкшая сдерживаться русская барышня, видимо, отвечает рукоприкладством (об этом умалчивает муж-рассказчик), но внезапно встречает «отпор суровый» [26, с. 141]. Истинная обличительная интенция стихотворения оказывается направленной не против Германии, грубости нравов ее жителей или вечного противостояния германства и славянства, а против нецивилизованности русских помещиков, бегущих якобы от «грубости, мрака и дичи» России в Европу, но на самом деле "ввозящих" хамство с собой, привыкнув у себя «стричь» «в деревне девок» или «надирать виски безгласному холопу» [26, с. 141]. Попутно, видимо, пародируется ставшее штампом после карамзинских «Писем русского путешествия» сверхэмоциональное расставание с Россией: «...Я сел на пароход и уронил за борт горячую слезу, невольный дар отчизне...» [26, с. 141]. Точно также в стихотворении «В Дрездене» речь идет не о Дрездене, а о русских туристах, которые отличаются от типажных филистеров только размахом гульбы и тем, что вместо пива тратят деньги на шампанское, чтобы подчеркнуть свое несходство с немцами («на показ немецкой расе»): «...русский русских тотчас чует и на показ немецкой расе шампанским встречу торжествует. ...русский тотчас отличает здесь земляков...» [17, с. 266].

Заключение

Итак, в изображении Германии и немцев в сатирических публикациях «Свистка» было выявлено несколько общих черт: во-первых, обращение авторов к типажным образам-штампам, прежде всего к филистерским образам «доброго немца» и «доброй немки»; во-вторых, обыгрывание мотива противостояния немецкого и русского начал с целью осмеяния славянофильской и урапатриотической риторики; в-третьих, акцентирование внимания на изображе-

нии русскости, для которой немецкость играет роль инонационального фона, позволяющего иронически заострить описание Своего в «зеркале» Чужого.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Leerssen J. Imagology: History and method // *Imagology: The cultural construction and literary representation of national characters. A critical survey* / Ed. by M. Beller, J. Leerssen. – Amsterdam ; New York : Rodopi, 2007. – Pp. 17–32.
2. Chevrel Y. Réception, imagologie, mythocritique: problématiques croisées // *L'Esprit Créateur*. – 2009. – Vol. 49. – № 1. – Pp. 9–22.
3. Neumann B. Grundzüge einer kulturhistorischen Imagologie: Nationale Selbst- und Fremdbilder in britischer Literatur und anderen Medien des 18. Jahrhunderts // *KulturPoetik*. – 2010. – Bd. 10. – H. 1. – S. 1–24.
4. Трыков В. П. Имагология и имагопоэтика // *Знание. Понимание. Умение*. – 2015. – № 3. – С. 120–129.
5. Денисенко Ю. Н. Славянофил Яков Хам на страницах сатирического приложения «Свисток» // *Вестник ТвГУ. Серия «Филология»*. – 2017. – № 1. – С. 244–248.
6. Жук А. А., Покусаев Е. И. «Свисток» и его место в русской сатирической журналистике 1860-х годов // *Свисток. Сборник литературных, журнальных и других заметок*. – М. : Наука, 1981. – С. 407–431.
7. Лошаков А. Г. Сверхтекст: семантика, прагматика, типология : автореф. ... д-ра филол. наук. – Киров, 2008. – 50 с.
8. Максимович А. Некрасов – участник «Свистка» // *Литературное наследство*. – 1949. – Т. 49–50. – С. 299–348.
9. Рыбас А. Е. О смехе «Свистка» // *Studia Culturae*. – 2011. – № 12. – С. 29–38.
10. Лебедева О. Б., Янушкевич А. С. Образ Германии в зеркале русской сатирической журналистики второй половины XIX века // *Диалог культур: поэтика локального текста : материалы III Международной научной конференции*. – Горно-Алтайск : РИО Горно-Алтайского университета, 2012. – С. 95–111.
11. Жданов С. С. Ученость «Германии туманной»: к комическому образу немецкого ученого в русской литературе конца XVIII – начала XX вв. // *Вестник СГУГиТ*. – 2017. – Т. 22, № 4. – С. 243–256.
12. Жуковская А. В., Мазур Н. Н., Песков А. М. Немецкие типажи русской беллетристики (конец 1820-х – начало 1840-х гг.) // *Новое литературное обозрение*. – 1998. – № 34. – С. 37–54.
13. Добролюбов Н. А. Раскаяние Конрада Лилиеншвагера // *Свисток. Сборник литературных, журнальных и других заметок*. – М. : Наука, 1981. – С. 53.
14. Добролюбов Н. А. Опыты австрийских стихотворений. Соч. Якова Хама // *Свисток. Сборник литературных, журнальных и других заметок*. – М. : Наука, 1981. – С. 77.
15. Панаев И. И. На рубеже старого и нового года. Грезы и видения Нового Поэта // *Свисток. Сборник литературных, журнальных и других заметок*. – М. : Наука, 1981. – С. 197–215.
16. Оболенская С. В. Германия и немцы глазами русских (XIX в.). – М. : ИВИ РАН, 2000. – 210 с.
17. Добролюбов Н. А. Выдержки из путевых эскизов. Стихотворения Конрада Лилиеншвагера (1. В прусском вагоне. 2. В Дрездене. 3. В Праге) // *Свисток. Сборник литературных, журнальных и других заметок*. – М. : Наука, 1981. – С. 265–266.
18. Черный С. *Собрание сочинений* : в 5 т. Т. 1. – М. : Эллис Лак, 1996. – 464 с.
19. Добролюбов Н. А. Что о нас думают в Париже (Письмо русского) // *Свисток. Сборник литературных, журнальных и других заметок*. – М. : Наука, 1981. – С. 362–366.

20. Герцен А. И. Русские немцы и немецкие русские // Герцен А. И. Соч. : в 9 т. Т. 7. – М. : Художественная литература, 1958. – С. 263–308.
21. Антонович М. А. Письма отца к сыну // Свисток. Собрание литературных, журнальных и других заметок. – М. : Наука, 1981. – С. 280–290.
22. Некрасов Н. А., Добролюбов Н. А. Стихотворения присланные в редакцию «Свистка» (Дружеская переписка Москвы с Петербургом. 1. Московское стихотворение. 2. Петербургское послание.) // Свисток. Собрание литературных, журнальных и других заметок. – М. : Наука, 1981. – С. 99–111.
23. Ковалевский П. М. Голос из «акционерной пучины» (От нашего собственного корреспондента) // Свисток. Собрание литературных, журнальных и других заметок. – М. : Наука, 1981. – С. 319–320.
24. Гончаров И. А. Собр. соч. : в 6 т. Т. 4. Обломов. – М. : Правда, 1972. – 526 с.
25. Добролюбов Н. А. Славянские думы (во время плаванья по Волге на пароходе) // Свисток. Собрание литературных, журнальных и других заметок. – М. : Наука, 1981. – С. 367.
26. Добролюбов Н. А., Некрасов Н. А. Отъезжающим за границу // Свисток. Собрание литературных, журнальных и других заметок. – М. : Наука, 1981. – С. 140–141.

REFERENCES

1. Leerssen J. (2007). Imagology: History and method. In *Imagology: The cultural construction and literary representation of national characters. A critical survey*. Ed. by M. Beller, J. Leerssen (pp. 17-32). Amsterdam; New York: Rodopi.
2. Chevrel Y. (2009). Réception, imagologie, mythocritique: problématiques croisées. *L'Esprit Créateur*, Vol. 49, 1, 9–22.
3. Neumann B. (2010). Grundzüge einer kulturhistorischen Imagologie: Nationale Selbst- und Fremdbilder in britischer Literatur und anderen Medien des 18. Jahrhunderts. *KulturPoetik*, Bd. 10, H. 1, 1–24.
4. Trykov V. P. (2015). Imagology and imagopoetics. Knowledge. Understanding. Competence [Znaniye. Ponimaniye. Umeniye], 3, 120–129 [in Russian].
5. Denisenko Yu. N. (2017). Slavophil Jacob Ham on pages of the satiric supplement “Svistok”. *Bulletin of TverSU. Series “Philology”* [Vestnik TvGU. Seriya “Filologiya”], 1, 244–248 [in Russian].
6. Zhuk A. A., Pokusayev E. I. (1981). “Svistok” and its place in the Russian satiric journalism of the 1860s. In *Svistok. Sbranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (pp. 407–431). Moscow: Nauka [in Russian].
7. Loshakov A. G. (2008). Hypertext: semantics, pragmatics, typology: synopsis of... Doctor of Philology [Sverhtekst: semantika, pragmatika, tipologiya: avtoreferat ... doktora filologicheskikh nauk]. Kirov [in Russian].
8. Maksimovich A. (1949). Nekrasov as a participant of “Svistok”. *Literary Heritage* [Literaturnoye nasledstvo], Vol. 49–50, 299–348 [in Russian].
9. Rybas A. E. (2011). About the laugh of “Svistok”. *Studia Culturae*, 12, 29–38. [in Russian].
10. Lebedeva O. B., Yanushkevich A. S. (2012). Image of Germany in the mirror of the Russian satiric journalism in the second half of the XIX century. In *Dialogue of cultures: poetics of the local text: Proceedings of the III International scientific conference* [Dialog kultur: poetika lokalnogo texta: Materialy III mezhdunarodnoy nauchnoy konferencii] (pp. 95–111). Gorno-Altai: RIO Gorno-Altayskogo universiteta [in Russian].
11. Zhdanov S. S. (2017). Scholarism of the “nebulous Germany”: to the comic German scientist’s image in Russian literature of the late XVIII – early XX centuries. *Bulletin of SSUGT* [Vestnik SGUGiT], 4, 243–256 [in Russian].

12. Zhukovskaya A. V., Mazur N. N., Peskov A. M. (1998). German characters of Russian belles letters (the last 1820s – the early 1840s). *Novoe literaturnoe obozrenie* [New literary review], 34, 37–54 [in Russian].
13. Dobrolyubov N. A. (1981). Konrad Lilienschwager's repentance. In *Svistok. Sobranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (p. 53). Moscow: Nauka [in Russian].
14. Dobrolyubov N. A. (1981). Attempts at Austrian rhymes. Jacob Ham's Works. In *Svistok. Sobranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (p. 77). Moscow: Nauka [in Russian].
15. Panaev I. I. (1981). Between the old and the new years. Dreams and visions of the New Poet. In *Svistok. Sobranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (pp. 197–215). Moscow: Nauka [in Russian].
16. Obolenskaya S. V. (2000). *Germaniya i nemcy glazami russkikh (XIX v.)* [Germany and Germans from the Russian point of view]. Moscow: IVI RAN [in Russian].
17. Dobrolyubov N. A. (1981). Excerpts from traveller's sketches. Konrad Lilienschwager's rhymes (1. In the Prussian coach. 2. In Dresden. 3. In Prague). In *Svistok. Sobranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (pp. 265–266). Moscow: Nauka [in Russian].
18. Chorny S. (1996). *Sobranie sochinenij: v 5 t. T. 1* [Collected works: in 5 v. Vol. 1]. Moscow: Ellis Lak [in Russian].
19. Dobrolyubov N. A. (1981). What they think about us in Paris (Russian's letter). In *Svistok. Sobranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (pp. 362–366). Moscow: Nauka [in Russian].
20. Herzen A. I. (1958). Russian Germans and German Russians. In *Herzen A. I. Works in 9 v. Vol. 7* [Sochineniya v 9 t. T. 7] (pp. 263–308). Moscow: Khudozhestvennaya literatura [in Russian].
21. Antanovich M. A. (1981). Father's letters to his son. In *Svistok. Sobranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (pp. 280–290). Moscow: Nauka [in Russian].
22. Nekrasov N. A., Dobrolyubov N. A. (1981). Rhymes sent to the editors of "Svistok" (Friendly correspondence between Moscow and Petersburg. 1. Rhyme of Moscow. 2. Missive of Petersburg.). In *Svistok. Sobranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (pp. 99–111). Moscow: Nauka [in Russian].
23. Kovalevskiy P. M. Voice from the 'joint-stock deep' (From our own correspondent). In *Svistok. Sobranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (pp. 319–320). Moscow: Nauka [in Russian].
24. Goncharov I. A. (1972). *Collected works in 6 v. Vol. 4. Oblomov* [Sobraniye sochineniy v 6 t. T. 4. Oblomov]. Moscow: Pravda [in Russian].
25. Dobrolyubov N. A. (1981). Slavic dumas (during trip on the Volga by a steamship). In *Svistok. Sobranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (p. 367). Moscow: Nauka [in Russian].
26. Dobrolyubov N. A., Nekrasov N. A. (1981). To travelers abroad. In *Svistok. Sobranie literaturnyh, zhurnal'nyh i drugih zametok* [Svistok. Collected literary, journalistic and other sketches] (pp. 140–141). Moscow: Nauka [in Russian].

© C. C. Жданов, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. <i>А. П. Карник, В. И. Обиденко, П. К. Шитиков, К. Ф. Афонин, О. А. Опритова.</i> Разграфка и номенклатура топографических карт и планов на территорию Новосибирской области	3
2. <i>Г. Г. Побединский.</i> Объемные и структурные характеристики массивов и потоков информации при создании и обновлении государственных геопространственных данных Российской Федерации.....	12
3. <i>Е. И. Долгов, С. В. Сергеев, А. В. Никонов.</i> О совместной деятельности отечественной военной топографической службы и Русского географического общества.....	32
4. <i>Е. И. Долгов, С. В. Сергеев, А. В. Никонов.</i> К 100-летию создания топографической службы Красной Армии.....	46
5. <i>К. Морозова, Р. Ягер, С. Миджидордж, Г. Силабриедис, Я. Балодис, Я. Каминскис.</i> Расчет модели локального квазигеоида (Улан-Батор), оценка параметров и подходы в определении гравитационного поля	58
6. <i>А. Ержанқызы, Р. Шульци, Е. Левин, Э. Орынбасарова.</i> Использование данных аэрофотосъемки для наземного лазерного сканирования	69
7. <i>Б. К. Бектанов, О. А. Сарыбаев.</i> Исследование взаимосвязи параметров лучевых траекторий в условиях влияния рефракции	75
8. <i>Э. О. Орынбасарова, Э. Соутер.</i> Особенности обработки и применения радарных снимков Sentinel-1 при деформационном мониторинге земной поверхности на примере нефтяного месторождения Западного Казахстана.....	83
9. <i>И. С. Тренина, А. А. Максимов, И. А. Соловьева, О. Г. Новикова, И. В. Рублев.</i> Спутниковый мониторинг трансграничных территорий России и Казахстана.....	91
10. <i>П. С. Батин, А. В. Дубровский, О. И. Малыгина.</i> К вопросу кадастра и мониторинга земель трансграничных территорий (на примере России и Казахстана)	101
11. <i>Д. Н. Волежжанин.</i> Государственная экспертиза результатов инженерно-геодезических изысканий. Новеллы законодательства	108
12. <i>Г. А. Яловик, В. Н. Терехов.</i> Проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых в Сибирском федеральном округе	114
13. <i>А. А. Фёдоров.</i> Композитные индексы для измерения информатизации общества. Рейтинги информатизации стран	119
14. <i>А. А. Бучнев, П. А. Ким, В. П. Пяткин, Ф. В. Пяткин.</i> Распределенная сеть облачных web-сервисов для обработки спутниковых данных.....	132

15. <i>А. Т. Камза, И. А. Кузнецова, Е. Левин.</i> Обоснование выбора размера ячейки для построения цифровой модели рельефа в зависимости от глубины объекта.....	141
16. <i>С. С. Жданов.</i> Смеховой образ Германии и немцев в сатирическом приложении к журналу «Современник» «Свисток».....	149

CONTENTS

1. <i>A. P. Karpik, V. I. Obidenko, P. K. Shitikov, K. F. Afonin, O. A. Opritova.</i> Division and Nomenclature of Topographic Maps and Plans to the Territory of the Novosibirsk Region	3
2. <i>G. G. Pobedinsky.</i> Volume and Structural Characteristics of Massives and Flows of Information when Creating and Updating Governmental Geo-Spatial Data of the Russian Federation	12
3. <i>Y. I. Dolgov, S. V. Sergeev, A. V. Nikonov.</i> On the Joint Activity of the National Military Topographic Service and the Russian Geographical Society	32
4. <i>Y. I. Dolgov, S. V. Sergeev, A. V. Nikonov.</i> To the 100th Anniversary of Creating the Topographic Service of the Red Army.....	46
5. <i>K. Morozova, R. Jäger, S. Mijiddorj, G. Silabriedis, J. Balodis, J. Kaminskis.</i> Ulaanbaatar Qgeoid Computation, Parameter Estimation and Optimization Concepts for Gravity Field Determination.....	58
6. <i>A. Yerzhankyzy, R. Shults, E. Levin, E. O. Orynassarova.</i> Using Aerial Survey Data Set for Terrestrial Laser Scanning Referencing	69
7. <i>B. K. Bektanov, O. A. Sarybayev.</i> Study of Interconnection of Beam Trajectories Parameters in Conditions of Refraction Influence	75
8. <i>E. O. Orynassarova, A. Sowter.</i> Peculiarities of Processing and Application of Sentinel-1 Radar Surfaces in Deformation Monitoring of the Earth Surface on the Example of Oil Field of Western Kazakhstan.....	83
9. <i>I. S. Trenina, A. A. Maksimov, I. A. Solovjeva, O. G. Novikova, I. V. Rublev.</i> Satellite Monitoring of the Transboundary Territories of Russia and Kazakhstan	91
10. <i>P. S. Batin, A. V. Dubrovsky, O. I. Malygina.</i> To the Question of the Cadastre and Monitoring of Lands of Transboundary Territories (on the Example of Russia and Kazakhstan).....	101
11. <i>D. N. Vologzhanin.</i> State Expertise of Results of Engineering Surveys. Legislation	108
12. <i>G. A. Yalovik, V. N. Terekhov.</i> The Problems of Replenishing the Reserves of the Solid Mineral Resources Base in the Siberian Federal District.....	114
13. <i>A. A. Fedorov.</i> Composite Indexes for Measurement of Informatization of Society. Ratings of Informatization of the Countries	119
14. <i>A. A. Buchnev, P. A. Kim, V. P. Pyatkin, F. V. Pyatkin.</i> Distributed Network of Cloud-Based Web-Services for Satellite Data Processing.....	132

15. <i>A. T. Kamza, I. A. Kuznetcova, E. Levin.</i> Justification of the Cell Size Choice for Digital Elevation Model Construction Depending on the Depth of the Object	141
16. <i>S. S. Zhdanov.</i> Joking Image of Germany and Germans in the Satiric Supplement to the Magazin “Sovremennik” “Svistok”	149

Научное издание

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ

XIV Международный научный конгресс

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Сборник материалов

Материалы публикуются в авторской редакции

Компьютерная верстка *Е. М. Федяевой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 10.10.2018. Формат 60 × 84 1/16.

Печать цифровая.

Усл. печ. л. 9,5. Тираж 100 экз. Заказ 151.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, 108, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, 108, ул. Плахотного, 8.