

### Организаторы конференции:

Санкт-Петербургская ассоциация геодезии и картографии;  
Университет ИТМО;  
Кафедра картографии и  
геоинформатики СПбГУ

### При поддержке:

Санкт-Петербургский горный университет  
(кафедра инженерной геодезии);  
Управления Федеральной службы государственной  
регистрации, кадастра и картографии по Санкт-Петербургу;  
Торсон Corporation;  
ООО «Геодезические приборы»;  
ООО «НПП «Фотограмметрия»;  
ООО «Геоскан»;  
АО «Аэрогеодезия»  
ООО «ЭСТИ»

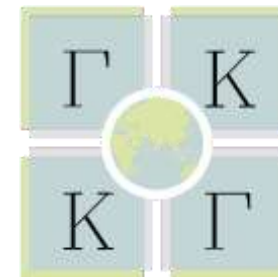
### Информационные партнеры (журналы):

«Геопрофи»;  
«Изыскательский вестник»;  
Связь предоставляет «Телфин»



ГеоКа 2021

GeoCa



ГеоКа 2021 GeoCa

**ГЕОДЕЗИЯ, КАРТОГРАФИЯ,  
ГЕОИНФОРМАТИКА И КАДАСТРЫ.  
ПРОИЗВОДСТВО И  
ОБРАЗОВАНИЕ.**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IV ВСЕРОССИЙСКОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Санкт-Петербург / Saint-Petersburg  
2021 г.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ГЕОДЕЗИИ  
И КАРТОГРАФИИ  
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО  
КАФЕДРА КАРТОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ СПбГУ

**ГЕОДЕЗИЯ, КАРТОГРАФИЯ,  
ГЕОИНФОРМАТИКА И КАДАСТРЫ.  
ПРОИЗВОДСТВО И ОБРАЗОВАНИЕ.**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IV  
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ**



**ПОЛИТЕХНИКА**  
**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  
Санкт-Петербург 2021

УДК 528.2/.5; 528.48; 528.4; 528.8; 528.9; 681.3

ББК 26.1; 26.222; 32-5

Г35

**Редакционная коллегия:**

**А.С Богданов, В.В Потехин, О.А. Лазебник, И.Е Сидорина,**

**Е.А. Паниди, С.В. Тюрин (ученый секретарь)**

**Научный редактор И.Е Сидорина**

Г35

Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Производство и образование. Сб. материалов IV Всероссийской науч.- практ. конф. 2021 г., Санкт-Петербург / Науч. ред. И.Е Сидорина. — СПб.: Политехника, 2021. — 490 с.: ил.

DOI: 10.25960/7325-1191-8

IBSN 978-5-7325-1191-8

В сборник вошли материалы IV всероссийской научно-практической конференции «Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Производство и образование», ставящей целью обмена опытом и результатами инновационных исследований и практической деятельности в области геодезии, картографии, геоинформатики и кадастров и подготовки кадров в условиях перехода к цифровой экономике.

Сборник адресован специалистам геодезических и картографических предприятий, производителям и поставщикам программного обеспечения, геодезического, картографического и геоинформационного оборудования, научным работникам, преподавателям образовательных учреждений, а также студентам и аспирантам, исследующим как теоретические, так и прикладные аспекты развития геодезии, картографии, геоинформатики и кадастров.

УДК 528.2/.5; 528.48; 528.4; 528.8; 528.9; 681.3

БК 26.1; 26.222; 32-5

DOI: 10.25960/7325-1191-8

IBSN 978-5-7325-1191-8

© Санкт-Петербургская ассоциация  
геодезии и картографии, 2021

© Коллектив авторов, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ОЧНОМ И ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ <i>О.В. Ковалева</i> .....	13
ГИС-ИННОВАЦИИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ <i>В.С. Грузинов</i> .....	21
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СПБГУ ПО ОСНОВНЫМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОГРАММАМ БАКАЛАВРИАТА И МАГИСТРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ» В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ «ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ» <i>С.Н. Максимов, Т.А. Алиев, В.В. Засядь-Волк, Т.А. Заболотская</i> .....	24
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ <i>Е.А. Кюн</i> .....	30
РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ДИСЦИПЛИНЫ “ГЕОДЕЗИЯ” ДЛЯ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ <i>Л.К. Курбанова, Д.И. Кулакова</i> .....	33
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ АССОЦИАЦИИ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ С УЧЕБНЫМИ ЗАВЕДЕНИЯМИ САНКТ- ПЕТЕРБУРГА ПО ПОПУЛЯРИЗАЦИИ И СОХРАНЕНИЮ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ <i>А.С. Богданов</i> .....	35

### НАПРАВЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИЯ И ДЗЗ

#### ***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ГНСС, ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ***

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИГА  
ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ГНСС

<i>Д.А. Морозов</i> .....	41
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ АНТАРКТИЧЕСКОГО ЛЕДНИКОВОГО ЩИТА И ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ ПО ГНСС-ИЗМЕРЕНИЯМ НА СТАНЦИИ ВОСТОК	
<i>Д.А. Трофимов, С.Д. Петров, Ю.А. Серов, И.В. Чекунов, К.В. Желтова, А.С. Калишин, А.В. Франк-Каменецкий, В.В. Лукин</i> .....	45
ПЕРИОДИКИ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ В ДВИЖЕНИЯХ РЕФЕРЕНЦНЫХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ ГНСС (НА ПРИМЕРЕ Г. САНКТ - ПЕТЕРБУРГ)	
<i>В.В. Иванова, А.А. Сюсюмов, С.В. Тюрин</i> .....	53
ЗАВИСИМОСТЬ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ИНС/ГНСС СИСТЕМЫ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И ТИПОВ РАЗРЫВОВ В ПРИЁМЕ НАВИГАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ	
<i>Д.А. Кузнецов</i> .....	59
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ПОДАВЛЕНИЮ МНОГОЛУЧЕВОСТИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ НА СПЕЦИАЛЬНОМ СТЕНДЕ	
<i>А.Ю. Перминов, Д.А. Морозов, А.О. Куприянов</i> .....	64
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВАРИАНТЫ ИХ РЕШЕНИЯ ПРИ СПУТНИКОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ	
<i>А.Д. Антонов</i> .....	68
ВЫСОКОТОЧНОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСИРОВАННЫМИ МЕТОДАМИ – ГНСС+ИНС	
<i>А.Н. Воронов</i> .....	70
МЕТОДИКА КОМБИНИРОВАННОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПО СИГНАЛАМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ В РЕЖИМАХ "ПОДВИЖНАЯ БАЗА" И "КИНЕМАТИКА"	
<i>Д.Е. Лева</i> .....	75
ОТНОСИТЕЛЬНОЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ВОДОМЕРНОГО БУЯ ПО СИГНАЛАМ ГНСС ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЛИБРОВКИ СПУТНИКОВОГО АЛЬТИМЕТРА	

<i>А.Д. Шамрова</i> .....	81
СРАВНЕНИЕ РАЗНОСЕЗОННЫХ ДАННЫХ SENTINEL-1 И RADARSAT-2 ПРИ ХАРАКТЕРИСТИКЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	
<i>Е.А. Балдина, П.Г. Михайлюкова, А.С. Мурман</i> .....	88
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ, ОБСЛЕДОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ</b>	
ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ БЕСПИЛОТНОЙ АЭРОФОТОСЪЕМКИ И ФОТОГРАММЕТРИИ	
<i>В.М. Курков, А.С. Киселева</i> .....	97
РЕКТИФИКАЦИЯ СНИМКОВ	
<i>Р.М. Хрущ, А.Н. Гринь, А.В. Соловьев</i> .....	103
БЕСПИЛОТНОЕ ВОЗДУШНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ	
<i>П.П. Куклина, А.А. Качукова, Е.В. Кварацхелия, Е.И. Песня, Д.П. Бляхарский</i> .....	108
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА КРАЕВОЙ ЧАСТИ ВЫВОДНОГО ЛЕДНИКА ДОЛК (ЗАЛИВ ПРЮДС, ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА) ПО ДАННЫМ БЕСПИЛОТНЫХ АЭРОФОТОСЪЕМОК	
<i>Т.Н. Скрытцына, В.Г. Захаров, А.С. Киселева, Д.П. Бляхарский, Г. Цяо, С. Юань, И.В. Флоринский</i> .....	112
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЗДУШНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ДАННЫХ ГНСС В ДОЛИНЕ Р. ПРОТВА	
<i>Белая Н.И., Воскресенский И.С., Сучилин А.А., Ушакова Л.А., Шафоростов В.М., Энтин А.Л.</i> .....	118
МЕТОДИКА УТОЧНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЛИДАРНЫХ СЪЕМОК	
<i>Е.О. Валькова, В.А. Вальков, К.П. Виноградов</i> .....	124
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМОРФОМЕТРИЧЕСКОГО И ТЕКСТУРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОТВЕСНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	

<i>О.Т. Ишалпина</i> .....	128
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ КВАДРОКОПТЕРОМ <i>А.А. Блищенко, А.П. Санникова</i> .....	133
<b><i>ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ: ПРАВО. ПРАКТИКА. ТЕХНОЛОГИИ</i></b>	
МЕТРОЛОГИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ <i>В.А. Голованов</i> .....	136
СТАЦИОНАРНЫЙ КОМПЛЕКС СРЕДСТВ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ АЗИМУТА <i>М.А. Ханзадян</i> .....	143
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ <i>А.В. Мазуркевич</i> .....	148
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ СООРУЖЕНИЯ В ПЕРИОД РЕКОНСТРУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТАХЕОМЕТРОВ <i>А.А. Кузин</i> .....	153
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ УСТАНОВКИ <i>И.Д. Николаев, В.В. Петров, А.С. Янжура</i> .....	158
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РАЗМЕРНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ В АВИСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНЫХ ТРЕКЕРОВ <i>П.О. Палкин, С.Г. Гетманский</i> .....	161
К ВОПРОСУ О ТОЧНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПЛАНОВОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ РАЗБИВОЧНОЙ ОСНОВЫ СТРОЙПЛОЩАДКИ <i>В.Г. Потюхляев</i> .....	167

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ 3-Х МЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ <i>Д.Д. Дарабаев, В.С. Писарев, К.Е. Медведева</i> .....	173
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ МЕТРОЛОГИИ <i>В.И. Глейзер, И.Е. Стариков, А.А.Янковский, В.А. Шилов</i> .....	179
СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ КОРПОРАЦИИ ТОРСОН ДЛЯ ГЕОДЕЗИИ <i>М.Д. Алексеев, Г.А. Жуков, В.И. Глейзер</i> .....	184
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КВАЗИГЕОИДА НА ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТАХ <i>Д.Р. Баширова</i> .....	189
РЕЗУЛЬТАТЫ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА <i>А.А. Шарафутдинова</i> .....	192

### **НАПРАВЛЕНИЕ КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА**

КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ ПЕРВОЙ РОССИЙСКОЙ КРУГОСВЕТНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ 1803-1806 ГГ. <i>А.Г. Хропов</i> .....	197
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФРАНЦУЗСКОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ МИССИИ В ПЕРУ 1735-1744 ГГ. <i>Е.В. Журавлева</i> .....	207
ГРАВЁР И ИЗДАТЕЛЬ КАРТ АЛЕКСАНДР ДМИТРИЕВИЧ САВИНКОВ (1769-1859) <i>С.В. Свириденко</i> .....	2120
СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ» <i>А.С. Богданов, С.В. Тюрин, А.Д. Воитков</i> .....	220
ТОПОНИМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО РУССКОГО СЕВЕРА НА НИДЕРЛАНДСКИХ КАРТАХ XVII В. ИЗ ФОНДОВ ОТДЕЛА	



КАРТОГРАФИИ РОССИЙСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ БИБЛИОТЕКИ <i>Е.С. Драницына</i> .....	224
РАЗВИТИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ТУЛЬСКОЙ ГУБЕРНИИ. ИСТОРИКО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ <i>Р.Р. Барков, О.В. Павловский</i> .....	234
ИЗ ИСТОРИИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЯКУТСКО-ОХОТСКОГО ТРАКТА: 18 ВЕК <i>О.А. Лазебник, О.С. Романова</i> .....	239
ИСТОРИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ УШАКОВОЙ БАЛКИ (Г. СЕВАСТОПОЛЬ) <i>И.Ф. Петрова</i> .....	247
РАЗНОСТНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ NDVI ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СОКРАЩЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА <i>М.Б. Каган, Н.А. Позднякова</i> .....	252
СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ "РЕКРЕАЦИОННЫЕ ЗОНЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ" <i>А.А. Грицюк, О.В. Артемьева</i> .....	255
ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ КАРТОГРАФИРОВАНИИ ГОРОДОВ <i>Ю.С. Ядрихинская, А.В. Егоров</i> .....	259
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВА. ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ГИС АКСИОМА <i>А.С. Варущенко, С.С. Варущенко</i> .....	264
МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АТЛАС РОССИИ «ФАКТОРЫ РИСКА ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ»: КОНЦЕПЦИЯ И СТРУКТУРА <i>С.М. Малхазова, Т.В. Котова</i> .....	271
РАЗРАБОТКА РАЗДЕЛА ПРОФОРИЕНТАЦИОННОГО АТЛАСА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА <i>А.С. Алексейкова, Т.А. Андреева, И.С. Кузнецов, Н.А. Позднякова, В.Г. Коровка, С.А. Горлышева</i> .....	278

<p>ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ И ПРИЕМОВ КАРТОГРАФИИ ПРИ  ИЗУЧЕНИИ ИСТОРИИ ЦЕРКВИ  <i>Г.Н. Озерова, Т.А. Андреева, прот. К. Костромин, Д.В. Орженевский</i>  .....</p>	<p>282</p>
<p>СОСТАВЛЕНИЕ СЕРИИ КАРТ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНИЦ  ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ  <i>Д.В. Орженевский, Т.А. Андреева</i>.....</p>	<p>289</p>
<p>ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ  ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В  ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ  ОБЛАСТИ  <i>И.Е. Сидорина, А.И. Ракова, Е.М. Шишмолина</i>.....</p>	<p>294</p>
<p>ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ В  АТЛАСАХ  <i>И.Е. Фокин, С.А. Крылов</i>.....</p>	<p>300</p>
<p>ПРОБЛЕМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ЭТНОКОНФЛИКТОГЕННОГО  ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ НА КАРТЕ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ  КАЗАХСТАН И ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ  <i>А.А. Тенчиков, Н.В. Каледин</i>.....</p>	<p>304</p>
<p>ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ  ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ  <i>А.В. Кошкарёв</i>.....</p>	<p>309</p>
<p>ТЕКУЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО АППАРАТА  ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВЕБ-КАРТОГРАФИИ  <i>Г.С. Титов</i>.....</p>	<p>317</p>
<p>АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЧЕРЧЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНО-  ПРОИЗВОДСТВЕННОМ СЕКТОРЕ СЕГОДНЯ: ДА? НЕТ?  <i>Н.С. Копылова, В.А. Голованов, П.М. Демидова</i>.....</p>	<p>323</p>
<p>ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ  <i>М.Р. Вагизов</i>.....</p>	<p>329</p>
<p>АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛЕСОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ  НАСЕКОМЫМИ-ВРЕДИТЕЛЯМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДАННЫХ ДЗЗ</p>	

<i>Л.Е. Долгачева, И.Н. Ротанова</i> .....	333
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ОБЪЕМА СТОКА НА ОСНОВЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. МЕДВЕДИЦА) <i>А.В. Волкова, Д.П. Хворостухин</i> .....	340
АНАЛИЗ ПЛАНОВЫХ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОЗЁР ВОСТОЧНО - СИБИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ НА ОСНОВЕ СНИМКОВ SENTINEL-2 <i>А.В. Вольнец, Е.И. Вольнец, И.В. Федорова</i> .....	347
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ БЕДЛЕНДОВ В ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ ЮЖНОГО ДАГЕСТАНА ПО МАТЕРИАЛАМ СВЕРХВЫСОКОДЕТАЛЬНЫХ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ДАННЫХ <i>А.А. Медведев, Н.О. Тельнова, Н.А. Алексеенко, Б.М. Курамагомедов, Я.А. Гроздов</i> .....	354
ВЫЗОВЫ СОЗДАНИЯ ВЕБ-ГИС ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БОЛЬШОМ АЛТАЕ <i>И.Н. Ротанова</i> .....	360
ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ КАРТ НА УРОВНЕ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ <i>Л.В. Калиновский, Д.Ю. Землянский</i> .....	368
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАССЕЛЕНИЯ ВЕПСОВ ПО ДАННЫМ ВСЕСОЮЗНОЙ ПЕРЕПИСИ 1926 г. <i>А.И. Ракова</i> .....	376
ОПЫТ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ О. ВИЗЕ (КАРСКОЕ МОРЕ) ПО РАДИОЛОКАЦИОННЫМ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ <i>В.Ю. Ширшова, Е.А. Балдина</i> .....	380
ПРИМЕНЕНИЕ ВЕБ-ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИЙ ВЕДЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ <i>М.Р. Пономаренко</i> .....	384

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТОЧНЫХ (ГРИДОВЫХ) СИСТЕМ <i>А.А. Шурыгина, Т.Е. Самсонов</i> .....	387
ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ: РЕШЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ <i>И.С. Кузнецов, Е.А. Паниди, В.Г. Коровка, Б.В. Галкин, Д.В. Воронов</i> .....	393

### **НАПРАВЛЕНИЕ КАДАСТРЫ**

КАДАСТРОВАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ: НЕДОСТАТКИ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ <i>Д.В. Баранова, Е.Л. Уварова</i> .....	398
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОТНОШЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ К ОБРАЗОВАНИЮ И ПРАКТИЧЕСКОМУ ОПЫТУ КАДАСТРОВЫХ ИНЖЕНЕРОВ <i>А.М. Рыбкина</i> .....	404
АМНИСТИИ В ЕДИНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ НЕДВИЖИМОСТИ <i>А.М. Поликарпов, Ю.Е. Поликарпова, О.М. Матэр</i> .....	408
ОСОБЕННОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>П.М. Демидова, М.А. Овчаренко</i> .....	414
КЛАССИФИКАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ В 3D ПРОСТРАНСТВЕ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРОВОГО УЧЕТА <i>Ю.А. Чурилова</i> .....	419
ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ <i>Д.И. Ефремов</i> .....	424
ВЗВЕШЕННЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ БАЗОВОГО СОСТАВА ФАКТОРОВ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬ	

ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ <i>Ю.И. Шабалева</i> .....	428
АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ СРЕДСТВАМИ МНОГОМОДУЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ПОЛИГОН ПРО» <i>В.С. Федотова</i> .....	434
РАЗРАБОТКА ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ЗАСТРОЙКЕ ТЕРРИТОРИИ ДАЧНОГО НЕКОММЕРЧЕСКОГО ПАРТНЕРСТВА ЗАТЕЙЛИВОЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ ЗОН С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ <i>Е.С. Коробицына, П.М. Демидова</i> .....	442
РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО РЕЕСТРА ОБЪЕКТОВ СОБСТВЕННОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ КУРОРТНОГО РАЙОНА) <i>А.Р. Зобова, А.М. Рыбкина</i> .....	449
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ЗОН ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА РЫНОЧНУЮ СТОИМОСТЬ ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГА) <i>И.С. Дьячкова, Е.Н. Быкова, И.И. Рагузин, С.Д. Билей</i> .....	457
ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИЙ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА <i>О.С. Гурьева, М.Е. Скачкова, В.Ф. Ковязин, М.М. Болтов</i> .....	464
РАЗРАБОТКА 4D КАДАСТРОВОЙ МОДЕЛИ ГЕОБАЗЫ ПГУПС <i>В.А. Сацкевич, А.М. Рыбкина</i> .....	471
ПРОБЛЕМАТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ПРИ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ <i>Е.В. Монтонен</i> .....	474
ПРИЧИНЫ СЛАБОЙ ИЗУЧЕННОСТИ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА РОССИИ <i>В.Ф. Ковязин, О.Ю. Лепихина, П.М. Демидова, О.А. Колесник</i> .....	478
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПРОБЛЕМАТИКА В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ОСВОЕНИЯ ЛЕСОВ В РОССИИ <i>Ю.С. Сорокина</i> .....	482

## ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 528.91

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ОЧНОМ И ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ**

О.В. Ковалева<sup>1,2</sup>  
cart777@yandex.ru

<sup>1</sup>Московский государственный университет геодезии и картографии,  
Российская Федерация, Москва

<sup>2</sup>Московский педагогический государственный университет,  
Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** картография, карты, высшее образование

**АННОТАЦИЯ:** Систематизирован опыт и даны практические рекомендации по преподаванию картографических дисциплин в вузах в очном и дистанционном форматах.

Современный процесс обучения картографическим дисциплинам в вузах характеризуется, с одной стороны, широкомасштабным внедрением информационных средств и технологий, с другой – использованием классического опыта преподавания картографии. Современные технологии позволяют проводить углублённый анализ геоданных, получать практические результаты их использования для решения научных и хозяйственных задач. Классический опыт преподавания наиболее полезен в вопросах взаимодействия педагога со студентами, а также в вопросах качественной визуализации географических данных при создании учебных картографических пособий.

В последнее время возникает необходимость быстро и грамотно реагировать на реалии сегодняшнего дня, в частности, на перевод занятий в вузах в дистанционный формат обучения. Встает задача адаптации курсов к такому формату, разработки учебных картографических пособий с возможностью использования их в электронном виде. Новые учебные пособия не всегда отвечают

предъявляемым к ним требованиям, во многом уступая своим классическим бумажным предшественникам [1]. Кроме того, остро стоит проблема потери мотивации студентами на дистанционном обучении, снижении интереса к преподаваемым дисциплинам, что требует новых подходов к обучению, всестороннего использования положительного опыта педагогической практики.

Кратко назовем ключевые факторы успешного преподавания картографических дисциплин, как в очном, так и в дистанционном форматах, акцентируя внимание на практическом опыте автора.

### **1. План занятия, список ключевых положений и терминов**

Тема занятия соответствует рабочей программе дисциплины. Ключевые положения и термины – это то, что предлагается не просто понять, но и записать в лекционную тетрадь. Опыт показывает, что наилучшее восприятие студентами новой информации достигается при подаче такого материала в два этапа: первый – объяснение (внимание на преподавателя или на презентацию), второй – краткая запись в тетради. Для этого текст следует вывести крупно на экран, далее громко и не спеша продиктовать. Это позволяет студентам (особенно младших курсов) научиться, тезисно конспектировать текст лекций. Если термин для студентов новый, внимание следует акцентировать и на ударении в слове (например, ортодрОмия). Если термин или формулировка взята из источника (ГОСТ, учебное пособие и др.) – желательно указать этот источник и дать его в списке литературы. Крайне важно грамотно использовать понятийный аппарат. К примеру, не существует слова «картосхема»: есть «карта» и «карта-схема». Или не называть «картой» геоизображения, которые картами не являются (например, космические и аэрофотоснимки). Помните о том, что цифровые карты – это базы данных, но не карты, поскольку они не визуализированы.

Преподаватели по-разному относятся к вопросу о том, стоит ли присылать презентации своих лекций студентам. Автор считает, что это делать желательно, особенно в случае, если видеозапись занятия отсутствует, а в группе есть студенты, пропустившие занятия по уважительной причине.

### **2. Краткое повторение пройденного ранее материала в начале занятия**

Такое повторение необходимо и важно, особенно в случае, если тема занятия продолжает предыдущую. Кроме того, желательно уточнить, все ли было понятно и есть ли у студентов вопросы по предыдущей теме.

### **3. Презентация лекции для очных или дистанционных занятий**

Преподавателю не следует читать текст лекции с экрана (за исключением ключевых положений и терминов, которые студенты должны записать – см. п. 1). Таким образом, на экране должны быть иллюстрации, подписи к ним с указанием источника (при необходимости), важнейшие положения лекции, включая формулы, таблицы и др. Шрифты должны быть читаемыми на экране. Остальной текст лекции на экран не выводится, а излагается преподавателем в устной форме. Необходимо помнить о том, что образное мышление помогает понять и запомнить материал без зазубривания и многочисленных повторений. Так, условные знаки на карте должны интуитивно ассоциироваться с изображаемыми явлениями. Например, на топографических картах геодезические знаки в виде пирамиды обозначаются треугольником с точкой в центре (пирамида, вид сверху), а нивелирные марки и реперы грунтовые – окружностью (эти знаки на местности также имеют округлую форму); кружок обозначает дерево (крона дерева, вид сверху), а кружок с подсечкой – редколесье (в редком лесу у деревьев видны не только кроны, но и тени, обозначаемые подсечками).

### **4. Привлечение и удержание внимания**

Известный факт: человек способен удерживать внимание на неподвижном объекте не более 30 секунд, далее внимание рассеивается. Привлечь и удержать внимание можно при помощи активных движений (как преподавателя, так и студентов), жестикуляции, изменяющихся по громкости звуков, ярких интонаций, а также – самый простой вариант – использования в презентации анимированных изображений. В случае картографии – это динамические геоизображения и анимации (мультимасштабные карты, «облет» территории, разворачивание сферической поверхности на плоскость с использованием картографических проекций и др.) Для



практических занятий в этом смысле наиболее удачным являются интерактивные картографические пособия.

Активному удержанию внимания студентов способствует лекция в форме диалога со студентами, когда преподаватель по ходу лекции предлагает ответить на вопрос (этот вопрос может звучать в презентации или задан устно).

Привлечь и удержать внимание помогают интересные факты, истории из жизни или педагогической деятельности преподавателя. Их можно использовать как на очных, так и на дистанционных занятиях.

### **5. Право на ошибку**

И студент, и преподаватель имеют право на ошибку. Важно её заметить и проанализировать.

### **6. От формул – к людям**

За фамилиями, встречающимися в курсе картографии, стоят реальные люди с их интересными биографиями – Меркатор, Гаусс, Крюгер, Ньютон, Гутенберг, Оствальд, Красовский, Салищев, Скворцов, Вахрамеева, Бугаевский и многие другие. Таким образом, прекрасный вариант – дополнить лекцию рассказом о человеке, в честь которого названы формулы, проекции или географические объекты, показывая их портреты или картины из жизни. Как правило, наиболее интересно биография бывает изложена в воспоминаниях современников.

### **7. «Кривая обучаемости»**

Представленная студентам даже в самом простом варианте выведенная когнитивными психологами «кривая обучаемости» позволяет показать этапы обучения новой дисциплине и рассказать студентам, какие эмоции они будут испытывать на каждом из них. На первом этапе предмет может показаться слишком сложным и потому вызывать отторжение и нежелание его изучать, на втором приходит понимание и стремительный рывок в освоении новых навыков, на третьем – их закрепление, доведение до автоматизма. Знание этого позволяет студентам на начальном этапе понимать, что найдена «точка роста» – и поэтому злость и отторжение студенты уже воспринимают с улыбкой.

### **8. Грамотный подбор картографических учебных пособий**

При выборе готовых карт и иллюстраций для презентаций, а также при создании новых необходим учет способа использования, рассматривания с определенного расстояния и в заданном диапазоне времени. Безусловным преимуществом электронных карт перед аналоговыми является возможность их масштабирования на экране, интерактивные функции и анимации, при разработке которых полезен опыт создания телевизионных карт [2].

В современных вузах широко используются мультимасштабные карты. В крупных масштабах они служат для целей ориентирования и навигации, а в мелких – только для геопривязки, и поэтому имеют сильно облегченную нагрузку, не позволяя оценить степень густоты географических объектов, особенности их размещения и др. Кроме того, на таких картах плохо читаются реки. Как правило, мультимасштабные карты дополнены возможностью использования космических снимков, что частично (но далеко не полностью) решает проблему малой нагрузки таких карт в мелких масштабах.

При использовании карт из Интернет-источников следует проверить их актуальность, качество, отсутствие деформации, а также чрезмерно ярких цветов.

Наибольшей наглядностью обладают трёхмерные картографические изображения, показывающие Землю и объекты на ней с «высоты птичьего полета». Такие карты создаются художниками-картографами с использованием ГИС, графических редакторов и панорамных снимков высокого разрешения. При этом рельеф дается в сочетании с растительным покровом и грунтами в натуралистических цветах, используется принцип воздушной перспективы из практики пейзажной живописи. Трёхмерные карты недостаточно широко используются в учебных целях, и это одно из перспективных направлений для развития учебной картографии.

### **9. Шрифтовое оформление презентаций**

Для презентаций следует использовать хорошо читаемые современные рубленые шрифты, предназначенные для экранного использования. Размер букв должен обеспечивать прочтение с заданного расстояния. Не следует помещать текст на цветной фон, особенно если он неоднородный. Текст и фон должны различаться не только по цвету, но, главным образом, по светлоте.

## **10. Тестирование на знание теоретического материала и выставление оценок**

Требования к оцениванию знаний и навыков студентов вузов прописаны в рабочих программах дисциплин. Возможны различные варианты, например, балльно-рейтинговая система, когда студент набирает определенное число баллов в течение всего семестра, а затем конвертирует его в оценку. Интересным представляется эксперимент, проведенный в 2019-2020 учебном году. Для исключения списывания студентам был предложен договор: тестирование по теоретическому материалу будет засчитано при любом количестве набранных баллов, но отвечать на вопросы теста необходимо самостоятельно, не списывая с источников или у соседей. Результаты тестирования показали, что большинство студентов выполнило условие договора. В среднем, студенты набрали баллов меньше, чем в предыдущие годы, но при этом они получили понимание уровня своих реальных знаний по дисциплине, и, в случае необходимости, имеют все исходные материалы (презентации лекций, описания практических работ, рекомендованный список дополнительной литературы и Интернет-источников) для восполнения пробелов в них. Таким образом, автор счёл опыт проведения тестирования удачным.

У каждого студента можно найти сильную сторону, и позитивно подкреплять именно её. Такой подход очень хорошо работает на мотивацию студента к обучению и показывает прекрасные результаты при любой форме – очной или дистанционной – обучения.

## **11. Рекомендуемые материалы для самостоятельной работы студентов**

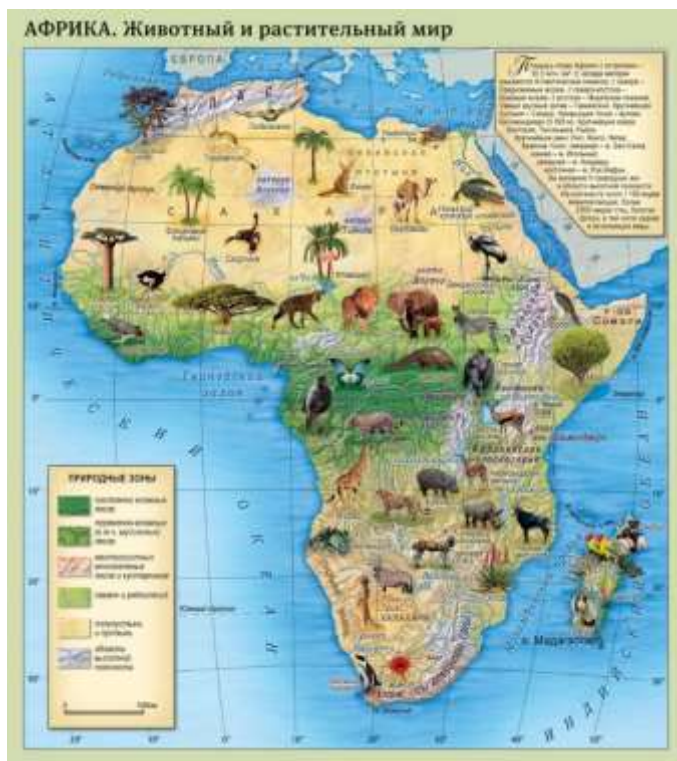
В рабочей программе дисциплины содержится список основной и дополнительной литературы, Интернет-источников. Помимо них, студентам можно рекомендовать литературу и видео по теме эффективного обучения, преодоления прокрастинации, влияния сна на качество обучения и др.

### **12. Практические работы по картографическим дисциплинам**

Выполняются в двух главных направлениях:

- изучение правил визуализации географических данных;
- изучение технологий получения, обработки данных и создания карт.

Оба направления тесно связаны, а конкретные практические работы определены рабочей программой дисциплины. Глубокие знания и практический опыт работы в первом направлении позволяют грамотно визуализировать геоданные независимо от используемых технологий. Второе направление расширяет возможности по выполнению карт и дает картографу идти в ногу со временем. В настоящее время сюда входят ГИС, графические редакторы, генераторы ландшафтов и др.



*Рисунок. Карта «Африка. Животный и растительный мир».  
Учебная работа*

В качестве примера приведем учебную работу студентов третьего курса картографического факультета МИИГАиК по спецкурсу «Художественное оформление карт», где студентам предполагается

выполнить фоновое оформление природных зон Африки с использованием бесшовных текстур растительности и грунтов и отмычки рельефа, а далее отобразить животный и растительный мир материка способом ареалов (рис.).

Технологии быстро развиваются, позволяя использовать геоданные для решения научных и практических задач в различных областях. Взаимодействие коллег по обмену опытом преподавания картографических дисциплин позволяет выпускать высококлассных специалистов в области наук о Земле, мотивированных работать в выбранном направлении и обладающих достаточными знаниями и практическими навыками для такой деятельности.

### **Литература**

1. Ковалева, О. В. Учебные атласы по географии для средней школы: история, проблемы, современное состояние // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2017. – № 4. – С. 62-69

2. Радаман, С. К. Методика создания телевизионных картографических анимаций для информационно-аналитических программ телевидения // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2017. – Т. 61. - № 1. – С. 81-87

## **THEORETICAL ASPECTS AND PRACTICAL EXPERIENCE OF LEARNING CARTOGRAPHIC DISCIPLINES IN FULL-TIME AND DISTANCE FORMAT**

O. Kovaleva<sup>1,2</sup>

cart777@yandex.ru

<sup>1</sup>Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation, Moscow

<sup>2</sup>Moscow Pedagogical State University, Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** cartography, maps, university education

**ANNOTATION:** Systematization of experience and practical recommendations for learning cartographic disciplines in universities in full-time and distance format.

УДК 528.42; 004.942; 004.921; 378.6

## **ГИС-ИННОВАЦИИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

В.С. Грузинов  
gruzinov@miigaik.ru

Московский государственный университет геодезии и картографии  
(МИИГАиК),  
Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ГИС, геоинформационное образование.

**АННОТАЦИЯ.** Внедрение новых средств, методов и технологий в геоинформатике приводит к необходимости постоянной коррекции учебных программ. В этой связи на примере Факультета геоинформатики и информационной безопасности МИИГАиК рассматриваются проблемы поддержания в актуальном состоянии учебно-методического комплекта для подготовки специалистов в области геоинформатики.

Профессорско-преподавательский коллектив кафедры ГИС и технологий (ранее – кафедра Вычислительной техники и автоматизированной обработки аэрокосмической информации) Факультета геоинформатики и информационной безопасности МИИГАиК готовит специалистов в области геоинформационных технологий на протяжении четверти века. За этот период аналоговая техника уступила место цифровым приборам и технологиям. Учебные программы дисциплин геоинформационной тематики неоднократно подвергались корректировке. Адаптация образовательных программ в связи с внедрением новых средств и методов в области информационных технологий, геонаук и смежных технических дисциплин – естественный процесс. Вместе с тем следует обратить внимание на ряд проблем, которые остаются актуальными и способны привести к дальнейшему ухудшению ситуации.

Геоинформатика выступает синтетической дисциплиной, интегрирующей достижения геодезии, картографии, фотограмметрии, дистанционного зондирования, географии, других геонаук в контексте применения информационных технологий. Эта интегрирующая роль

геоинформатики зачастую приводит к размыванию понятийного аппарата и недоразумениям в части терминологического обеспечения [1]. Ввиду изначальной междисциплинарности геоинформатики, к её становлению причастны сразу «семь нянек». Проблемы терминологического несоответствия особенно наглядно проявляются в задачах обеспечения совместимости (interoperability) отечественных и зарубежных технологий.

Геоинформационные технологии от ведущих зарубежных разработчиков обладают высоким качеством технологических решений, широко распространены в мире и зачастую являются «мировым стандартом» обработки геоданных. Однако в практической плоскости, отечественные программно-инструментальных средств ГИС также имеют ряд преимуществ:

- возможность выполнения работ для государственных нужд, которые требуют применения программно-инструментальных средств, включённых в Реестр отечественного ПО;
- поддержка системы разграфки и номенклатуры листов топоосновы ГИС, принятой в России;
- поддержка системы классификации и кодирования топографической информации, принятой в России;
- встроенная система контроля качества в соответствии с требованиями, принятыми в России;
- поддержка национальных стандартов и форматов обмена;
- прямой контакт с разработчиками.

Ранее автором приводился анализ проблем преподавания геоинформатики в профильных вузах, связанных с: необходимостью постоянного переобучения преподавательских кадров; необходимостью совмещения камеральных методов изучения территории и полевых методов обследования на специализированном геополигоне; проблемами самоподготовки студентов и использовании в долгосрочном формате обучения краткосрочных тестовых версий; проблемами интеграции информационных технологий ГИС, СУБД, САПР, АСУ, СУПО и др. Дабы не повышать показатели самоцитирования, предлагаю заинтересованному читателю самостоятельно найти перечень статей автора на сайте РИНЦ. В настоящее время перечень нерешенных проблем следует дополнить.

Смешанный формат обучения во время карантина выявил проблему дистанционного контроля навыков применения геоинформационного инструментария. Методы контроля, предпринимаемые в очном режиме, дистанционно оказались невозпроизводимыми. Вместе с тем, опыт дистанционного обучения студентов позволил расширить спектр применяемых образовательных методик, учебно-методических материалов, привлечь к преподаванию в удалённом режиме разработчиков и специалистов из других городов. Кафедра ГИС и технологий МИИГАиК приглашает к сотрудничеству профессиональную общественность Санкт-Петербурга, научных и производственных центров с целью реализовать возможность удалённого участия в учебном процессе в части ознакомления студентов МИИГАиК с отечественными геоинформационными технологиями и техническими средствами, используемыми в картографо-геодезической отрасли.

#### **Литература**

1. Кошкарёв, А.В. Нормализация основных терминов геоинформатики. В сборнике: Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Наука и образование. Сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции. Научный редактор О.А. Лазебник. - 2019. - С. 417-425

### **GIS INNOVATIONS AND GEOINFORMATION EDUCATION**

V.S. Gruzinov

gruzinov@miigaik.ru

Moscow State University of geodesy and cartography (MIIGAiK), Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** GIS, geoinformation education.

**ANNOTATION.** Innovation of new tools, methods and technologies in geoinformatics leads to the need for constant correction of educational programs. On the example of the Faculty of Geoinformatics and Information Security of MIIGAiK, the problems of maintaining the educational and methodological kit for training specialists in the field of geoinformatics are considered.



**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В  
СПБГУ ПО ОСНОВНЫМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ  
ПРОГРАММАМ БАКАЛАВРИАТА И МАГИСТРАТУРЫ ПО  
НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И  
КАДАСТРЫ» В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ «ЦИФРОВОЙ  
ЭКОНОМИКИ»**

С.Н. Максимов<sup>1\*</sup>, Т.А. Алиев<sup>1</sup>, В.В. Засядь-Волк<sup>1</sup>, Т.А. Заболотская<sup>1</sup>  
\*s.maksimov@spbu.ru

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет

Государственный кадастровый учёт недвижимого имущества в субъектах РФ осуществляется соответствующими отделами и Филиалами кадастровых палат Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестра). Государственным кадастровым учетом недвижимого имущества признаются действия уполномоченного органа по внесению в государственный кадастр недвижимости (ныне Единый государственный реестр недвижимости) сведений о недвижимом имуществе, которые подтверждают существование такого недвижимого имущества с характеристиками, позволяющими определить такое недвижимое имущество в качестве индивидуально-определенной вещи (далее — уникальные характеристики объекта недвижимости), или подтверждают прекращение существования такого недвижимого имущества, а также иных предусмотренных Законом о кадастре сведений о недвижимом имуществе.

Учитывая особую сложность кадастровой деятельности, предполагающей необходимость произведения целого комплекса высокоточных действий, особую актуальность при проведении работ по государственному учёту недвижимого имущества в условиях развития «цифровой экономики» в РФ приобретает задача по подготовке таких специалистов, которые могли бы:

- вести и развивать пространственные данные Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН);
- знать методики анализа пространственной информации о состоянии объектов недвижимости;

- уметь использовать информационные технологии в сфере кадастрового учёта недвижимости;
- уметь использовать современные технологии топографо-геодезических работ при проведении кадастровых работ и межевания;
- уметь использовать методики определения кадастровой стоимости объектов недвижимости;
- уметь применять законы РФ в части правовых вопросов регулирования земельно-имущественных отношений.

В этом случае речь идёт, в первую очередь, о специалистах бакалаврского (базового) уровня по направлению подготовки «Землеустройство и кадастры». Для подготовки таких специалистов совместно с организациями-работодателями в СПбГУ была разработана междисциплинарная образовательная программа бакалавриата «Кадастр недвижимости: оценка и информационное обеспечение», отличительной особенностью которой является наполнение учебного плана программы следующими модулями:

- «Информационное обеспечение кадастра недвижимости»;
- «Картографо-геодезические основы кадастра»;
- «Аэрокосмические съёмки и фотограмметрия»;
- «Экономические аспекты обеспечения кадастра недвижимости»;
- «Землепользование»;
- «Правовое обеспечение управления недвижимостью»;
- «Территориальное планирование и управление»;
- «Информационная безопасность и защита информации».

Кроме того, программа предоставляет уникальную возможность получить широкое базовое университетское образование не только в областях, обозначенных в перечисленных модулях, но и в областях всех наук о Земле, что выгодно отличает ее от образовательных программ данного направления подготовки, реализуемых в технических и аграрных вузах и дает выпускникам программы значительные преимущества как на рынке труда, так и в перспективе их научно-исследовательской деятельности.

Названная образовательная программа бакалавриата разрабатывалась совместно научно-педагогическими работниками СПбГУ с представителями таких профильных учреждений, как «Филиал кадастровой палаты» Росреестра по Санкт-Петербургу,

Росреестр по Санкт-Петербургу, Комитет имущественных отношений Санкт-Петербурга, с которыми у СПбГУ заключены Соглашения о сотрудничестве в области землеустройства и кадастров.

При этом вся учебно-методическая документация программы (характеристика, календарный учебный график, компетентностно-ориентированный учебный план) проходит тщательнейшую экспертизу на заседании учебно-методической комиссии, членами которой также являются представители профильных организаций.

Обязательной составляющей учебного плана, формирующей и закрепляющей профессиональные компетенции обучающихся, также являются научно-исследовательская работа, учебная и производственная практики, проводимые в СПбГУ, профильных государственных и частных учреждениях и геодезических организациях, выполняющих кадастровые работы.

В целях совершенствования образовательной программы с участием работодателей, в ее учебный план, начиная с 2020/2021 учебного года, были введены дисциплины «Физика Земли», «Природные ресурсы и рациональное природопользование», «Современные геодезические и фотограмметрические приборы», «Учебная практика (технологическая практика по получению первичных профессиональных умений и навыков) по инженерной геодезии», «Экологическая оценка городских территорий» и «Производственная практика (технологическая практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности).

Эти дополнения несомненно позволят в дальнейшем в условиях развития «цифровой экономики» в РФ готовить специалистов на более высоком качественном уровне по образовательной программе бакалавриата СПбГУ «Кадастр недвижимости: оценка и информационное обеспечение» не только в сфере государственного учета недвижимого имущества, но и других областях деятельности, связанной с использованием объектов недвижимости.

Совершенствование содержания и форм обучения является приоритетной задачей и для образовательной программы магистратуры ВМ. 5672 «Управление объектами недвижимости и

развитием территорий», реализуемой по направлению «Землеустройство и кадастры».

Образовательная программа изначально сформирована как программа междисциплинарная, с включением в нее дисциплин правовой, экономической, технической и информационной направленности. Это позволяет готовить специалистов с широким набором компетенций и высоким уровнем эрудиции, способных успешно коммуницировать со специалистами различной направленности: кадастровыми инженерами, землеустроителями, оценщиками, градостроителями, специалистами по городскому планированию и т.д. Отличительной чертой программы является то, что она изначально формировалась и совершенствуется не только в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС), но и в соответствии с профессиональными стандартами, причем не только с теми, которые указаны в ФГОС, но и теми, которые в них не упомянуты, но по своей сфере действия непосредственно связаны с направлением «землеустройство и кадастры», например профессиональным стандартом «Землеустроитель». Существенной особенностью программы является также то, что для учета мнения работодателей и учета тенденций профессиональной практики создан Совет образовательной программы (СОП), который на своих заседаниях (которые проводятся не менее двух раз в год) не только заслушивает отчеты о ходе реализации программы, подготовки и защиты выпускных квалификационных работ, работе государственной аттестационной комиссии, но и обсуждает содержание программы и вносит в нее изменения в соответствии с потребностями практики. Так, в 2019 г. по рекомендациям СОП были внесены существенные изменения в учебный план образовательной программы, состав и содержание преподаваемых дисциплин.

В частности, были введены такие дисциплины, как «Геоинформатика и географические информационные системы», что весьма важно с точки зрения информационной подготовки будущих специалистов по управлению развитием территорий; «Устойчивое развитие и планирование городских территорий», «Управление проектами развития территорий» и «Управление развитием

недвижимости», без которых невозможно обеспечивать качественную подготовку специалистов указанного профиля. Помимо этого, в СПбГУ широко распространена практика преподавания он - лайн курсов, включенные в структуру образовательной программы, в которых учитываются актуальные аспекты цифровизации: «Язык эффективной коммуникации в цифровом обществе», «Цифровая культура: технологии и безопасность» и другие, дополняющие профильные для программы дисциплины и позволяющие обучающимся свободно ориентироваться в цифровом обществе.

Существенные изменения вносятся в практику реализации образовательной программы, в том числе и с учетом пандемии COVID-19. С одной стороны, эта неблагоприятная ситуация, безусловно, разрывает и деформирует обычное течение учебного процесса, но с другой - позволяет шире использовать в учебном процессе информационно-коммуникационные технологии, способствует внедрению в него современных компьютерных платформ и программ: (Microsoft Teams, ZOOM и др.). Это позволяет приобрести и студентам, и преподавателям навыки в новых способах передачи и усвоения знаний.

В процессе обучения по программе значительное внимание уделяется практикам, как неотъемлемой составляющей учебного процесса. Образовательная программа предусматривает такие практики, как: производственная практика (научно-исследовательская работа), учебно-педагогическая практика, производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), преддипломная практика. Каждая из них занимает свое место в учебном процессе, но особое внимание уделяется производственным практикам.

Практика по научно-исследовательской работе включена в программу обучения на всех четырех семестрах обучения и направлена на получение таких навыков, как умение работать с нормативно-правовыми документами, анализировать их содержание, оценивать их эффективность, последствия принятия и влияния на процессы в сфере своей подготовки; умение работать с литературой, анализировать, сравнивать и обобщать различные позиции ученых и специалистов, выявлять наиболее существенное в их взглядах,

достоинства и недостатки в существующих подходах; приобретение навыков работы с различного рода информацией - научной, статистической, пространственной, практической; умение проводить самостоятельные исследования, обобщать изученные материалы, формализовать их и представлять в виде публикаций и выступлений; получение навыков ведения научной дискуссии, аргументирования собственной позиции и критического анализа позиций оппонентов. Необходимым условием зачета прохождения практики является наличие публикаций результатов научных исследований и выступлений по их итогам на научных конференциях.

Практику по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности обучающиеся по программе проходят в профильных организациях и на предприятиях, таких как Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральная кадастровая палата «Росреестра», Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение «НИПЦ Генплана Санкт-Петербурга», Комитет по управлению имуществом Санкт-Петербурга, Государственное бюджетное учреждение «Кадастровая оценка» Санкт-Петербурга и др. Практика включает в себя в качестве обязательных элементов изучение сферы деятельности и организации работы учреждения, получение навыков работы по выбранному направлению (кадастровая деятельность, оценочная деятельность и пр.), получение навыков работы со специализированными программными продуктами и информационными базами данных, сбор материалов для будущей выпускной квалификационной работы.

В ходе учебно-педагогической практики обучающие проводят анализ учебных планов подготовки специалистов по направлению «Землеустройство и кадастры» в ВУЗах страны, получают навыки подготовки учебно-методических комплексов по отдельным дисциплинам, анализируют образовательные и профессиональные стандарты, приобретают навыки ведения лекционных и практических занятий.

Важное значение при реализации образовательной программы придается внешней экспертизе профессиональными организациями. Так, в 2020 г. образовательная программа прошла международную профессиональную аккредитацию European Network for Accreditation

of Engineering Education (ENAEЕ) (сертификат от 28.12.2020), профессионально-общественную аккредитацию Ассоциации инженерного образования России (АИОР) (сертификат от 16.12.2020), что является профессиональным признанием высокого качества подготовки специалистов по программе, в том числе с учетом современных требований цифровизации.

УДК 528.48

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ**

Е.А. Кюн

jeuk68@mail.ru

Колледж «Петростройсервис», РФ, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** геодезическое образование, ВУЗ, ССУЗ, дефицит геодезистов

**АННОТАЦИЯ:** Обзор положения, сложившегося в среднем и высшем геодезическом образовании в России к 2021-му году с анализом причин и перечнем предлагаемых мер по улучшению ситуации.

В современных условиях в России наблюдается заметный дефицит специалистов геодезических профессий, как на строительном рынке, так и на рынке государственных геодезических работ. Особенно это заметно в крупных городах-миллионерах (для строительного рынка) и в крупных государственных компаниях, производящих различные виды геодезических работ. Таким образом, это становится проблемой для всего отраслевого рынка.

На современном этапе ситуацию в профессиональном геодезическом образовании можно назвать катастрофической. Недостаточное финансирование и другие причины приводят к низкому уровню преподавания и материального обеспечения учебы. В итоге молодых специалистов приходится обучать на производстве современным средствам измерений и методам работы с ними практически с нуля.

Основные причины: низкий уровень ЗП преподавателей, плохое материально-техническое обеспечение учебного процесса, отсутствие единого методико-аналитического центра, количественное преобладание инженеров над техниками, «лишние» специальности. Все эти причины в комплексе приводят к нерациональному распределению государственных ресурсов, направляемых на образование, ликвидации востребованных учебных заведений, отсутствию обмена методической информацией и анализа рынка труда.

Выходом из ситуации могло бы стать изменение государственной политики в отношении профессионального образования. История геодезической отрасли в СССР и России знает немало попыток «передать» ее в распоряжение какого-либо министерства (геологии, экологии, НКВД и пр.), всегда заканчивавшегося возвращением ей самостоятельного статуса. Наша отрасль обслуживает настолько много интересов, что «приписывание» ее к определенному ведомству неизбежно приводит к конфликту интересов. Что и наблюдается в наше время. Ошибочное управленческое решение, принятое в 2009 году, привело к упадку геодезической науки и образования в нашей стране.

Возможно именно сейчас, когда проблемы геодезического образования обостряются и приводят к реальному кадровому дефициту в отрасли, настало время государству исправить допущенные ошибки, восстановив единый государственный орган, осуществляющий регулирование в этой сфере в целом и в специальном образовании в частности. Необходимо также частично восстановить распределение выпускников. Это как минимум решит проблему кадрового обеспечения государственных предприятий и ведомств.

Однако, вероятнее всего, государственная политика в ближайшее время не изменится. Поэтому единственной возможностью повлиять на ситуацию хотя бы локально, в своем регионе, остается кооперация предприятий с целью создания негосударственного учебного заведения.



## MODERN PROBLEMS OF GEODETIC EDUCATION IN RUSSIA

E.Kyun

jeyk68@mail.ru

Petrostroycollege, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** geodesic education, university, secondary school, shortage of surveyors

**ANNOTATION:** Review of the current situation in secondary and higher geodesic education in Russia by 2021, with an analysis of the causes and a list of proposed measures to improve the situation.

In modern conditions, there is a noticeable shortage of specialists in geodesic professions in Russia, both in the construction market and in the market of state geodesic works. This is especially noticeable in large millionaire cities (for the construction market) and in large state-owned companies that produce various types of geodesic work. Thus, this becomes a problem for the entire industry market.

At the present stage, the situation in professional geodesic education can be called catastrophic. Insufficient funding and other reasons lead to a low level of teaching and material support of studies. As a result, young specialists have to be trained in the production of modern means of measurement and methods of working with them almost from scratch.

The main reasons are: the low level of teachers' PO, poor material and technical support of the educational process, the absence of a single methodological and analytical center, the quantitative predominance of engineers over technicians, the "lack" of a specialty. All these reasons together lead to an irrational distribution of state resources allocated to education, the liquidation of required educational institutions, the lack of exchange of methodological information and analysis of the labor market.

The way out of the situation could be a change in state policy in relation to vocational education. The history of the geodesic industry in the USSR and Russia knows many attempts to "transfer" it to the disposal of some ministry (geology, ecology, NKVD, etc.), which always ended with the return of its independent status. Our industry serves so many interests that "attributing" it to a certain department inevitably leads to a conflict of interests. Which is what is observed in our time. An erroneous management

decision made in 2009 led to the decline of geodetic science and education in our country.

Perhaps right now, when the problems of geodetic education are escalating and lead to a real personnel shortage in the industry, it is time for the state to correct the mistakes made by restoring a single state body that regulates this area in general and in special education in particular. It is also necessary to partially restore the distribution of graduates. This will at least solve the problem of staffing state-owned enterprises and departments.

However, most likely, the state policy will not change in the near future. Therefore, the only way to influence the situation, at least locally, in your region, is the cooperation of enterprises with the aim of creating a non-state educational institution.

УДК 528.5

**РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ДИСЦИПЛИНЫ  
“ГЕОДЕЗИЯ” ДЛЯ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО  
НАПРАВЛЕНИЯ**

Л.К.Курбанова<sup>1\*</sup>, Д.И.Кулакова<sup>1</sup>  
\*larisa1227@yandex.ru

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский Архитектурно-Строительный Университет,  
Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** геодезия, цифровое образование, геодезическое оборудование

**АННОТАЦИЯ:** внедрение в образовательный процесс современного геодезического оборудования по направлению подготовки “Строительство”.

В концепции реализации национальных целей в сфере науки и высшего образования до 2030 года [1] приоритетным направлением в развитии и повышении качества образования является:

- формирование современной информационной и телекоммуникационной инфраструктуры образовательного учреждения;

- обеспечение высокого уровня ее доступности, предоставление на ее основе качественных услуг;
- повышение уровня занятости молодых специалистов.

Учитывая вышеизложенное, Санкт-Петербургским Архитектурно-Строительным Университетом большое внимание уделяется внедрению в образовательный процесс информационных технологий и современного оборудования. В данной статье автором рассматривается последовательность введения современного геодезического оборудования при подготовке обучающихся по направлению «Строительство».

Описываются ключевые моменты процесса подготовки и проведения занятий по изучению геодезического оборудования. В заключение даются рекомендации последовательного внедрения современного геодезического оборудования.

### **Литература**

1. Об утверждении методических рекомендаций по реализации мероприятий по развитию информационно-телекоммуникационной инфраструктуры объектов общеобразовательных организаций и обеспечивающих достижение результата федерального проекта в рамках региональных проектов, обеспечивающих достижение целей, показателей и результата федерального проекта "Информационная инфраструктура" национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации": Распоряжение Министерства Просвещения Российской Федерации от 15.11.2019 №Р-116.

## **DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE DISCIPLINE "GEODESY" FOR STUDENTS OF CIVIL ENGINEERING**

L. Kurbanova<sup>1\*</sup>, D. Kulakova<sup>1</sup>

\*larisa1227@yandex.ru

<sup>1</sup>Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** geodesy, digital education, geodetic equipment

**ANNOTATION:** Introduction of modern geodetic equipment in the field of training “Construction” into the educational process.

УДК 528.48

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ  
АССОЦИАЦИИ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ С УЧЕБНЫМИ  
ЗАВЕДЕНИЯМИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ПО  
ПОПУЛЯРИЗАЦИИ И СОХРАНЕНИЮ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО  
НАСЛЕДИЯ**

А.С. Богданов

bas5.55@mail.ru

Ассоциация Геодезии и Картографии, Российская Федерация, Санкт-Петербург

Основными направлениями работ Ассоциации являются:

- - проведение мероприятий по увековечиванию памяти выдающихся российских геодезистов, картографов;
- содействие повышению престижа, авторитета и общественной значимости профессии геодезиста, картографа;
- профессиональная консолидация, укрепление и развитие профессиональных связей между специалистами и организациями, осуществляющими свою деятельность в области геодезии, картографии и смежных отраслях, развитие международных связей;
- проведение научной и исследовательской деятельности в области геодезии, картографии и смежных отраслях;
- поддержка ветеранов отрасли геодезии и картографии, использование их интеллектуального потенциала.

Все указанные направления работ осуществляются с привлечением студентов ВУЗов и колледжей Санкт-Петербурга.

Достаточно сказать, что на сегодняшний день коллективными членами Ассоциации являются 5 кафедр университетов: кафедра картографии и геоинформатики Санкт-Петербургского государственного университета, кафедра инженерной геодезии Горного университета, кафедра геодезии, землеустройства и кадастров Государственного архитектурно-строительного университета, кафедра землеустройства Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, кафедра инженерной геодезии Санкт-Петербургского университета путей сообщения) и 2 средних специальных учебных

заведения: Колледж «Александровский лицей» и Колледж «ПетроСтройСервис».

Взаимодействие с учебными заведениями города началось более 30 лет назад. Самой первой совместной работой, выполненной совместно с преподавателями Ленинградского военно-топографического командного училища стало восстановление пунктов Русско-Скандинавского градусного измерения дуги меридиана (ныне – памятник ЮНЕСКО «Геодезическая Дуга Струве») на острове Гогланд. От Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии в работе принял участие Виталий Борисович Капцюг. От Училища - преподаватели факультета топогеодезического обеспечения Соколов Юрий Григорьевич, Алексеев Виктор Федорович, Астапович Анатолий Владимирович и другие. Кинофильмы об этой и других экспедициях на остров Гогланд были созданы Ю.Г. Соколовым.

В 2005 году курсанты Училища и студенты Ленинградского топографического техникума помогли в спасении уникального центра пункта Саблинской геодезической сети – Кабози. Его иногда называют «Пушка», т.к. центр выполнен в виде ствола пушки, установленного жерлом вниз. Это единственный из таких центров, сохранившийся на территории России.

В 2006 году по инициативе Общества в Выборгском районе Санкт-Петербурга появилась улица имени Василия Васильевича Витковского. Памятную доску помогли установить сотрудники и ветераны Военно-топографического Училища. В открытии приняли участие курсанты.

С 2006 года стал выходить Вестник Общества, на страницах которого публикуется обширнейший материал, предоставляемый как преподавателями – сотрудниками кафедр Университетов и колледжей, так и студентами. Заметки, публикуемые на страницах Вестника посвящены Юбилейным мероприятиям, методическим разработкам, новейшим технологиям в геодезии и картографии, воспоминаниям об учебных и производственных практиках студентов и многому другому.

Общество набирало силу, появлялись интересные проекты, к которым мы начали привлекать студентов. По нашему мнению, участие студентов в проектах не только приобщает их к истории

геодезии, но и расширяет кругозор, позволяет понять, что Геодезия не существует сама по себе, все измерения производятся на местности, затрагивают различные объекты и инфраструктуру, поэтому при проектировании геодезических работ, установке геодезических знаков необходимо учитывать охранные мероприятия, проводимые государственными органами.

Первым проектом стало обследование марок нивелирования, выполненного в период 1872-1874 гг. штабс-капитаном М.А. Савицким на территории центральной части Санкт-Петербурга. Эти исследования мы назвали «Экспедиция Гео-Петербург 2013». На протяжении нескольких летних сезонов были проведены полевые работы по обследованию марок нивелирования и нивелирные работы, позволившие соединить современные нивелирные линии с марками Савицкого. Таким образом все найденные марки (чуть более 70-ти) были включены в нивелирную сеть Санкт-Петербурга и получили современную отметку в Балтийской системе высот, применяемой на территории Российской Федерации. Сегодня это уникальный пласт информации о вертикальных движениях поверхности, зданий и сооружений, в которых установлены марки, произошедших за период 150 лет. В экспедиции приняли участие студенты ВУЗов Санкт-Петербурга и Санкт-Петербургского колледжа геодезии и картографии (всего более 50 человек). Материалы исследований переданы в Комитет по государственному контролю, использованию и охране памятников Санкт-Петербурга для учета при подготовке разрешительной документации на выполнение работ по реставрации фасадов зданий в центральной части города.

Следующим проектом стала разработка интерактивной карты «Памятник культурного наследия ЮНЕСКО «Геодезическая Дуга Струве». Проект выполнялся при Грантовой поддержке Русского географического общества, при участии студентов и преподавателей кафедры картографии Санкт-Петербургского государственного университета, студентов Санкт-Петербургского колледжа геодезии и картографии, студентов Государственного архитектурно-строительного университета.

В номинацию входят 34 сохранившихся пункта Русско-Скандинавского градусного измерения. На территории современной

России, на острове Гогланд, в Финском заливе, находятся два пункта памятника ЮНЕСКО – геодезический пункт Мякипяллюс и астрономический пункт Гогланд Z.

Созданный сайт [struvearc.ru](http://struvearc.ru), знакомит нас с целями градусных измерений, основными руководителями работ, учреждениями, принимавшими участие в организации градусных измерений на Русско-Скандинавской дуге меридиана. В отдельные блоки помещены материалы, рассказывающие о номинации памятника ЮНЕСКО «Геодезическая Дуга Струве», публикациях, медиа-контенте и описание сувенирной продукции разных стран, посвященные памятнику ЮНЕСКО.

Для каждого пункта, включенного в памятник ЮНЕСКО и нанесенного на интерактивную карту, выполнено описание, даны координаты, год закладки, фамилия исполнителя работ и другая информация. Учитывая тот факт, что Пулковская обсерватория связана с дугой меридиана астрономической и координатной связью, мы нанесли ее на интерактивную карту и сопроводили описанием, так же, как и для пунктов памятника ЮНЕСКО «Геодезическая Дуга Струве».

Во вкладке-описании Пулковской обсерватории имеются топографические планы, на которые нанесен Малый Пулковский базис, использовавшийся для эталонирования приборов, направлявшихся для проведения градусных измерений и измерений базисов на Русско-Скандинавской дуге меридиана. Пулковская обсерватория с 1839 года стала центром подготовки специалистов для измерений на Дуге, в том числе военных. Кроме этого, именно здесь выполнена обработка всех геодезических измерений и астрономических определений на Дуге меридиана, которые легли в основу 3-томного труда, написанного выдающимся геодезистом и астрономом, первым директором Пулковской обсерватории Василием Яковлевичем Струве.

Следующий проект Ассоциации – создание интерактивной карты «Петербург геодезический» выполняется при участии студентов Санкт-Петербургского государственного университета. Сегодня на карту нанесены основные геодезические реликвии Санкт-Петербурга, структурные подразделения исполнительных органов

государственной власти, осуществляющие работу по направлениям геодезии, картографии и земельного кадастра, учебные заведения, осуществляющие подготовку специалистов наших профессий, геодезические, кадастровые и изыскательские организации, являющиеся коллективными членами Ассоциации, улицы, названные в честь выдающихся ученых и геодезических реликвий: ул. Витковского, ул. Меридианная и ул. Струве. Специальными условными обозначениями нанесены: Пулковская обсерватория, Малый базис Струве, Кронштадтский футшток, вековые репера Санкт-Петербурга, марки нивелировки М.А. Савицкого 1872-1874 гг., марки Витрама, метки наводнений и другие геодезические объекты. Планируется, что карта будет наполнена не только геодезической информацией, но и данными по истории и культуре Санкт-Петербурга. Эту работу, конечно же, мы будем выполнять совместно со студентами кафедр учебных заведений города, входящих в Ассоциацию.

В декабре 2021 года Топонимической комиссией Санкт-Петербурга поддержано предложение Ассоциации по наименованию сквера, находящегося напротив здания АО «Аэрогеодезия» по адресу Санкт-Петербург, ул. Бухарестская между домами 1-5 – «Геодезический сквер». В «Геодезическом сквере» мы хотим поставить Памятный знак «Геодезистам России посвящается». В основу композиции Памятного знака вошли два элемента – Глобус и Пирамида. Глобус – олицетворение Земли, на которой выполняются измерения. Пирамида олицетворяет геодезические пункты - обоснование с которого производятся измерения и топографическая съемка местности. На Пирамиде будет расположен План Санкт-Петербурга с местами расположения геодезических реликвий города. Создание сквера приурочено к 300-летию картографирования Российской империи. В сквере будут установлены стелы с датами знаменательных событий картографической истории России. Кроме этого, отдельно, будут даны знаменательные даты Петербурга-Ленинграда. В настоящее время идет подбор малых форм архитектуры специального картографо-геодезического направления и разработка проекта благоустройства сквера. Для проектирования сквера с



Памятным знаком Ассоциация также приглашает студентов ВУЗов и колледжей города.

Мы продолжаем разработку интерактивной карты «Градусные измерения планеты Земля». После создания вкладки-карты - «Объект культурного наследия ЮНЕСКО «Геодезическая Дуга Струве» разработчики - студенты СПбГУ приступили к созданию вкладки-карты «Дуга Свальбард», на которую наносятся пункты, расположенные на архипелаге «Шпицберген».

Параллельно курсантами факультета топогеодезического обеспечения совместно со студентами СПбГУ выполняется работа по созданию следующей вкладки-карты «Градусные измерения Корпуса военных топографов по 52 параллели». На интерактивную карту наносятся пункты градусного измерения, выполненного в 1850-1880 гг. подразделениями Корпуса военных топографов вдоль 52 параллели для целей определения формы и размеров Земли. Это самое протяженное градусное измерение на Земле, выполненное для указанных целей. Дуга имеет протяженность 69 градусов и протягивается от Валенсии на западном берегу Ирландии до Орска в Сибири, причем на территорию современной России попадает – более 37 градусов. В дальнейшем планируется выполнить описания пунктов, собрать данные об основных исполнителях работ и применяемых инструментах. Работу планируется завершить в 2024-2025 гг.

Заканчивая свои тезисы, хочу от имени Ассоциации поблагодарить руководителей, преподавателей и студентов учебных заведений, активно участвующих в проектах Ассоциации и пригласить к осуществлению дальнейших совместных проектов.

***СЕКЦИЯ «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ГНСС, ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ  
ЗЕМЛИ»***

УДК 528.48

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
МОНИТОРИГА ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ ПО  
ИЗМЕРЕНИЯМ ГНСС**

Д.А. Морозов

d\_morozov@edu.miigaik.ru

Московский государственный университет геодезии и картографии  
(МИИГАиК), РФ, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ГНСС, мониторинг параметров ионосферы, разработка программного обеспечения

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассматривается разработка математического и программного обеспечения для мониторинга параметров ионосферы, в частности полного электронного содержания, по мультиспектрным измерениям ГНСС. Разработанное программное обеспечение позволяет производить мониторинг параметров ионосферы в локальной области, как в режиме реального времени, так и в режиме постобработки.

Влияние ионосферы Земли на распространение радионавигационных сигналов ГНСС является одним из наиболее существенных факторов, влияющих на точность позиционирования. Вместе с тем зависимость ионосферной задержки сигнала от его несущей частоты и использование спутниками ГНСС двух и более несущих частот для трансляции сигналов предоставляют потребителям возможности для мониторинга текущего состояния ионосферы.

Мультичастотные измерения кодовых и фазовых псевдодалностей по сигналам ГНСС позволяют производить вычисление полного электронного содержания (ТЕС) по направлению на каждый из наблюдаемых спутников ГНСС[1]. Имея кодовые псевдодалности измеренные на двух частотах, полное электронное содержание может быть вычислено по следующей формуле:

$$TEC_p = \frac{f_{L1}^2 f_{L2}^2 \cdot [P_{A,L2}^q - P_{A,L1}^q + DCB_{A,L1-L2} + DCB_{L1-L2}^q]}{40.308(f_{L1}^2 - f_{L2}^2)},$$

где:  $f_{L1}$  – несущая частота первого сигнала,  $f_{L2}$  – несущая частота второго сигнала,  $P_{A,L1}^q$  – кодовая псевдодалность измеренная по первому сигналу спутника  $q$  приёмником  $A$ ,  $P_{A,L2}^q$  – кодовая псевдодалность измеренная по второму сигналу спутника  $q$  приёмником  $A$ ,  $DCB_{A,L1-L2}$  – межканальная задержка приёмника  $A$ ,  $DCB_{L1-L2}^q$  – межканальная задержка спутника  $q$ .

Кодовые измерения позволяют вычислить полное электронное содержание без влияния систематических погрешностей при условии учёта межканальных задержек приёмника и спутников[2]. При этом результат будет иметь высокую случайную погрешность. Значения полного электронного содержания, вычисленные по фазовым измерениям, имеют систематические погрешности обусловленные неточностью разрешения фазовых неоднозначностей, и малые случайные погрешности за счёт высокой точности фазовых измерений. Использование комбинации фазовых и кодовых измерений псевдодалностей позволяет вычислять значения полного электронного содержания, как в режиме реального времени, так и в постобработке.

С целью практической реализации рассмотренного принципа мониторинга параметров ионосферы разработано специальное программное обеспечение. Разработанное программное обеспечение предназначено для решения следующих основных задач:

- 1) Вычисление полного электронного содержания по измерениям производимым в режиме реального времени и поступающим с приёмника через последовательный порт или другое соединение;
- 2) Вычисление полного электронного содержания в режиме

постобработки по результатам измерений, хранящимся в файлах формата RINEX;

3) Сравнение полученных результатов с существующими моделями ионосферы;

4) Моделирование параметров ионосферы в локальной области;

5) Ионосферная коррекция результатов измерений по сигналам ГНСС произведённых в пределах заданной локальной области;

6) Визуализация результатов мониторинга и моделирования.

Программное обеспечение разработано на языке программирования C++ с применением фреймворка QT. Графический интерфейс программного обеспечения представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Интерфейс программного обеспечения

Разработанное программное обеспечение позволяет производить мониторинг параметров ионосферы в двух режимах: реального времени и постобработки. При работе в режиме реального времени измерения по сигналам ГНСС поступают в программу напрямую с приемника, подключённого к компьютеру при помощи

последовательного порта. Для вычисления текущих значений полного электронного содержания при этом используются измерения за текущую и предыдущие эпохи наблюдений. При работе в режиме постобработки измерения извлекаются из файла наблюдений в формате RINEX. В этом режиме может симулироваться обработка данных в режиме реально времени (данные из файла поступают последовательно и с той же дискретностью, с которой они были записаны). Эта функция необходимо в первую очередь для облегчения тестирования, как самого программного обеспечения, так и различных комбинаций исходных данных. Если же это не требуется, то для вычисления полного электронного содержания используется вся имеющаяся в файле измерительная информация и вычисления производятся без задержек.

По результатам вычисления полного электронного содержания производится формирование локальной модели ионосферы путём уточнения физической модели ионосферы для построения локальной ионосферной сетки. Полученная модель используется для ионосферной коррекции измерений по сигналам ГНСС выполненных в пределах заданной локальной области. Коррекция производится путём обработки выбранного файла наблюдений и его перезаписи с исправленными за влияние ионосферы значениями псевдодальностей либо путём загрузки полученной ионосферной сетки в программное обеспечение, используемое для позиционирования.

### **Литература**

1. Leick, A. GPS Satellite Surveying [Text] / A. Leick. – New York: A WilleyInterscience Publication. – 2004. – 464 p. – Англ.
2. Куприянов, А.О., Майоров, А.А., Непоклонов, В.Б., Давлатов, Р.А., Печерица, Д.С., Морозов, Д.А. Оценка влияния инструментальных погрешностей навигационного приемника на точность определения параметров ионосферы // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». - 2015. - №6. – С. 31-35

# DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR MONITORING IONOSPHERE PARAMETERS USING GNSS MEASUREMENTS

D.A. Morozov

d\_morozov@edu.miigaik.ru

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation,  
Moscow

**KEYWORDS:** GNSS, monitoring of ionosphere parameters, software development

**ANNOTATION.** The paper considers the development of mathematical algorithms and software for monitoring the ionosphere parameters, and, in particular, the total electronic content, based on multifrequency GNSS measurements. This software allows to perform monitoring of the ionosphere parameters in the local area, both in real time and in post-processing mode.

УДК 528.48

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ АНТАРКТИЧЕСКОГО ЛЕДНИКОВОГО ЩИТА И ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ ПО ГНСС-ИЗМЕРЕНИЯМ НА СТАНЦИИ ВОСТОК

Д.А. Трофимов<sup>1\*</sup>, С.Д. Петров<sup>1</sup>, Ю.А. Серов<sup>3</sup>, И.В. Чекунов<sup>2</sup>, К.В. Желтова<sup>1</sup>, А.С. Калишин<sup>3</sup>, А.В. Франк-Каменецкий<sup>3</sup>, В.В. Лукин<sup>3</sup>

\*dm.trofimov@gmail.com

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, Москва

<sup>3</sup>Арктический и Антарктический Научно-Исследовательский Институт, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** позиционирование, ГНСС, ТЕС, ионосфера

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассматриваются результаты ГНСС-наблюдений, выполненных в Антарктиде на станции Восток в 2016-2019 годах. На основе выполненных измерений была измерена

скорость движения ледникового покрова в окрестности станции Восток, определены параметры ионосферы, прежде всего полное электронное содержание (ПЭС, в англоязычной литературе Total electron content - TEC) в проводящем слое.

В настоящее время ГНСС является одной из важнейших технологий научных исследований, которая позволяет извлекать кроме координатно-временной информации, получение которой считается одной из основных задач ГНСС, информацию о параметрах среды распространения сигнала, о содержании водяного пара в тропосфере или о содержании свободных электронов в ионосфере. Сравнительная дешевизна и мобильность приемного ГНСС-оборудования позволяют проводить исследования с его помощью в труднодоступных местах.

Исследования в антарктическом регионе с помощью средств ГНСС представляют особый интерес. Данный регион сравнительно малоизучен, в нём действует всего 8 постоянных ГНСС-станций, входящих в международную сеть IGS. ГНСС-измерения на пунктах, расположенных на ледниковом щите исключительно редки. В то же время измерения на таких пунктах представляют особый интерес, так как являются дополнительным и независимым способом определения направления движения ледникового щита, а также позволяют определять повышение или понижение его уровня, и, соответственно, увеличение или уменьшение массы ледникового покрова, что немаловажно в связи с интересом к изменению климата, индикатором которого может являться данный процесс. Содержание свободных электронов в ионосфере исключительно важно для распространения радиоволн и, соответственно, поддержания радиосвязи.

### **Наблюдательный пункт на станции Восток**

Используемые в нашей работе измерения выполнялись на станции Восток, расположенной вблизи Южного геомагнитного полюса Земли. На данной территории уже проводились ГНСС-наблюдения [1][2], однако по времени они охватывали только сезон антарктического лета. Для организации пункта для ГНСС-наблюдений на станции Восток кафедрой астрономии СПбГУ был предоставлен

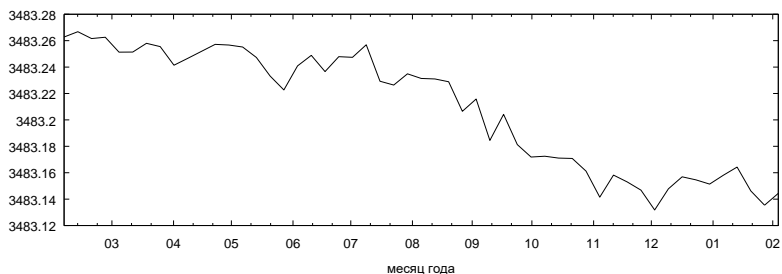
высокоточный двухчастотный геодезический ГНСС-приемник JAVAD TRIUMPH-1 с возможностью фазовых измерений и приемом сигналов GPS и ГЛОНАСС. Пункт был оборудован в феврале 2016 года. В фирн был вертикально вморожен брус 100x100x3000 мм, на котором оборудована площадка для установки приемника, а также размещения греющего кабеля и радиопрозрачного купола. Приемник закреплялся с помощью металлической марки с винтовой резьбой. На данном наблюдательном пункте были выполнены наблюдения на временных интервалах: февраль 2016 - январь 2017, февраль 2018 - январь 2019. Параметры наблюдений: GPS, ГЛОНАСС, двухчастотные, с временным разрешением в 30 секунд.

На основе обработки наблюдений 2016-2017 годов были получены координаты пункта и его скорость [3][4]. Полученные скорости пункта хорошо согласуются со скоростями, определенными из спутниковых радарных измерений.

На основе наблюдательных данных 2016-2017 годов так же были произведены определения ПЭС в районе станции Восток [5].

#### **Обработка наблюдений 2018-2019 годов**

Одной из задач нового цикла наблюдений на станции Восток было подтверждение, или опровержение некоторых интересных результатов, определенных в ходе работ по обработке наблюдений 2016-2017 годов.

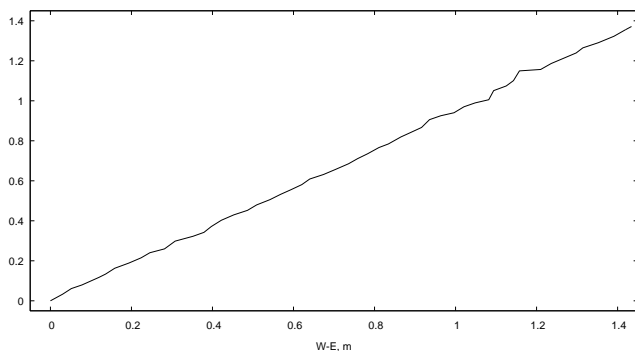


*Рисунок 1. Изменение высоты пункта на станции Восток за 2018-2019 годы*

Так, в работе [4] по определению движения ледникового покрова в районе станции Восток был сделан вывод о том, что наблюдается



понижение ледникового покрова со скоростью 13 см/год. В то же время по данным спутниковых измерений проводившихся в 1992-2001 годах и 2003-2008 годах был сделан вывод о поднятии ледникового покрова в районе станции Восток со скоростью 2 см/год. Данное противоречие может иметь несколько причин, ошибка в нашей методике обработки, поднятие сменилось понижением, так как в нашей работе используются более поздние наблюдательные данные, или имеет место какая-то локальная особенность, связанная с наблюдательным пунктом. Ошибку в методике обработки мы считаем маловероятной, так как обработка выполнялась двумя различными программными пакетами и результаты оказались согласованы, как между собой, так и с данными спутниковых радарных измерений в части скорости и направления движения ледникового покрова в горизонте. Обработка измерений 2018-2019 годов была способна прояснить ситуацию с данным явлением, по крайней мере подтвердить или опровергнуть вывод о том, что поднятие ледникового покрова сменилось его долговременным понижением. В настоящее время выполнена предварительная обработка наблюдений 2018-2019 годов в RTKlib, результаты представлены на рис. 1, рис. 2.



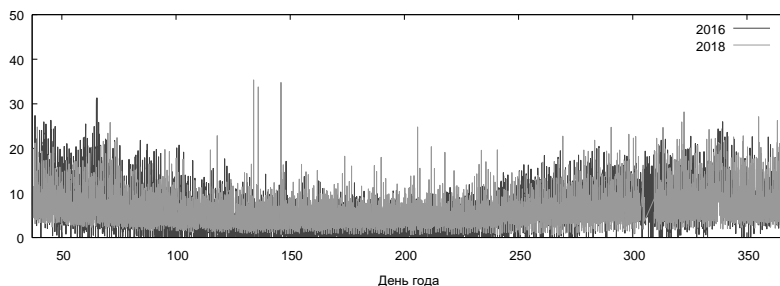
*Рисунок 2 Изменение положения пункта на станции Восток в горизонте за 2018-2019 годы. По оси абсцисс — направление с запада на восток, по оси ординат — с севера на юг. Точка (0,0) — положение пункта в начале наблюдений*

Обработка выполнялась методом PPP, в статическом режиме, для получения решения использовались высокоточные Final эфемериды IGS, а также 30-секундные часовые файлы IGS. На основании предварительной обработки мы можем сделать вывод о том, что наблюдаемое нами понижение высоты пункта является долгосрочным событием. За период второго цикла наблюдений снижение составило 12 см. Всего же в период с начала наблюдений в первом интервале в феврале 2016 года по окончании наблюдений во втором интервале в феврале 2019 года понижение высоты пункта составило 39 см. Таким образом, понижение высоты пункта со скоростью около 13 см/год можно считать установленным фактом. Вместе с тем необходимо отметить, что характерные величины повышения или понижения уровня ледового покрова по данным спутниковых миссий [6] во внутриконтинентальных областях Антарктиды составляют 1-2 см/год, столь сильное понижение уровня скорее всего является суммой нескольких факторов, одним из которых должны являться локальные особенности территории и пункта. Скорость движения ледникового покрова в горизонте полученная по данным 2018-2019 годов хорошо согласуется с результатами 2016-2017 годов: 1.36 м/год в южном направлении (по 2016-2017 годам 1.33 м/год в южном направлении), 1.43 м/год в восточном направлении (по 2016-2017 годам 1.39 м в год в восточном направлении), а также с результатами спутниковых измерений.

В ходе работы [5] был получен интересный результат о наличии существенных "выбросов" - заведомо нереалистичных (более 50 TECU - total electron content unit) значений ПЭС, полученных по обработке кодовых GPS-измерений. В то же время, в значениях ПЭС, рассчитанных по кодовым измерениям ГЛОНАСС подобные выбросы отсутствовали. Данные выбросы не были нами никак не объяснены, никакой корреляции с геомагнитными событиями обнаружено не было, была выдвинута гипотеза о возможных инструментальных ошибках, вызванных исключительно суровыми метеорологическими условиям

Возник вопрос, будут, ли повторятся, эти явления далее. Наблюдения 2018-2019 годов были обработаны по той же методике,

что и 2016-2017. Сравнение результатов обработки ГНСС-измерений 2016 и 2018 годов представлено на Рис. 3. По результатам проведенной обработки можно сделать следующие выводы. Интересующие нас "выбросы" в период наблюдений 2018-2019 годов обнаружены не были, хотя наблюдения выполнялись на том же пункте, на том же ГНСС-приемнике, метеорологические условия сколько-нибудь существенно не отличались. Для получения ПЭС использовалось то же самое ПО, без каких-либо модификаций. На основании этого можно сделать вывод о неверности нашей гипотезы о том, что данные "выбросы" были вызваны инструментальными ошибками вследствие крайне суровых метеоусловий. Необходимо рассмотреть иные возможные причины данного явления, например ионосферные сцинтилляции.



*Рисунок 3. Ряд ПЭС за 2016 год, полученный по результатам GPS-измерений (с отфильтрованными "выбросами") на станции Восток в сравнении с рядом, рассчитанным на основе GPS-измерений (фильтрация "выбросов" не проводилась) там же в 2018 году*

### **Заключение**

Нами оборудован наблюдательный пункт на станции Восток, на котором уже выполнено два годичных цикла наблюдений. Было подтверждено наблюдаемое в первом интервале наблюдений понижение высоты пункта со средней скоростью 13 см/год. Определение всех факторов, вызывающих данное понижение высоты является одной из основных задач наших последующих исследований по данной теме.

В ходе измерений 2016 года обнаружены явления, которые не повторялись в ходе наблюдений 2018 года. На основе имеющихся данных сделан вывод о неверности нашей первоначальной гипотезы об инструментальных ошибках, вызванных суровыми метеоусловиями. Выдвинуто предположение об ионосферных сцинтилляциях, как причинах данных явлений. Наблюдения на пункте будут продолжены, вероятно будут изменены параметры наблюдений, в сторону увеличения их частоты, либо будет заложен дополнительный пункт для установки дополнительного приемника, для проведения синхронных ГНСС-измерений.

### **Литература**

1. Wendt, J., Dietrich, R., Fritsche, M., Wendt, A., Yuskevich, A., Kokhanov, A., Senatorov, A., Lukin, V., Shibuya, K. and Doi, K. Geodetic observations of ice flow velocities over the southern part of subglacial Lake Vostok, Antarctica, and their glaciological implications. *Geophysical Journal International*. - Volume 166. - Issue 3. - PP. 991–998. - 2006, doi: 10.1111/j.1365246X.2006.03061

2. Richter, A., Fedorov, D.V., Fritsche, M., Popov, S.V., Lipenkov, V.Ya., Ekaykin, A.A., Lukin, V.V., Matveev, A. Yu., Grebnev, V.P., Rosenau, R., Dietrich, R. Ice flow velocities over subglacial Lake Vostok, East Antarctica, determined by 10 years of GNSS observations, *Journal of Glaciology*, Volume 59, Number 214, pp. 315-326(12), 2013, doi:10.3189/2013JoG12J056

3. Петров, С.Д., Серов, Ю.А., Чекунов, И.В., Горшков, В.Л., Щербакова, Н.В., Смирнов, С.С., Трофимов, Д.А. "Геодезические измерения на антарктической станции Восток", Труды Всероссийской научно-практической конференции «Совершенствование средств и методов сбора и обработки геопространственной информации и системы подготовки специалистов в области топогеодезического и навигационного обеспечения». – СПб : ВКА им. А.Ф. Можайского, 2016. – С. 440-444

4. Трофимов, Д.А., Серов, Ю.А., Петров, С.Д., Чекунов, И.В., Шомбина, Л.А. ГНСС-наблюдения на станции Восток. Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры, от идеи до внедрения.

Сборник материалов II научно-практической конференции. - 2017. – С. 74-80

5. Трофимов, Д.А., Петров, С.Д., Желтова, К.В., Серов, Ю.А., Чекунов, И.В., Трошичев, О.А. Полное электронное содержание ионосферы вблизи южного геомагнитного полюса по данным ГНСС-измерений. Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Наука и образование. Сборник материалов III научно-практической конференции. - 2019. – С. 66-72

6. Shepherd, A., Gilbert, L., Muir, A. S., Konrad, H., McMillan, M., Slater, T., et al. (2019). Trends in Antarctic Ice Sheet elevation and mass. *Geophysical Research Letters*, 46, 8174–8183. – URL : <https://doi.org/10.1029/2019GL082182>

## **DETERMINATION OF ANTARCTIC ICE SHIELD MOTION AND IONOSPHERIC PARAMETERS FROM GNSS MEASUREMENTS AT VOSTOK STATION**

D.A. Trofimov<sup>1\*</sup>, S.D. Petrov<sup>1</sup>, Yu.A. Serov<sup>3</sup>, I.V. Chekunov<sup>2</sup>, K.V. Zheltova<sup>1</sup>, A.S. Kalishin<sup>3</sup>, A.V. Frank-Kamenetsky<sup>3</sup>, V.V. Lukin<sup>3</sup>  
\*dm.trofimov@gmail.com

<sup>1</sup> *St. Petersburg State University, Russia, St. Petersburg*

<sup>2</sup> *Bauman Moscow State Technical University, Russia, Moscow*

<sup>3</sup> *Arctic and Antarctic Research Institute, Russia, St. Petersburg*

**KEYWORDS:** positioning, GNSS, TEC, ionosphere.

**ANNOTATION.** The paper considers the results of GNSS observations carried out in Antarctica at Vostok station in 2016-2019. Based on the measurements, the speed of the ice sheet movement in the vicinity of Vostok station was measured, the parameters of the ionosphere were determined, first of all, the total electron content in the conducting layer.

УДК 528.48

## **ПЕРИОДИКИ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ В ДВИЖЕНИЯХ РЕФЕРЕНЦНЫХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ ГНСС (НА ПРИМЕРЕ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)**

В.В. Иванова<sup>1\*</sup>, А.А.Сюзюмов<sup>1</sup>, С.В. Тюрин<sup>1</sup>

\*ivanovavitani@mail.ru

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ГНСС, точное точечное позиционирование, активная базовая станция, геодезическое обеспечение, постобработка.

**АННОТАЦИЯ.** Описана методика получения периодических составляющих в движениях базовых станций с помощью метода постобработки Precise Point Positioning (PPP) и алгоритма для анализа временных рядов «Гусеница» - SSA. Выделены длинные и короткие периоды, приведены полученные результаты.

Исследование движений референчных базовых станций помогает повысить достоверность геодезического мониторинга, а также выявить негативные процессы и предотвратить их.

При проведении мониторинга с использованием ГНСС есть возможность выявить, наряду с трендами, периодические составляющие, которые будут более полно характеризовать поведение объекта.

В качестве исходных данных в работе были использованы данные, полученные с сети референчных базовых станций Комитета по градостроительству и архитектуре г. Санкт-Петербурга [8]. Для выявления и анализа длинных периодик использовались часовые RINEX-файлы за 2013-2020 годы с пяти станций, расположенных в разных районах Санкт-Петербурга, которые были объединены в пятисуточные файлы.

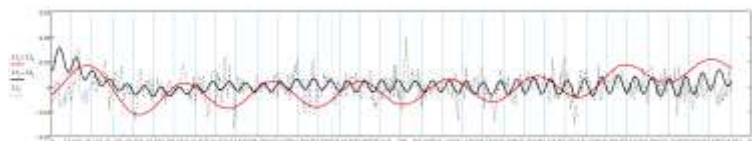
Полученные файлы загружались на онлайн-сервер CSRS-PPP [6]. Данные обрабатывались в режиме Precise Point Positioning (PPP) [1].

Параметры международной координатной системы ITRF были заданы в качестве системы отсчета выходных данных.

Полученные конечные абсолютные координаты были преобразованы во временные ряды, которые обрабатывались с помощью алгоритма для анализа и прогноза временных рядов «Гусеница»-SSA [2,3]. Результатом обработки являлись выделенные тренд, периодические составляющие различной длительности и шум. Алгоритм реализовывался в программном комплексе MathCAD15. При анализе компоненты, имеющие близкий или одинаковый периоды, были объединены.

На рисунке 1 представлены примеры получившихся графиков для перемещений станции по высоте и в направлении север-юг. Компоненты L1, L2, L3 и L4 отражают периодические составляющие, а компонента L5 – остаточный шум.

а)



б)



в)



*Рисунок 1. Разложение на компоненты, станция SEST:*

- а) график компонент ряда, высота;*
- б) график компонент ряда координат, направление север-юг;*
- в) график периодических составляющих ряда координат, направление север-юг*

Таблица отражает выявленные длинные периодические составляющие движений станций в плане и по высоте.

*Таблица. Периодические движения в плане и по высоте постоянно действующих базовых станций г. Санкт-Петербурга*

	GORN	KRON	KUP2	LOM2	SEST
Высотная составляющая	12 месяцев, 70 дней	12 месяцев, 70 дней	12 месяцев, 70 дней	12 месяцев, 70 дней	12 месяцев, 70 дней
Плановая составляющая, направление С-Ю	12 месяцев, 3 месяца	12 месяцев, 3 месяца	12 месяцев, 3 месяца	12 месяцев, 3 месяца	12 месяцев, 3 месяца
Плановая составляющая, направление З-В	24 месяцев, 3 месяца	12 месяцев, 3 месяца	12 месяцев, 3 месяца	21 месяц, 3 месяца	21 месяц, 3 месяца

В высотной составляющей выделились одинаковые для всех исследуемых станций периодики продолжительностью 12 месяцев и 70 дней. В координатах в направлении север-юг были получены составляющие с периодами 12 месяцев и 3 месяца. В плановых движениях в направлении запад-восток выявленные периодики различаются по продолжительности, длительность колеблется от 12 до 24 месяцев, единой для всех станций остается составляющая с периодом 3 месяца

Для анализа краткосрочных периодик использовались часовые RINEX-файлы, полученные со станций сети GORN, KUP2, MURN, PUSH, ROSI, SEST (рис.2). Эта группа станций является наиболее стабильной для обработки, так как имеет минимальное количество пропусков.





*Рисунок 2. Схема расположения референционных станций сети Комитета по градостроительству и архитектуре г. Санкт-Петербурга, используемые в работе по выявлению краткосрочных периодик (выполнено авторами)*

Для проведения исследования были выбраны данные за четыре периода: зимний (01.01.2018–30.01.2018); весенний (01.04.2018–30.04.2018); летний (01.07.2018–30.07.2018); осенний (01.10.2018–30.10.2018).

В результате обработки временных рядов планового и высотного положения пунктов сети, полученных методикой точного дифференциального позиционирования, методом «Гусеница»-SSA были выявлены 24, 12 и 8-часовые составляющие, а также длиннопериодические компоненты (в скобках указаны средние амплитуды по всей группе станций, мм).

В зимний период в плановом положении (С-Ю и З-В) на всех станциях выделена 24-часовая периодика (= 1,7 мм), в половине случаев выделена 12-часовая (= 1,4 мм). В высотном положении краткосрочных составляющих выявлено не было.

В весенний период в плановом положении (С-Ю и З-В) на всех станциях выделена 24-часовая ( $= 1,1$  мм) и 12-часовая периодика ( $= 1,7$  мм). В высотном положении на ряде станций определены 24-часовая ( $= 2,5$  мм) и 12-часовые компоненты. На станциях PUSH и ROSI выявлены 23-дневные и 8-дневные периодики. На ряде станций определены 8-часовые периодики в плановом и высотном положении.

В летний период в плановом положении (С-Ю) на всех станциях выделена 24-часовая периодика ( $= 1,9$  мм). В плановом положении (З-В) периодики фактически отсутствуют (кроме станции ROSI). В высотном положении на всех станциях присутствует 24-часовая компонента ( $= 3,0$  мм), а также на части 12-часовая ( $= 2,8$  мм).

В осенний период в плановом положении (С-Ю) на всех станциях выделена 24-часовая периодика ( $= 1,6$  мм). В высотном положении на ряде станций определены 24-часовая компонента ( $= 2,7$  мм).

На положение станций могут влиять различные атмосферные, приливные и гидрологические нагрузки, обуславливающие и сезонные периодики, и суточные изменения.

Например, влияние океанической приливной нагрузки. Приливная нагрузка океана – это деформация Земли из-за веса океанических приливов. Океанические приливы вызваны гравитационным притяжением Луны и Солнца, поскольку их орбиты имеют более одной периодичности из-за эксцентриситета и наклона, океанические приливы описываются в виде суммы нескольких составляющих, каждый из которых имеет свой период. Для расчёта приливной нагрузки используют 11 гармоник с наибольшей амплитудой [4]. Существует ряд моделей, описывающих приливную нагрузку океана. Используя сервис M.S. Vos и H.-G. Scherneck, пользователь имеет возможность скачать интересующую его модель приливной нагрузки на определённую территорию [7].

На результаты геодезических измерений может оказывать влияние и сам процесс спутниковых наблюдений, например, изменения спутниковых группировок и созвездий спутников [5].

Трактовка изменений положений постоянно действующих станций ГНСС требует подключения более широкого спектра программного обеспечения (в частности, коммерческого и научного,

например, Bernese или GIPSY-OASIS), оценки влияния различных естественных факторов на положения станций с подключением более широкого набора моделей атмосферной, океанической, гидрологической и другими видами нагрузок.

Важен и анализ изменений для конкретной станции отдельно, так как объекты могут быть расположены в местах с различными условиями окружающей среды.

### **Литература**

1. Антонович, К.М., Липатников, Л.А. Совершенствование методики точного дифференциального позиционирования по результатам ГНСС-измерений (Precise Point Positioning) // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 44 – 48

2. Голяндина, Н. Э. Метод «Гусеница»-SSA: анализ временных рядов : учеб.пособие / Н.Э. Голяндина. – СПб: Изд-во СПбГУ, 2004. – 76 с.

3. Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница» / Под ред. Д.Л.Данилова, А.А Жиглявского. - СПб: СПбГУ, 1997. – 307 с.

4. Лысенко, А. А. Изучение влияния выбора модели океанических приливов на точность вычисления поправок в положение пункта при позиционировании по сигналам ГНСС в режиме PPP // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Наука и образование . - 2019. - С. 38–42

5. Dawidowicz, Karol (2020) Sub-hourly precise point positioning accuracy analysis – case study for selected ASG-EUPOS stations, Survey Review. - 52:373. – С. 341–351, doi:10.1080/00396265.2019.1579988

6. Сайт Канадской геодезической службы с общедоступными инструментами и настольными приложениями [Электронный ресурс]. – URL: <https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php> (дата обращения: 20.09.2021)

7. Сайт M.S. Bos и H.-G. Scherneck, посвященный моделям океанической приливной нагрузки: [Электронный ресурс]. – URL : <http://holt.oso.chalmers.se/loading/index.html> (дата обращения: 08.09.2021)

8.Сеть референчных станций г. Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – URL: <http://ref.kgainfo.spb.ru/about/> (дата обращения: 09.09.2021)

**PERIODICALS OF DIFFERENT DURATION IN THE  
MOVEMENTS OF REFERENCE BASE STATIONS GNSS (ON THE  
EXAMPLE OF ST. PETERSBURG)**

V. Ivanova<sup>1\*</sup>, A. Syuzyumov<sup>1</sup>, S. Turin

\*ivanovavitani@mail.ru

<sup>1</sup> Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint  
Petersburg

**KEYWORDS:** GNSS, precise point positioning, reference station, geodetic support, post-processing.

**ANNOTATION.** A technique for obtaining periodic components in the movements of base stations using the Precise Point Positioning (PPP) post - processing method and the "Caterpillar"-SSA time series analysis algorithm is described. Long and short periodicals are distinguished, the results obtained are presented.

УДК 528.2

**ЗАВИСИМОСТЬ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ  
КОМБИНИРОВАННОЙ ИНС/ГНСС СИСТЕМЫ ОТ  
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И ТИПОВ РАЗРЫВОВ В ПРИЁМЕ  
НАВИГАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ**

Д.А. Кузнецов

dmitri-kuznetsov-94@mail.ru

Московский государственный университет геодезии и картографии,  
Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** инерциальные навигационные системы (ИНС), глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), точность позиционирования

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассмотрены результаты эксперимента

с применением ИНС/ГНСС системы позиционирования на наземном подвижном носителе. Дана классификация типов разрывов, графически продемонстрированы различия между типами разрывов.

### **Введение**

Инерциальные навигационные системы (ИНС) обеспечивают точное позиционирование при высокоточных геодезических работах только в течение ограниченного периода времени. Это связано с тем, что акселерометры и гироскопы имеют систематическое смещение, приводящее к ошибке в итоговом пространственном положении. Для коррекции измерений ИНС в настоящее время применяются измерения по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) [1].

Измерения по сигналам ГНСС в свою очередь, позволяют получить высокоточное решение в кинематическом режиме позиционирования при условии открытости горизонта и видимости навигационных спутников. При ограничении видимости, такое позиционирование становится ненадёжным (в связи с высотной застройкой) или даже невозможным (заезд в туннель). Совместная интеграция ИНС/ГНСС позволяет улучшить точность позиционирования.

### **Результаты исследования**

Для оценки точности координат, получаемых по результатам обработки измерений комбинированной ИНС/ГНСС системы позиционирования в условиях отсутствия приёма сигналов ГНСС, было проведено несколько экспериментальных исследований [2]. Исследования выполнялись центром «Геокосмические технологии» МИИГАиК. Для их проведения был разработан и сконструирован специальный трёхантенный стенд. Его конструкция позволяет обеспечить крепление ИНС и аппаратуры позиционирования по сигналам ГНСС таким образом, что инерциальный центр совпадает со средним положением фазовых центров ГНСС антенн.

Используемая аппаратура подключалась к одной ГНСС-антенне с применением делителя сигналов. В процессе движения носителя по маршруту периодически выполнялось отключение ИНС/ГНСС

системы от делителя сигналов (техническое прерывание сигнала). Это обеспечивало фиксацию на этих участках маршрута только инерциальных измерений. ГНСС-приёмник безостановочно производил измерения на всём протяжении маршрута. В результате были получены две траектории: при обработке кинематических ГНСС измерений и обработке совместных ИНС/ГНСС измерений. На участках 1, 2, 3, 4, 5, отображённых на рисунке 1, представлены линейные смещения, полученные при техническом прерывании сигнала. Нулём на графике обозначено время начала разрывов. Для дополнительного анализа были созданы имитированные разрывы, полученные путём удаления эпох из файла наблюдений в формате RINEX. Длительность таких разрывов на всех трёх участках составила ровно 60 секунд. Линейные смещения таких участков (И1, И2, И3) продемонстрированы на рисунке 1. Потеря сигналов И1 и И2 были симитированы на прямолинейных участках трассы. Для И3 был выбран участок, на котором транспортное средство вышло из поворота.

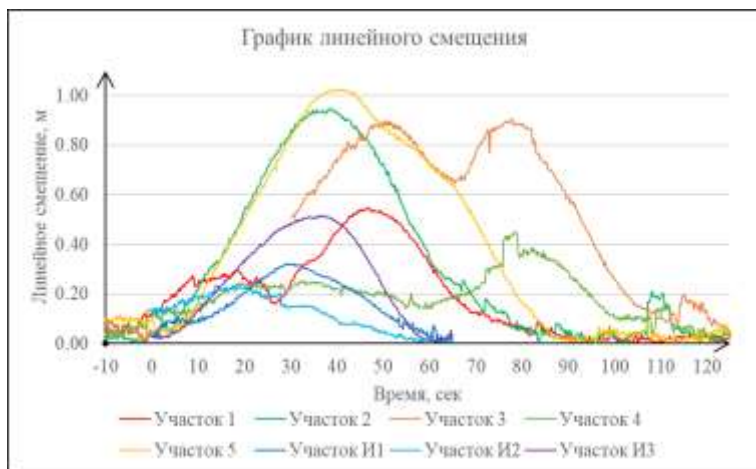


Рисунок 1. График линейных смещений координат

Совместно с этим была проанализирована зависимость точности позиционирования при имитированных разрывах разной

продолжительности. На рисунках 2 и 3 представлены графики отклонения координат при разрывах в 60 и 120 секунд.



Рисунок 2. Отклонение координат при разрыве в 60 секунд



Рисунок 3. Отклонение координат при разрыве в 120 секунд

## **Выводы**

1) Исходя из представленных графиков можно сказать, что увеличение ошибки ИНС/ГНСС позиционирования при отсутствии сигналов ГНСС имеет прямую зависимость от времени разрыва.

2) По результатам проведенных исследований были выявлены расхождения между разрывами, полученными в условиях, приближенных к реальным, и имитированными разрывами. Предложена следующая классификация разрывов в приёме навигационных сигналов:

- разрывы естественного происхождения, возникающие при наличии препятствий на пути радионавигационного сигнала. При таких разрывах количество измерений постепенно уменьшается при попадании в зону недостаточной видимости спутников ГНСС и плавно восстанавливается при удалении от препятствий.

- искусственного происхождения, подразделяющиеся на:

- имитированные, возникающие при ручном удалении эпох наблюдений из файла формата RINEX. При таком типе разрыва происходит резкий обрыв и резкое восстановление измерений по сигналам ГНСС;

- технические, возникающие при отключении ГНСС-антенны от геодезического спутникового оборудования. Такой тип разрыва максимально приближен к разрывам естественного происхождения, но обладает недостатками в связи с нарушением эксплуатационных требований аппаратуры и непригодностью к постобработке измерений, полученных после начала отключения ГНСС-антенны.

## **Литература**

1. Ковач, Н.С. Картографирование линейных инженерных объектов по данным лазерного сканирования // Вестник Московского университета. - Серия 5. География. - 2013. - №1. - С. 47–54

2. Куприянов, А.О., Кузнецов, Д.А., Морозов, Д.А. Экспериментальная оценка точности позиционирования комбинированной навигационной спутниковой системы при прерывании навигационных сигналов // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». - 2021. - Т. 65. - № 4. - С. 402–411



# DEPENDENCE OF THE POSITIONING ACCURACY OF THE COMBINED INS/GNSS SYSTEM ON THE DURATION AND TYPES OF BREAKS IN THE RECEPTION OF NAVIGATION SIGNALS

D.A. Kuznetsov

dmitri-kuznetsov-94@mail.ru

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation,  
Moscow

**KEYWORDS:** inertial navigation system (INS), global navigation satellite system (GNSS), positioning accuracy.

**ANNOTATION.** The paper considers the results of an experiment using an INS/GNSS positioning system on a ground mobile carrier. An experimental assessment of the positioning accuracy was performed. The classification of the types of breaks is given, the differences between the types of breaks are graphically demonstrated.

УДК 528

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ПОДАВЛЕНИЮ МНОГОЛУЧЕВОСТИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ НА СПЕЦИАЛЬНОМ СТЕНДЕ

А.Ю. Перминов<sup>1\*</sup>, Д.А. Морозов<sup>1</sup>, А.О. Куприянов<sup>1</sup>

\*aleks.perminov@inbox.ru

<sup>1</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии,  
Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** многолучёвость, кодовые измерения, фазовые измерения, генератор опорной частоты

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрена коррекция кодовых и фазовых псевдодальностей, измеренных по сигналам ГНСС, на влияние эффектов многолучевого распространения радионавигационного сигнала путем анализа влияния эффектов многолучевого распространения на сигналы ГНСС и метод устранения влияния многолучевого распространения на сигналы ГНСС. Представлен алгоритм расчета точки переотражения радионавигационного сигнала от заданной плоскости.

## **Введение**

Многолучевость – это прием отраженных или дифрагированных копий полезного сигнала. Поскольку путь, проходимый отражением, всегда длиннее прямого пути, приход многолучевого сигнала задерживается относительно прямого пути. Когда задержка многолучевого распространения велика, приемник может легко разрешить приём многолучевого сигнала. Пока приемник отслеживает прямой путь (который всегда наступает раньше, чем любой многолучевой), такие разрешаемые многолучевые пути мало влияют на производительность. Однако многолучевые отражения от близлежащих объектов или даже скользящие многолучевые отражения от удаленных объектов могут достигать коротких задержек (например, десятков или сотен наносекунд) после достижения прямого пути. Такое многолучевое распространение искажает функцию корреляции между принятым сигналом (прямой путь плюс многолучевость) и локально сгенерированным опорным сигналом в приемнике. Они также искажают составную фазу принятого сигнала, внося ошибки в измерения псевдодальности и фазы несущей, которые различаются для сигналов от разных спутников, и, таким образом, вызывают ошибки в положении, скорости и времени.

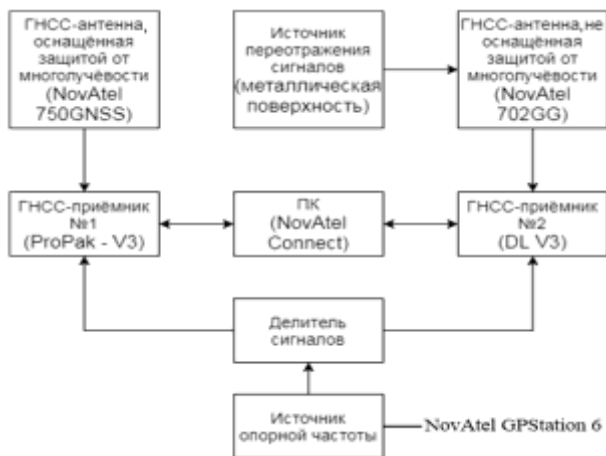
## **Результаты исследования**

Для апробации разработанной методики проведён эксперимент, основной задачей которого являлось получение набора исходных данных для анализа зависимостей между временными рядами ошибок многолучёвости и временными рядами избыточных дальностей отражённых сигналов, рассчитанными аналитически. Эксперимент заключается в записи статических данных на протяжении 14 часов с дальнейшей их обработкой и получением набора исходных данных для анализа зависимостей между временными рядами ошибок многолучёвости и временными рядами избыточных дальностей отражённых сигналов, рассчитанных аналитически по разработанной методике.

Для расчета избыточной дальности используется информация о положении антенны ГНСС и отражающих поверхностей, а также

методика анализа переотражений навигационного сигнала, рассмотренная в [1].

Технически для проведения эксперимента применялся экспериментальный стенд (описанный в [2], аппаратная схема стенда представлена на рисунке) в полевых условиях напротив специально подготовленной стойки с отражающей поверхностью. На первом этапе эксперимента необходимо определить местоположение стойки в пространстве с помощью сеанса статических измерений на приёмниках NovAtel DL-V3, NovAtel ProPak-V3 и смарт-антенне отечественного производства, выставленных в створ отражающей поверхности (ОП): первые два приёмника (и подключенные к ним антенны) будут находиться по разные стороны стойки в створе ОП, третья антенна (смарт-антенна МР-9) будет находиться в самой стойке в её верхней части (в верхнюю часть стойки будет вмонтирована втулка с европейской резьбой под смарт-антенну). Таким образом, на трёх ГНСС-приёмниках будет произведен синхронный сеанс статических измерений продолжительностью не менее 6 часов и дискретностью – 1 Гц.



*Рисунок. Схема состава аппаратуры экспериментального стенда, позволяющего определять составляющую многолучёвости в кодовых и фазовых измерениях по сигналам ГНСС*

## **Выводы**

Эксперимент был успешно проведен, в ходе него был получен 14-часовой сеанс записи кодовых и фазовых измерений. В ходе эксперимента получается набор исходных данных для анализа зависимостей между временным рядом ошибок многолучевого распространения и временным рядом избыточных длин отраженных сигналов, рассчитанных аналитически. В будущем результаты эксперимента будут использованы для улучшения подавления многолучевого распространения.

## **Литература**

1. Куприянов, А.О., Нейман, Ю.М., Морозов, Д.А., Перминов, А.Ю. Разработка алгоритма анализа переотражений навигационного сигнала для изучения влияния многолучёвости на ГНСС-измерения // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». - 2017. - Т. 61. - № 6. - С. 41–44
2. Куприянов, А. О., Морозов, Д. А., Перминов, А. Ю. Методика численного определения влияния многолучёвости на кодовые и фазовые измерения по сигналам ГНСС // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». - 2020. - Т.64. - №4. - С. 391–398

## **EXPERIMENTAL STUDY OF MULTIPATH SUPPRESSION IN THE FIELD USING A SPECIAL STAND**

A. Perminov<sup>1\*</sup>, D. Morozov<sup>1</sup>, A. Kupriyanov<sup>1</sup>

\*aleks.perminov@inbox.ru

<sup>1</sup> Moscow state university of geodesy and cartography, Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** multipath, code measurements, phase measurements, reference frequency generator.

**ANNOTATION.** The paper considered the correction of the code and phase pseudo-ranges measured from GNSS signals for the influence of the effects of multipath propagation of a radio navigation signal by analyzing the influence of multipath effects on GNSS signals and the method of eliminating the multipath effect on the code and phase pseudo-ranges measured by GNSS signals. An algorithm for calculating the point of re-

reflection of a radio navigation signal from a given plane is presented.

УДК 528.5

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВАРИАНТЫ ИХ РЕШЕНИЯ ПРИ СПУТНИКОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ**

А.Д. Антонов

spb@gisdata.ru

ООО «ИЦ ГИС ДАТА», Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,  
улица Гельсингфорсская, дом 4, корпус 1, офис 105, 8(931) 223-02-63

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** геодезическое оборудование, программное обеспечение, облачные сервисы, спутниковые технологии, ГНСС.

**АННОТАЦИЯ.** Доклад посвящен проблемам, с которыми сталкиваются геодезисты при выполнении спутниковых геодезических измерений. Рассмотрены возможные решения данных проблем и их применение на реальных примерах в инженерных изысканиях.

Основной проблемой работы в RTK является проверка достоверности фиксированного решения. С развитием новых глобальных навигационных спутниковых систем (Beidou, Galileo, QZSS, IRNSS) появились дополнительные возможности ее преодоления. Но при одновременном наблюдении большого количества спутников, передающих сигналы в трех диапазонах, критически возросла вероятность случайного выбора недостоверных данных, которые, тем не менее, в совокупности удовлетворяют критериям фиксированного решения.

Практика работы в RTK показала, что однократные измерения не гарантируют достоверность решения, как и увеличение, времени разрешения неоднозначностей.

В большинстве случаев исполнитель вынужден неоднократно повторять определения координат одной и той же точки. Естественно, это приводит к потере времени.

Решением данной проблемы может стать запатентованная технология JAVAD GNSS Real Time Post processed Kinematic (RTPK). В случае применения RTPK нет необходимости выполнять повторные наблюдения на одной и той же точке. RTPK использует преимущества как постобработки, так и RTK. Рекомендуемое время наблюдений в экстремальных условиях при полностью «закрытом небосводе» равно 6 минутам. Если условия наблюдений хорошие, то достаточно 5–6 секунд. Таким образом, будет справедливо утверждение, что RTPK является квази RTK методом, поскольку обработка данных занимает в большинстве случаев порядка одной секунды.

Помимо этого, в докладе рассмотрены следующие проблемы и их возможные решения:

- 1) Искажения спутникового сигнала (Spoofing);
- 2) Глушение спутникового сигнала (Jamming);
- 3) Глушение радиоканала;
- 4) Переотражение сигнала;
- 5) Многолучёвость;
- 6) Низкая точность конечного результата.

В заключительной части описывается применение спутникового оборудования JAVAD GNSS в условиях реальных полевых работ. Приводятся задачи для дальнейшего развития и совершенствования технологий спутниковых геодезических съёмок, а также программы Javad GNSS новое поколение.

### **Литература**

1. Разумовский, А.И. Позиционирование в режиме RTK с использованием промежуточной базовой станции и сервиса DPOS. - URL : javadgnss.ru (дата обращения: 26.05.2015)
2. Ashjaee, Javad. Ph.D. RTK V6+ six engines plus one support. - URL: javad.com (дата обращения: 19.05.2015)
3. Hybrid RTK. URL : javad.com (дата обращения: 22.04.2016)
4. RTPK. URL : javadgnss.ru (дата обращения: 27.09.2020)
5. Программа Нового поколения URL : javadgnss.ru (дата обращения: 29.09.2020)

## **MODERN PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS IN SATELLITE GEODETIC SURVEYS**

A.D. Antonov  
spb@gisdata.ru

IC GIS DATA LLC, Russian Federation, Saint-Petersburg,  
Gelsingforsskaya street 4k1, office 105, 8(931)223-02-63

**KEYWORDS:** surveying equipment, software, cloud services, satellite technology, GNSS.

**ANNOTATION.** The report is devoted to the problems faced by surveyors when performing satellite geodetic measurements. Possible solutions to these problems and their application on real examples in engineering surveys are considered.

УДК 528.48

### **ВЫСОКОТОЧНОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСИРОВАННЫМИ МЕТОДАМИ – ГНСС+ИНС**

А.Н. Воронов  
a.voronov@gnssplus.ru

ООО «ГНСС плюс», Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ГНСС+ИНС позиционирование, спутниково-инерциальные методы определения координат, постобработка данных.

**АННОТАЦИЯ.** Высокоточное определение координат движущегося транспортного средства в условиях долгосрочного блокирования спутниковых сигналов на примере Северо-западного тоннеля Москвы.

При выполнении позиционирования подвижных объектов распространенной ситуацией является краткосрочная или долговременная потеря (блокирование) спутниковых сигналов. Например, определение координат движущегося автомобиля в условиях городской инфраструктуры осложнено ограничением

небосвода высокими зданиями, проездом под многочисленными мостами и транспортными развязками, а также проездами по тоннелям. Очевидно, что в таких условиях получение высокоточных координат транспортного средства затруднено или невозможно. Комплексирование методов спутниковой и инерциальной навигации позволяет выполнять высокоточное позиционирование движущегося объекта в режиме реального времени в условиях кратковременной потери спутниковых сигналов. Использование же специализированного программного обеспечения для постобработки сырых ГНСС и ИНС данных позволяет добиться высокой точности определения координат точек траектории, где потеря спутниковых сигналов была длительной.

Запатентованная технология SPAN компании NovAtel объединяет спутниковые методы позиционирования и методы инерциальной навигационной системы. В решении задачи определения координат используются одновременно ГНСС приемник и инерциальный измерительный модуль. При движении объекта на открытой местности решение осуществляется спутниковыми методами. Если же прием сигналов со спутников по каким-то причинам блокируется, то данные о положении объекта поступают от инерциального измерительного модуля. Когда прием спутниковых сигналов возобновляется, то координаты объекта снова определяются с помощью ГНСС. Технология SPAN актуальна, как для определения координат в режиме реального времени (RTK), так и для постобработки.

В зависимости от производительности (класса) инерциального измерительного модуля будет меняться величина дрейфа инерциального решения. Чем примитивнее ИИМ и чем более продолжительно по времени отсутствие ГНСС решения, тем хуже будет точность позиционирования. И наоборот – чем выше производительность ИИМ и чем меньше отсутствие ГНСС решения, тем выше точность определения координат.

Значительно повысить точность определения координат поможет программа постобработки данных ГНСС и ИНС. NovAtel предлагает использовать для этих целей программное обеспечение Inertial



Explorer. В этом случае необходимо записывать «сырые» данные ГНСС и ИНС, собранные во время работы, а затем, с помощью инструментария программы, выполнить их обработку.

Практическое применение технологии SPAN, а также сопутствующего оборудования и программного обеспечения, было исследовано инженерами компании «ГНСС плюс». Была поставлена задача - с максимально возможной точностью определить координаты движущегося по протяженному тоннелю автомобиля комплексированными методами – ГНСС+ИНС.

В качестве испытательного полигона был выбран Северо-западный тоннель Москвы, подземная часть которого превышает по протяженности 2,5 км. Задействованный в испытаниях автомобиль был оснащен спутниково-инерциальной системой NovAtel PwrPak7D-E1 и двумя высокоточными мультисистемными и мультичастотными ГНСС антеннами - NovAtel GNSS-850 и NovAtel GNSS-502 с возможностью высокоточного определения параметров курса (Рисунок 1). Внутри ГНСС+ИНС системы PwrPak7D-E1 установлен инерциальный измерительный модуль «начального» уровня Epson G320N.



*Рисунок 1. Подготовка к испытаниям. Установка ГНСС+ИНС оборудования на автомобиль*

Этот модуль имеет наименьшую производительность из всей линейки инерциальных модулей NovAtel. Также в работе была задействована постояннодействующая базовая станция, установленная на здании офиса компании «ГНСС плюс». Она транслировала

поправки на ГНСС+ИНС систему PwrPak7D-E1 в режиме реального времени. Сама базовая станция создана на платформе OEM платы NovAtel 7700.

При установке оборудования на автомобиле ГНСС антенны были разнесены на максимальное расстояние друг от друга для наиболее точного определения курса и жестко закреплены (рис. 1). Спутниково-инерциальная система была размещена внутри автомобиля и надежно зафиксирована специальными приспособлениями. С помощью электронного тахеометра, с точностью первых миллиметров, были определены параметры расположения ГНСС антенн относительно центра инерциальной навигационной системы. Полученные параметры были зарегистрированы управляющей программой. После осуществления необходимых приготовлений началось движение автомобиля по запланированному маршруту и регистрация данных.

На открытой местности (до въезда в тоннель) оценочная точность RTK решения составляла 1 см в плане и по высоте. После въезда в тоннель решение по спутникам прервалось, а устройство переключилось на определение координат от инерциального измерительного модуля. При движении по тоннелю, с увеличением интервала времени отсутствия ГНСС сигналов, увеличивались ошибки ИНС решения. К концу проезда тоннеля внутренняя оценка точности RTK решения системой PwrPak7D-E1 составила около 38 метров в плане и 8 метров по высоте. После выезда из тоннеля практически моментально возобновился прием спутниковых сигналов, и высокоточное RTK решение (1 см) восстановилось, примерно через 8 секунд. При наложении RTK трека на карты Google реальный уход траектории в RTK режиме составил, примерно, 16 метров в плане.

Записанные системой PwrPak7D-E1 в процессе испытаний «сырые» данные ГНСС+ИНС, а также «сырые» данные с базовой станции были экспортированы в программу Inertial Explorer. Программа «определила», что загруженные данные были собраны с помощью наземного транспортного средства и «предложила» подходящий шаблон обработки. После предварительной обработки ликвидировались «разрывы» траектории, далее была осуществлена обработка кинематических данных в прямом и обратном по времени

направлениях, вычислены уточненные развороты осей инерциальной системы и запущена итоговая обработка данных.

В результате постобработки ГНСС и ИНС данных в программе Inertial Explorer, итоговая точность определения координат отдельно взятой точки траектории в середине подземной части тоннеля составила порядка 40-50 см в плане и около 20 см по высоте. С учетом того, что ГНСС+ИНС система PwrPak7D-E1 оснащена инерциальным измерительным модулем Epson G320N, который является «младшим» инерциальным модулем в линейке оборудования NovAtel, можно с уверенностью заявить, что при использовании более высокопроизводительного инерциального модуля, полученную точность можно улучшить.

Технология SPAN и сопутствующее оборудование и программное обеспечение успешно применяются в таких областях и задачах, как: мобильное сканирование и картографирование; аэрофотосъемка и лидарная аэросъемка с использованием пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов; изыскания, выполняемые дорожными лабораториями; высокоточные гидрографические работы; посадка летательных аппаратов на движущуюся платформу; беспилотное вождение в автомобильной колонне и т.д.

## **HIGH-PRECISION POSITIONING OF MOVING OBJECTS IN DIFFICULT CONDITIONS BY COMBINED METHODS - GNSS+INS**

A. Voronov

a.voronov@gnssplus.ru

LLC «GNSS plus», Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** GNSS+INS positioning, satellite-inertial methods for determining coordinates, post-processing of data.

**ANNOTATION.** High-precision determination of the coordinates of a moving vehicle in conditions of long-term blocking of satellite signals on the example of the Northwest tunnel of Moscow.

УДК 528.02

## **МЕТОДИКА КОМБИНИРОВАННОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПО СИГНАЛАМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ В РЕЖИМАХ "ПОДВИЖНАЯ БАЗА" И "КИНЕМАТИКА"**

Д.Е. Леве

dmleve@yandex.ru

Московский государственный университет геодезии и картографии,  
Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), комбинированное позиционирование, позиционирование в режиме подвижная база, кинематическое позиционирование.

**АННОТАЦИЯ.** Для расширения возможного спектра применения методов относительного кинематического позиционирования по сигналам ГНСС на предельных расстояниях между опорной станцией и подвижной станцией при котором может быть стабильно достигнуто фиксированное решение была выполнена экспериментальная апробация методики совместного применения методов позиционирования «кинематика» и «подвижная база» и получена разница между контрольными значениями и координатами, полученными с помощью комбинированного позиционирования, не превышала в среднем 5 мм, а при на расстояниях свыше 90 км до 3 см.

### **Введение**

Ставший классическим метод относительного кинематического позиционирования ("кинематика в постобработке") имеет ограничения по длине базовой линии, при которой может быть достигнуто фиксированное решение. В реальных условиях предельная длина для надёжного получения фиксированного решения зачастую не превышает 30-40 км, при благоприятных условиях до 50 км. Указанный факт приводит к возникновению проблем при выборе места установки базовой станции, если нет возможности разместить её ближе к району работ.

Для решения указанной проблемы предлагается новая методика комбинированного позиционирования, которая позволит увеличить расстояние между базовой и подвижной станциями и может быть получено точное решение.

Сущность метода заключается в использовании кроме базовой и подвижной станции ещё одного приёмника, который можно обозначить как промежуточную станцию. Промежуточная станция также является подвижной и может устанавливаться на любых транспортных средствах. Промежуточная станция должна находиться между базовой и подвижной станциями. Расстояния между базовой и промежуточной, а также промежуточной и подвижной станциями, на протяжении сеанса не должны превышать допустимых, для получения фиксированного, решений. При этом расстояние между базовой и подвижной станциями может практически вдвое превышать необходимое для получения фиксированного решения. Позиционирование подвижной станции производится с использованием метода "Подвижная база". Этот метод позволяет с высокой точностью определять приращения пространственных координат между двумя подвижными приёмниками ГНСС. В рассматриваемой методике метод позиционирования "Подвижная база" используется для вычисления приращений координат между промежуточной и подвижной станцией. При этом координаты промежуточной станции определяются методом "кинематика" относительно базовой станции. Координаты подвижной станции получают путём сложения координат промежуточной станции и вычисленных по методу "Подвижная база" приращение координат. В случае получения по обеим базовым линиям фиксированного решения точность полученных координат подвижной станции будет превышать ту которая могла быть получена путём прямой обработки сеанса по методу "кинематика", так как в таком случае могло бы быть получено только плавающее решение.

### **Апробация методики и полученные результаты**

До проведения основных работ по апробации методики был выполнен первичный комплекс работ для установления её принципиальной реализуемости и предварительной оценки точности

[1-3]. Была выбрана схема, где два одинаковых устройства установленных на борту аэростата на расстоянии примерно 1.5 метра друг от друга, которые являлись промежуточным подвижным приёмником и непосредственно подвижным приёмником. Выбранный подход позволял гарантировать получение для обоих приёмников относительно базовой станции фиксированное решение.

Проведённая обработка полученных результатов измерений показала, что у 90% эпох наблюдений мгновенные значения ошибки пространственного положения не превышает 1 сантиметра, а у 96% – 2 сантиметра (разница координат подвижного приёмника комбинированным методом и методом относительного кинематического позиционирования). Среднее квадратическое отклонение для расстояний между мгновенными положениями подвижного приёмника составило 0,76 см. [1]. В дальнейшем планировании апробации методики были учтены влияния внешних условий на измерения по сигналам ГНСС [4,5].

Для того, чтобы провести эксперимент, необходимо было выполнить ряд мероприятий, которые бы позволили убедиться в эффективности метода на больших расстояниях между промежуточным подвижным приёмником и непосредственно подвижным приёмником.

Первоначально был выполнен поиск подходящего маршрута, который должен быть максимально прямолинеен и иметь малое количество препятствий, закрывающих небесную сферу, антропогенного и природного характера. Под все необходимые требования подошёл участок Варшавского шоссе от города Подольска до города Обнинска.

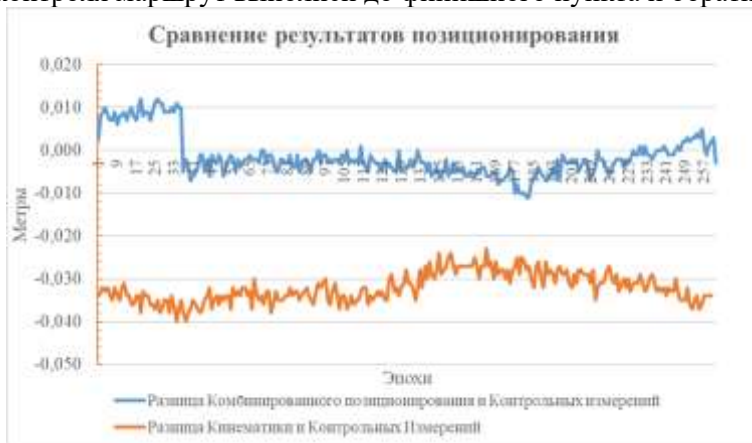
Предварительно до начала эксперимента на крыше Центра геокосмических технологий МИИГАиК были установлены опорные базовые станции, находящиеся на удалении от начальной точки маршрута более чем 25 км, а в районе начала маршрута была установлена движущаяся база, которая имитировала своё перемещение в радиусе от 5 до 10 метров относительно произвольного центра.

До старта транспортного носителя в середине маршрута должна

быть установлена как минимум одна контрольная базовая станция, которая из-за своего расположения будет иметь меньшую ошибку определений координат определяемого ровера, чем опорная базовая станция. Для большего контроля были установлены две базовых BAZA1\_MR9 и BAZA1\_PL\_DLV3. Контрольные опорные станции позволили определить в режиме относительного позиционирования Кинетика координаты на всём маршруте с большей точностью, и проконтролировать, с какой эпохи начинается планомерное ухудшение точности позиционирования от станции, находящихся в зоне «База (МИИГАиК)».

Для создания точной привязки базовых станций все спутниковые геодезические пункты, участвующие в эксперименте, были связаны в одну опорную геодезическую сеть и увязаны с пунктами ФАГС.

Далее по маршруту длиной до 100 км перемещалось транспортное средство, с установленным на нем стендом с ГНСС-аппаратурой, выступающей в роли подвижного определяемого приемника-ровера. Для контроля маршрут выполнен до финишного пункта и обратно.



*Рисунок. Результаты сравнения позиционирования относительно контрольных измерений*

Полученные результаты показали, что к середине маршрута качество решений от базовой станции на территории МИИГАиК стали

значительно ухудшаться. Пример подобного участка показан на рисунке. На графике видно, что Комбинированное позиционирование сохраняет разницу координат в пределах погрешности до 1 см, а среднее значение позиционирование колеблется по модулю в пределах 3-4 мм. Кинематика от базовой станции, расположенной на крыше ЦГТ, показывала худший результат, и погрешность измерений уже находилась в пределах 3 см. Такая погрешность является объяснимой, так как базовая линия превышала 60 км.

Средние значения, показанные в таблице, подтверждают данные, описанные графически. Наименьшая средняя разница координат была получена у Комбинированного метода. Кинематика в среднем по маршруту отличается от контрольных значений в пределах от 3 до 7 мм.

*Таблица. Средние значения разниц между каждым методов позиционирования и контрольными измерениями (в метрах)*

Контрольная кинематика и комбинированный метод			Контрольная кинематика и основная кинематика			Комбинированный метод и основная кинематика		
dX	dY	dZ	dX	dY	dZ	dX	dY	dZ
0,0007	-0,0012	0,0036	-0,0035	-0,0062	-0,0078	-0,0028	-0,0039	-0,0050

### **Выводы**

Предлагаемая методика комбинированного позиционирования позволяет получить заявленную точность при сверхдопустимых для кинематического позиционирования расстояниях. Разница между контрольными значениями и координатами, полученными с помощью комбинированного позиционирования, не превышала в среднем 5 мм, при ухудшении позиционирования на расстояниях свыше 80-90 км до 3 см.

### **Литература**

1. Куприянов, А.О. Результаты динамического летного эксперимента с использованием многофункциональной автономной



ГНСС/ИНС измерительной системы // Изв. вузов Геодезия и аэрофотосъемка. - 2019. № 3, С. 254–263

2. Куприянов, А.О., Лева, Д.Е., Морозов, Д.А. Об оценке точности относительного позиционирования с использованием метода подвижной базы // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». - 2019. - Т. 63. - № 2. - С. 160–167. doi: 10.30533/0536-101X-2019-63-2-160-167

3. Куприянов, А.О., Лева, Д.Е. Принцип совместного позиционирования удалённых объектов по результатам измерений в режимах подвижная база и кинематика // Сборник статей по итогам научно-технических конференций. - № 11. - 2020. - Приложение к журналу Известия высших учебных заведений «Геодезия и аэрофотосъёмка»

4. Куприянов, А.О., Кузнецов, Д.А., Морозов, Д.А., Лева, Д.Е. Тропосферная коррекция радиодальномерных измерений с применением цифровой модели метеорологических данных // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». - 2020. - Т. 64. - № 1. - С. 15–24

5. Куприянов, А.О., Морозов, Д.А., Перминов, А.Ю. Методика численного определения влияния многолучёвости на кодовые и фазовые измерения по сигналам ГНСС // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». - 2020. - № 4. - С. 391–398

## **COMBINED POSITIONING METHOD PROVIDED BY GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS SIGNALS USING THE "MOBILE BASE" AND "KINEMATICS" MODES**

D.E. Leve

dmleve@yandex.ru

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** global navigation satellite system (GNSS), combined positioning, mobile base positioning, kinematic positioning.

**ANNOTATION.** To expand the possible range of application of the methods of relative kinematic positioning according to GNSS signals at the limiting distances between the reference station and the mobile station at which a fixed solution can be stably achieved, experimental testing of the

joint application of the "kinematics" and "mobile base" positioning methods was carried out and the difference between control values and coordinates obtained using combined positioning did not exceed 5 mm on average, and at distances over 90 km up to 3 cm.

УДК 528.48

**ОТНОСИТЕЛЬНОЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЕ  
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ВОДОМЕРНОГО БУЯ ПО СИГНАЛАМ  
ГНСС ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЛИБРОВКИ СПУТНИКОВОГО  
АЛЬТИМЕТРА**

А.Д. Шамрова

shamrova5@gmail.com

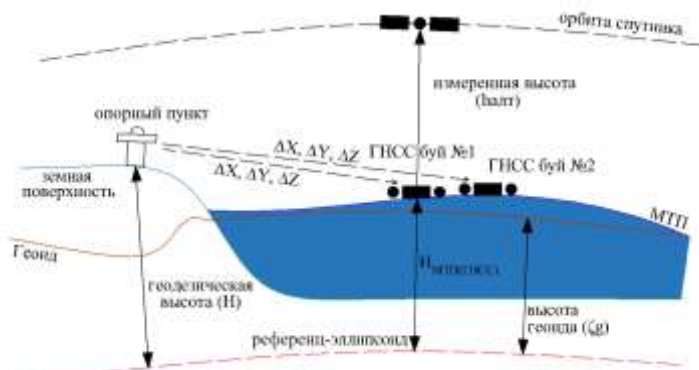
Московский государственный университет геодезии и картографии  
(МИИГАиК), РФ, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** альтиметрия, ГНСС, дистанционное зондирование Земли, калибровка высокоточного высотомера.

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассматривается геодезическое обеспечение орбитальной калибровки спутникового альтиметра при помощи водомерного буя оснащённого приёмником ГНСС. Приводятся описание рассматриваемого эксперимента, методика определения эллипсоидальной высоты морской топографической поверхности по результатам обработки наблюдений ГНСС на водомерном бую и методы, используемые для оценки точности и надёжности полученных результатов.

Спутниковая альтиметрия – метод дистанционного зондирования поверхности Земли с борта космического аппарата, позволяющий по времени возврата зондирующего радиоимпульса измерить расстояние от спутника до подстилающей поверхности [1]. Для реализации метода спутниковой альтиметрии на борту низкоорбитального спутника устанавливают альтиметр (высокоточный радиовысотомер). Альтиметр производит измерение времени, затраченного радиолокационным импульсом на преодоление расстояния от спутниковой антенны к поверхности и обратно к спутниковому приемнику. Несмотря на то, что ВРВ калибруется перед запуском КА,

в процессе эксплуатации его характеристики могут изменяться под влиянием тепловых, механических, электрических и других воздействий [2]. Вследствие этого возникает необходимость калибровки ВРВ на орбите. Одним из основных методов калибровки спутникового альтиметра является непосредственное измерение геодезической (эллипсоидальной) высоты подстилающей водной поверхности по помощи измерений ГНСС на водомерном бую. Принципиальная схема калибровки спутникового альтиметра при помощи водомерного бую представлена на рисунке 1.

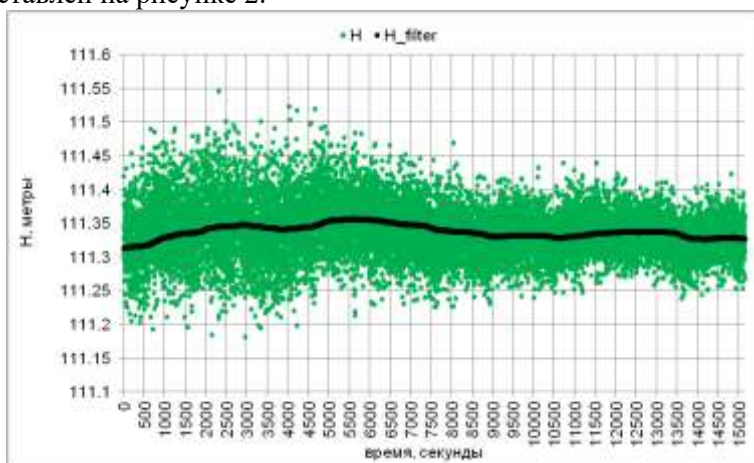


*Рисунок 1. Схема калибровки альтиметра с использованием водомерного бую*

Для определения геодезической высоты водомерного бую и мгновенной высоты морской топографической поверхности ( $H_{МТП(ГНСС)}$ ) используется относительное кинематическое позиционирование по сигналам ГНСС. Далее рассмотрим геодезическое обеспечение орбитальной калибровки спутникового альтиметра на примере данных, полученных в ходе эксперимента, проведённого в акватории Рыбинского водохранилища.

Полученная в ходе проведения эксперимента измерительная информация обрабатывалась для вычисления  $H_{МТП(ГНСС)}$  на момент выполнения ближайшего измерения высоты ВРВ. Обработка измерений производилась методом относительного кинематического позиционирования при помощи программного обеспечения RTKlib.

По результатам обработки получен временной ряд эллипсоидальных высот водомерного буя. Для вычисления значения  $H_{\text{МТП(ГНСС)}}$  на момент измерения ВРВ необходимо произвести фильтрацию полученного временного ряда. Для решения этой задачи используется фильтрация нижних частот, в частности, метод экспоненциального сглаживания[3]. Фильтрация позволяет сгладить случайные ошибки измерений и волнение водной поверхности, которые эффективно усредняются при измерениях ВРВ. Пример временного ряда эллипсоидальных высот буя полученного по результатам относительного кинематического позиционирования в виде графика представлен на рисунке 2.



*Рисунок 2. Мгновенные значения эллипсоидальной высоты водомерного буя до и после фильтрации*

Метод относительного кинематического позиционирования и цифровая фильтрация позволяют обеспечить вычисление высоты водомерного буя необходимой для калибровки спутникового альтиметра. Важным вопросом является обеспечение надёжности полученных результатов, так как сам метод не всегда позволяет объективно оценить точность полученных результатов позиционирования. В рассматриваемом случае вопрос обеспечения надёжности особенно актуален из-за сложных условий наблюдений на

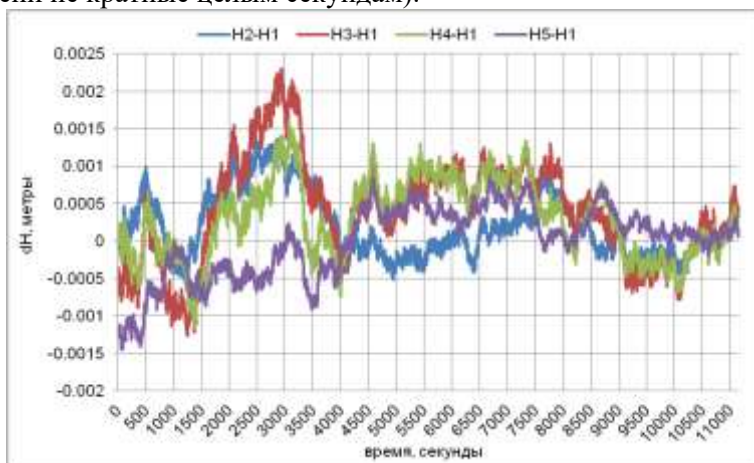
водомерном буе. Буй имеет сложную и быстро изменяющуюся динамику, может захлёстываться волнами, а также подвержен влиянию переотражённых от водной поверхности сигналов.

Существует несколько методов оценки точности и надёжности полученных значений эллипсоидальной высоты. Первый из них предполагает использование двух водомерных буёв. В таком случае СКП вычисляется по разностям полученных на двух буюх значений эллипсоидальной высоты водной поверхности после фильтрации. Такой метод позволяет эффективно выявлять неисправности и погрешности связанные с конкретной аппаратурой ГНСС используемой на водомерном буе. Схема проведения калибровки с использованием двух водомерных буёв представлена на рисунке 1.

Вторым вариантам реализации данного метода контроля является использование на одном водомерном буе двух или более приёмников ГНСС подключённых к одной антенне ГНСС. Такой метод позволяет выявлять ошибки, связанные с работой приёмников ГНСС, и обеспечивает получение избыточных измерений, которые могут быть использованы для повышения точности. В рассматриваемом эксперименте на буе использовался один приёмник ГНСС, что не позволило воспользоваться рассмотренными методами.

Для проведения фильтрации временного ряда эллипсоидальных высот приёмника ГНСС, установленного на водомерном буе и вычисления  $N_{МТП(ГНСС)}$ , достаточно получить решения с частотой 1 Гц. При этом современные приёмники ГНСС позволяют производить измерения с большей частотой. В рассматриваемом эксперименте частота проведения измерений на водомерном буе и опорной станции производились с частотой 5 Гц. Таким образом, получен значительный объём измерений фактически являющихся избыточным. Для оценки надёжности позиционирования и качества фильтрации полученный сеанс наблюдений с частотой 5 Гц был разделён на 5 отдельных сеансов с частотой 1 Гц. Сеансы образованы таким образом, что смещение между последовательными эпохами двух сеансов составляет 0.2 секунды. Полученные сеансы были обработаны независимо друг от друга, и для каждого сеанса был получен временной ряд эллипсоидальных высот. На рисунке 3 представлены в

виде графиков разности эллипсоидальных высот после фильтрации между основным сеансом (измерения на моменты времени кратные целым секундам) и дополнительными (измерения на моменты времени не кратные целым секундам).



*Рисунок 3. Разности эллипсоидальных высот, полученных в основном и дополнительных сеансах*

Отклонения между значениями, полученными в основном и дополнительных сеансах, не превышают 2 мм. Полученный результат свидетельствует о высокой внутренней сходимости результатов позиционирования об отсутствии существенного влияния случайных ошибок или кратковременных возмущающих факторов на эллипсоидальные высота буя полученные после фильтрации.

Другим использованным методом контроля является применение двух опорных станций на берегу (в рассматриваемом случае установлены на пунктах VT1 и VT2). Для контроля качества позиционирование производится обработка одной из опорных станций в качестве подвижной относительно второй опорной станции. На рисунке 4 представлен временной ряд отклонений высот опорной станции VT2 от истинного значения эллипсоидальной высоты станции. На всём протяжении сеанса были получены фиксированные решения с точностью соответствующей длине рассматриваемой

базовой линии. Это позволяет судить о корректной работе приёмников ГНСС установленных на опорных станциях и отсутствие внешних факторов способной помешать получению высоты водомерного буя с необходимой точностью. Учитывая, что расстояние между опорными станциями сопоставимо с расстоянием между опорными станциями и водомерным буюм, а координаты обеих станций известны с высокой точностью (СКП взаимного положения пунктов не превышает 5 мм), результаты кинематического позиционирования одной из них относительно другой могут быть использованы для формирования общих представлений о СКП позиционирования водомерного буя. В рассматриваемом случае СКП составило 0.04 метра. Учитывая расстояние между станциями равное 38 километрами и заявленную производитель NovAtel FlexPak6 точность кинематического позиционирования по высоте ( $20\text{мм}+1\text{мм}\cdot\text{км}$ ) [4], полученное значение СКП свидетельствует о высоком качестве наблюдений произведённых на опорных станциях.



*Рисунок 4. Временной ряд отклонений высот опорной станции VT2 от истинного значения эллипсоидальной высоты станции*

Рассмотренные методы обеспечения надёжности результатов относительного кинематического позиционирования водомерного буя при геодезическом обеспечении орбитальной калибровки

высокоточного радиовысотомера позволяют произвести анализ полученных результатов даже при использовании одного водомерного буя, оснащённого одним приёмником ГНСС. В частности, приведённый метод формирования избыточных сеансов наблюдений за счёт проведения измерений с высокой частотой позволяет эффективно использовать возможности современных приёмников ГНСС для решения задач геодезического обеспечения калибровки спутникового альтиметра. Отдельно необходимо отметить, что применение для решения задачи свободного и открытого программного обеспечения в рассматриваемом случае не помешала получению надёжных результатов.

### **Литература**

1. Лебедев, С.А. Основы спутниковой альтиметрии [Электронный ресурс]. - URL: [http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/lebedev\\_osn.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/lebedev_osn.pdf) (дата обращения: 1.02.2020)

2. Mertikas, S.P.; Donlon, C.; Mavrocordatos, C.; Tziavos, I.N.; Galanakis, D.; Vergos, G.; Andersen, O.B.; Tripolitsiotis, A.; Frantzis, X. Gavdos/West Crete Cal-Val site: Over a decade calibration for Jason series, SARAL/AltiKa, Cryosat-2, Sentinel-3 and HY-2 altimeter satellites. In Proceedings of the ESA Living Planet Symposium Prague, Czech Republic, 9–13 May 2016

3. Watson, C. S.; Coleman, R.; White, N.; Church, J.; Govind, R. 2003. Absolute calibration of TOPEX/Poseidon and Jason-1 using GPS Buoys in Bass Strait, Australia, Marine Geodesy 26 (3–4): 285–304. URL : <https://doi.org/10.1080/714044522>

4. NovAtel FlexPak6 [Электронный ресурс]. – URL : <https://novatel.com/support/previous-generation-products-drop-down/previous-generation-products/flexpak6-receiver> (дата обращения 1.11.2020)

## **RELATIVE KINEMATIC POSITIONING OF WATER-MEASURING BUOY BY GNSS SIGNALS TO PROVIDE SATELLITE ALTIMETER CALIBRATION**

A.D. Shamrova  
[shamrova5@gmail.com](mailto:shamrova5@gmail.com)



Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation,  
Moscow

**KEYWORDS:** altimetry, GNSS, earth remote sensing, high precision altimeter calibration.

**ANNOTATION.** The article discusses the geodetic support of the orbital calibration of the satellite radar altimeter using a water-measuring buoy equipped with a GNSS receiver. A description of the experiment under consideration, a method for determining the ellipsoidal height of the sea topographic surface based on the results of processing GNSS observations on a water-measuring buoy, and methods used to assess the accuracy and reliability of the results are given.

УДК 528.88

**СРАВНЕНИЕ РАЗНОСЕЗОННЫХ ДАННЫХ SENTINEL-1 И  
RADARSAT-2 ПРИ ХАРАКТЕРИСТИКЕ СЕЗОННОЙ  
ДИНАМИКИ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Е. А.Балдина<sup>1\*</sup>, П.Г. Михайлюкова<sup>1</sup>, А.С. Мурман<sup>1</sup>

\* baldina@geogr.msu.ru

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** радиолокационные данные, RADARSAT-2, Sentinel-1, дешифрирование, сезонная динамика растительности.

**АННОТАЦИЯ.** Для части территории Ленинградской области выполнен сравнительный анализ одновременных радиолокационных данных RADARSAT-2 и Sentinel-1, полученных в близкие сроки одного и того же года. В результате предварительной обработки сформированы цветные многовременные композиты, анализ которых позволил охарактеризовать наиболее заметные сезонные изменения природных и антропогенных ландшафтов в начале вегетационного периода.

В современных условиях быстрого роста числа космических систем, обеспечивающих детальную съемку местности, и обилие данных, получаемых в оптическом диапазоне, возможности

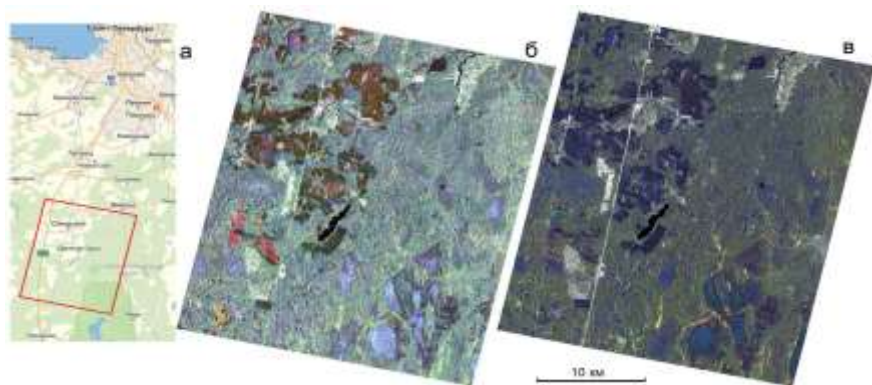
использования радиолокационных данных для географических исследований и решения картографических задач изучены еще относительно слабо. Получение изображений местности независимо от облачности и освещенности предоставляет новые возможности формирования временных рядов изображений, позволяющих не только охарактеризовать произошедшие изменения, но и, используя данные оптического диапазона, выявить свойства ландшафтов, проявляющиеся в этих изменениях [1].

До недавнего времени доступность коммерческих радиолокационных спутниковых данных таких как RADARSAT, TerraSAR-X и др. была невысокой, но с появлением в 2014–16 гг. спутников европейского космического агентства Sentinel-1A и B существенно выросло количество общедоступных радиолокационных данных. Растет и число исследований, опирающихся на временные ряды радиолокационных данных. Предшествующий опыт оценки состояния агроландшафтов по разносезонным данным RADARSAT-2 [5] показал возможность уверенного разделения обрабатываемых и заброшенных сельскохозяйственных полей с характеристикой степени зарастания последних. Значительный объем разносезонных данных со спутника Sentinel-1 в сочетании с данными о температуре почвы по результатам наземных измерений нескольких станций, расположенных в разных географических регионах, позволили выявить положительную корреляционную связь температуры почвы и коэффициента обратного рассеяния [2, 3, 4]. Трехлетний ряд радиолокационных данных Sentinel-1 обеспечил возможность создания карты использования земель долины реки Меконг во Вьетнаме [6].

Задача нашего исследования состояла в сопоставительном анализе радиолокационных данных со спутников RADARSAT-2 и Sentinel-1, полученных в близкие сроки одного и того же года, с целью характеристики сезонных изменений на местности, а также оценке различий и взаимодополняемости этих видов данных.

**Характеристика территории.** Выбор района исследования был обусловлен наличием данных со спутника RADARSAT-2, покрывающих участок Ленинградской области площадью 27х33 кв

км, расположенный к югу от Санкт-Петербурга. (Рисунок 1, а) Эта территория относится к равнинным восточно-европейским южно-таежным ландшафтам на моренных и местами озерно-ледниковых глинистых и суглинистых отложениях. Ровный характер поверхности, наличие водоупора и коэффициент увлажнения выше 1 предопределяют формирование переувлажненных земель и болот. Состав лесной растительности включает как хвойные, так и смешанные леса, которые являются сырьевым ресурсом региона. Обрабатываемые сельскохозяйственные поля немногочисленны и занимают небольшие площади, часть полей представляет собой многолетние залежи с травянистой растительностью. Хорошо выражена мозаичность ландшафтного покрова, представленная чередованием лесов местами с вырубками, болот и лугов.



*Рисунок 1. Территория исследования: а - на основе Яндекс\_карты, б - цветовой RGB синтез снимков трех дат съемок со спутника Sentinel-1 (см. таблицу 1), в - цветовой RGB синтез снимков трех дат съемок со спутника RADARSAT-2 (см. таблицу 1), порядок каналов от раннего (красный) до позднего (синий) одинаковый для обоих наборов данных*

**Материалы и методы.** Для исследования были использованы радиолокационные данные С-диапазона: со спутника RADARSAT-2 уровня обработки SLC (интерферометрический режим) на 3

временных среза (таблица), в соответствии с которыми на близкие даты были подобраны снимки Sentinel-1 уровня обработки GRD-HD. Эти данные существенно различны как по поляризации: RADARSAT-2 получены в согласованной горизонтальной (HH), а Sentinel-1 в согласованной вертикальной (VV), так и по пространственному разрешению как до, так и после предварительной обработки. Особенности изображения объектов на радиолокационных снимках в значительной степени зависят от их состояния, поэтому при анализе изображений использовались сведения о погодных условиях на моменты, непосредственно предшествующие съемкам (tr5.ru).

*Таблица. Сроки съемок и погодные условия при их получении*

<b>Radarsat-2</b>	<b>Характеристика метеоусловий в дни съемки</b>	<b>Sentinel-1</b>	<b>Характеристика метеоусловий в дни съемки</b>
20.04.2017	Отрицательные температуры (-1 -3°C), тихий ветер, отсутствие облачности, отсутствие осадков накануне	29.04.2017	Положительные температуры (4°C), умеренный ветер (до 7 м/с), отсутствие облачности, отсутствие осадков накануне
14.05.2017	Положительные температуры (4-5°C), легкий ветер (до 3 м/с), отсутствие облачности, отсутствие осадков накануне	17.05.2017	Положительные температуры (7-8°C), легкий ветер (до 3 м/с), отсутствие облачности, отсутствие осадков накануне
01.07.2017	Положительные температуры (12°C), легкий ветер (до 3 м/с), облачность, слабый ливень во время съемки и накануне	28.06.2017	Положительные температуры (13°C), умеренный ветер (до 7 м/с), разорванная облачность, слабый ливень за 5 часов до съемки

Предварительная обработка данных со спутников RADARSAT-2 и Sentinel-1 выполнялась в разном программном обеспечении: Sarscape 5.3 и ESA SNAP соответственно. Для каждого изображения была выполнена радиометрическая калибровка с сохранением значений отраженного радиолокационного сигнала в децибелах, фильтрация спекл-шума фильтра Lee Sigma с размером окна 7x7 и на заключительном этапе с использованием цифровой модели рельефа SRTM было выполнено ортотрансформирование. Следует отметить, что для данных RADARSAT-2 была также выполнена процедура некогерентного накопления для приведения пикселя к квадратному. Итоговое пространственное разрешение снимков RADARSAT-2 составило 6 м, снимков Sentinel-1 – 10 м. Из полученных согласованных изображений были сформированы цветные RGB-композиции, где красному цвету соответствует апрельский снимок, зеленому - майский, синему - последний срок (28 июня или 1 июля). Цветные композиции представлены на Рисунке 1,б и в.

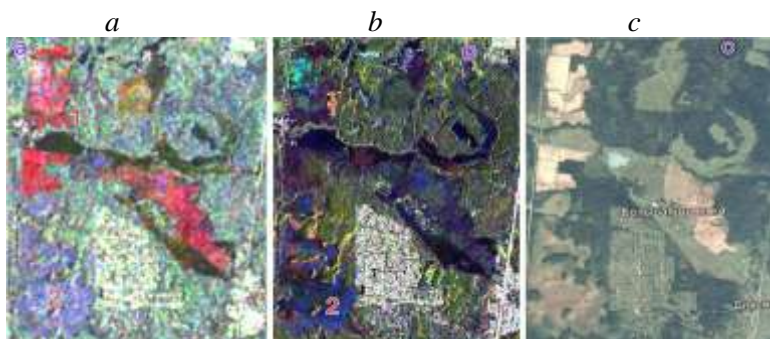
**Результаты и обсуждение.** При сравнении полученных композиций в первую очередь заметно общее различие в яркости изображения исследуемой территории (рис.1 б и в), которое главным образом объясняется различной поляризацией радиосигнала при получении этих данных, кроме того, значение имеет разное пространственное разрешение.

В целом более темные тона на обоих изображениях соответствуют безлесным территориям, а более светлые – лесам. При этом, поскольку радиолокационные изображения в VV поляризации (Sentinel-1) лучше отображают вертикальную структуру объектов, а на рассматриваемой территории преобладают леса, именно этому снимку свойственен более яркий в целом тон изображения (рис. 1, б). Те же участки с разными видами растительного покрова на снимке RADARSAT-2 (HH-поляризация) выглядят более темными.

Одинаково отчетливо на обоих изображениях выделяется белая прямая линия – железная дорога Санкт-Петербург – Псков и яркие участки, соответствующие населенным пунктам. Наибольшая яркость застроенных территорий на всех вариантах радиолокационных изображений соответствует застройке дачных участков (СНТ) из-за ее

высокой плотности, металлической кровли. При этом сельские населенные пункты характеризуются значительно более низкой яркостью. Это характерно как для снимков в согласованной вертикальной (Sentinel-1), так и для горизонтальной (RADARSAT-2) поляризациях. На увеличенных фрагментах можно заметить различие в пространственном разрешении: на цветном композите снимков Sentinel-1 практически не читается структура поселка, различимая на цветном композите снимков RADARSAT-2 (рис.2).

В отличие от белых антропогенных объектов в разнообразии цветов изображения природных объектов проявляется их сезонная динамика. Различия в цветах на RGB-композите разновременных снимков характеризуют изменения объектов. Яркие цвета на разносезонных снимках, охватывающих относительно короткий отрезок вегетационного периода, позволяют надежно опознать обрабатываемые сельскохозяйственные земли (рисунок 2). Обрабатываемые (распаханные) сельскохозяйственные поля на цветовом композите снимков Sentinel-1 изображаются ярким красным цветом, свидетельствующим о том, что только в первый (29 апреля) срок эти поля имели максимальное радиолокационное отражение, которое может быть объяснено повышенной шероховатостью распаханной почвы. Различия в цвете растительности залежей на цветовых композитах обусловлено, вероятно, разной поляризацией исходных данных. Более темные оттенки полей на композите RADARSAT-2 по-видимому связаны с тем, что в связи с отрицательной температурой в первый срок съемки, поверхность почвы подмерзла, что способствует низким значениям радиолокационного отражения [2,4]. В юго-западной части фрагмента хорошо выделяется болото Кузнецовское (цифра 2), которое имеет фиолетовый/синий цвет. Такой цвет свидетельствует о более высоких значениях отраженного от поверхности сигнала в конце апреля (вероятно не до конца оттаявший грунт) и в конце июня (набравшая рост растительность).

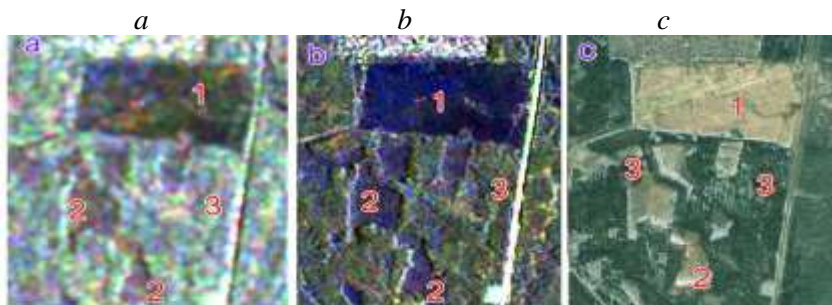


*Рисунок 2. Природно-антропогенные ландшафты:*

*a - Sentinel-1; b - RADARSAT-2; c - снимок в оптическом диапазоне - фрагмент покрытия GoogleEarth, Цифрами обозначены:*

*1 - обрабатываемые сельскохозяйственные поля, 2 - болото*

Значительные площади на исследованном участке занимают леса с большим числом старых и новых вырубок, которые в RGB-синтезе выглядят заметно темнее окрестных лесов. Вырубки на обоих композитах практически неизменны за рассматриваемый период (рис.3). На участке 1, где проведена расчистка под строительство, цвет изображения гораздо более темный, чем на относительно недавних вырубках (2), где несколько более светлый оттенок голубого цвета обусловлен наличием отращиваем к концу июня травянистой растительности. Молодой лес на месте прежней вырубки (3) слабо отличается от леса из-за наличия в составе подростов деревьев и кустарников.



*Рисунок 3. Природно-антропогенный ландшафт, а - Sentinel-1; б - RADARSAT-2; в - снимок в оптическом диапазоне - фрагмент покрытия ArcGIS online. Цифрами обозначены: 1 - бывшее сельскохозяйственное поле - разметка участков под строительство; 2 - свежие вырубки; 3 - участок лесовозобновления*

**Заключение.** Несмотря на значительные различия в изображении основных природных и антропогенных ландшафтов на цветных разновременных композитах снимков Sentinel-1 и RADARSAT-2, характер изменений объектов и их связь с погодными условиями прослеживается на обоих композитах. Однако использовать различия в поляризации данных для получения взаимодополняющих характеристик объектов получить не удалось из-за сложностей предварительной обработки данных RADARSAT-2 и Sentinel-1 в разном программном обеспечении.

Работа выполнена при поддержке Центра коллективного пользования МГУ имени Ломоносова "Геопортал" и ГК Сканэкс.

### **Литература**

1. Захарова, Л. Н., Захаров, А. И., Сорочинский, М. В., Рябокони, Г. П., Леонов, В. М. Совместный анализ данных оптических и радиолокационных сенсоров: возможности, ограничения и перспективы// Радиотехника и электроника. – 2011.- Т. 56 - № 1. – С. 5–19
2. Родионова, Н.В. Связь радарных данных Sentinel-1 с наземными измерениями температуры почвы // Современные



проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. - 2017. - Т. 14. - № 5. - С. 135–148

3. Родионова, Н.В. Анализ радарных данных Sentinel 1 для идентификации талых и мерзлых почв в районе Анадыря (Чукотка) и Белой Горы (Якутия) // Исследование Земли из космоса // 2019 - №1 - С. 29-37. doi: 10.31857/S0205-96142019129-37

4. Трошко, К.А., Балдина, Е.А. Сезонная изменчивость коэффициента обратного рассеяния по данным Sentinel-1 в применении к исследованию острова Котельный // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. - № 1. - С. 123-137

5. Baldina, E. A., Troshko, K. A. The use of RADARSAT-2 data for abandoned agricultural lands classification [Электронный ресурс]// South-Eastern European Journal of Earth Observation and Geomatics. — 2014. — Vol. 3. - № 2S. — P. 455–459. — URL: <http://ejournals.lib.auth.gr/seejeog/issue/view/726>

6. Khanh, Duc Ngo, Alex, M.Lechner, Tuong, Thuy Vu. Land cover mapping of the Mekong Delta to support natural resource management with multi-temporal Sentinel-1A synthetic aperture radar imagery // Remote Sensing Applications: Society and Environment – 2020. – 17: doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100272

## **COMPARISON OF MULTI-SEASON SENTINEL-1 AND RADARSAT-2 DATA IN CHARACTERIZING THE SEASONAL DYNAMICS OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC OBJECTS**

E. A. Baldina<sup>1\*</sup>, P. G. Mikhailyukova<sup>1</sup>, A.S. Murman<sup>1</sup>

\*baldina@geogr.msu.ru

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** radar data, RADARSAT-2, Sentinel-1, image interpretation, seasonal dynamics of vegetation.

**ANNOTATION.** Comparative analysis of multi-seasonal radar data from RADARSAT-2 and Sentinel-1, acquired at close dates of the same year, was carried out for a part of Leningrad Region. As a result of preliminary processing, color multitemporal composites were formed, the

analysis of which allowed to characterize the most noticeable seasonal changes in natural and anthropogenic landscapes at the beginning of the vegetation period.

***СЕКЦИЯ «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ  
АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО  
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ,  
ОБСЛЕДОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ»***

УДК 528.7

**ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ  
БЕСПИЛОТНОЙ АЭРОФОТОСЪЕМКИ И  
ФОТОГРАММЕТРИИ**

В.М. Курков<sup>1\*</sup>, А.С. Киселева<sup>1</sup>

\*vkurkov@inbox.ru

<sup>1</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии,  
Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** подготовка специалистов, аэрофотосъемка с БПЛА, бакалавриат, повышение квалификации, воздушное лазерное сканирование.

**АННОТАЦИЯ.** Обзор современного состояния и перспектив в подготовке специалистов в области беспилотной аэрофотосъемки и фотограмметрии.

В настоящее время беспилотная аэрофотосъемка нашла свое применение во многих областях: в различных видах изысканий, мониторинга, практической и научной деятельности, как в частном, так и в государственном секторе. В связи вопрос подготовки специалистов в данной области очень актуален.

Первый опыт использования беспилотных летательных аппаратов для аэрофотосъемки с целью создания различных документов о местности был встречен скептически. И в первую очередь, сомнения были рождены техническим несовершенством беспилотных

летательных аппаратов в сравнении с теми возможностями, которыми обладала аэрофотосъемка с пилотируемых бортов.

На сегодняшний день современные беспилотные воздушные судна для проведения АФС - это комплексные специализированные системы, позволяющие выполнять многие операции автоматически, получать высокоточные пространственные данные и использовать все преимущества беспилотной авиации. Тем не менее, большую роль в осуществлении АФС с беспилотных судов играет оператор или, как еще говорят, внешний пилот. И как показывает опыт, квалификация оператора БВС определяет, в первую очередь, законность и безопасность проведения полетов, а также качество и точность полученных данных.

Возникает вопрос: что должен знать и уметь оператор БВС, внешний пилот? Во-первых, должен знать законы, регулирующие использование БВС и воздушного пространства, уметь планировать АФС, выбирать подходящие для выполнения съемки погодные условия, подбирать параметры аэрофотосъемочной камеры, принимать решения в случае возникновения внештатных ситуаций, получать данные, пригодные для дальнейшей фотограмметрической обработки. Во-вторых, должен решать и геодезические задачи в ходе подготовки геодезического обеспечения аэрофотосъемки: маркировка и определение координат наземных опорных точек, получение координат центров проекций снимков, измеренных бортовым оборудованием при использовании наземных базовых станций. В-третьих, несмотря на высокий уровень автоматизации современных фотограмметрических программных продуктов, предназначенных для создания цифровых моделей местности и рельефа, ортофотопланов, текстурированных трехмерных моделей, знать основные принципы фотограмметрических измерений для исправления ошибок, знать требования нормативной документации по выпуску продуктов фотограмметрической обработки.

Таким образом, специалисты в данной области должны обладать знаниями и навыками работы в широком спектре дисциплин топографо-геодезической области. Подготовка бакалавров по данной специальности ведется в МИИГАиК на протяжении 10 лет по

профилю «Аэрокосмические съемки и фотограмметрия» направления «Геодезия и дистанционное зондирование». Студентам читаются курсы на кафедрах МИИГАиК по базовым дисциплинам: геодезия, картография, техника и технология аэрокосмических съемок, фотограмметрия, космическая геодезия и основы спутниковых технологий позиционирования, ТМОГИ, ГИС-технологии. А также – специальные курсы и разделы: геодезическое обеспечение аэрокосмических съемок, особенности обработки беспилотной АФС, нормативно-правовая база для использования воздушного пространства РФ.

Закрепление полученных знаний и отработка практических навыков происходит на летней производственной практике, которую студенты по желанию могут проходить на кафедре фотограмметрии. В течение 8 недель студенты выполняют комплекс аэрофотосъемочных работ на Заокском геополигоне МИИГАиК: обследование и восстановление пунктов геодезического обоснования (опознаков), планирование и выполнение аэрофотосъемочных полетов, обработку полученных данных, выпуск конечной продукции, полевое обследование результатов, съемку наземными геодезическими методами [1, 2].

Данная практика проводится с 2011 года при тесном сотрудничестве с компаниями-партнерами, которые помимо участия в образовательном процессе имеют возможность решать исследовательские задачи по тестированию аэрофотосъемочного оборудования, решению производственных задач в рамках Заокского геополигона [3,4]. Плотная сеть маркированных опознаков, которая ежегодно поддерживается и обновляется при участии наших студентов, позволяет им освоить навыки спутниковых наблюдений, принимать непосредственное участие в научно-исследовательской деятельности, а также использовать полученный опыт и материалы для написания выпускных квалификационных работ, магистерских и кандидатских диссертаций. Особо успешные студенты в ходе этой практики находят и будущее место работы, а затем снова возвращаются на Заокский полигон для решения уже производственных задач.

Хочется отметить, что без участия и поддержки наших партнеров, сложно себе представить проведение такой технически сложной, разнообразной и актуальной, с точки зрения используемого оборудования, практики. С благодарностью называем компании активно участвующие в проведении летно-съёмочных работ: «Птеро», «Геоскан», «СТЦ», «Финко», «GPScom», «Небесная Механика», «АГМ Системы».

С 2011 г. по настоящее время в рамках проведения практики выполнено около 80 аэросъёмочных полетов беспилотными и пилотируемыми летательными аппаратами. Материалы исследований представлены в виде докладов на конференциях и публикаций в различных научных изданиях [5–14].

Используя опыт работы со студентами, мы создали программу для повышения квалификации специалистов со средним и высшим профессиональным образованием по направлению «Беспилотная аэрофотосъёмка и фотограмметрия». Работы так же проводятся на Заокском геополигоне, но курс был адаптирован под цели и задачи отрасли и производства. Получился интенсивный двухнедельный курс, в течение которого специалисты проходят полный комплекс аэрофотосъёмочных работ по беспилотной АФС, включая подготовку геодезического обоснования и фотограмметрическую обработку данных. Первые курсы повышения квалификации состоялись осенью 2020 года, затем два потока – в апреле и сентябре текущего года.

В перспективе наши планы включают внедрение воздушного лазерного сканирования с БВС в учебный процесс студентов, а затем и на курсах повышения квалификации. В июле 2020 г. и в апреле 2021 г. на Заокском геополигоне совместно с компаниями «Геоскан» и «АГМ Системы» выполнено пробное воздушное лазерное сканирование с БВС Геоскан 401. Результаты обработки данных ВЛС изучаются и в ближайшее время будут опубликованы.

### **Литература**

1. Курков, В.М., Капустина, А.В. Комплексная учебная практика по созданию крупномасштабных карт и других документов о местности // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. - 2013. — № 2. — С. 62–62

2. Курков, В.М., Смирнов, А.В., Иноземцев, Д.П. Опыт использования БЛА при проведении практики студентов на «Заокском геополигоне» МИИГАиК // Геопрофи. - 2014. — № 4. — С. 55–61

3. Курков, В.М. Опыт работы по тестированию аэрофотосъемочных комплексов на испытательном полигоне МИИГАиК // Геопространственные технологии и сферы их применения (10-я Международная научно-практическая конференция, Москва, 14–15 октября 2014 г.). Сборник материалов. — М.: Издательство «Проспект», 2014. — 132 с.

4. Курков, В.М., Чибуничев, А.Г., Гречищев, А.В. Тестирование аэрофотосъемочных комплексов на испытательном полигоне МИИГАиК при внедрении инновационных технологий в топографо-геодезическое производство. Экология, экономика, информатика. Сборник статей: в 3 т. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. — Т. 3: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. -2015. — 368 с.

5. Florinsky, I.V., Kurkov, V.M., and Bliakharskii, D.P., 2017. GEOMORPHOMETRY FROM UNMANNED AERIAL SURVEYS. Transactions in GIS. 21: doi:10.1111/tgis.12296. – URL : <http://dx.doi.org/10.1111/tgis.12296>

6. Фадеев, Н.Б., Скрыпицына, Т.Н., Курков, В.М., Замятина, Е.О. Создание ГИС в целях ресурсоведения лекарственных растений на основе дешифрирования аэрофотоснимков с БПЛА // Тезисы докладов. Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Полярноальпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН, Мурманское отделение Русского ботанического общества. - 2017. - С. 121-123

7. Смирнов, А.В., Курков, В.М., Воробьева, Н.Г. Создание документов о местности в интересах инженерных изысканий по результатам аэрофотосъемки с беспилотных воздушных судов// Материалы докладов Четырнадцатой Общероссийской научно-практической конференции и выставки изыскательских организаций. Издательство: ООО «Геомаркетинг» - Материалы докладов Четырнадцатой Общероссийской научно-практической конференции и выставки изыскательских организаций. - 2018. - С. 659-670

8. Fadeev, N.B., Skrypitsyna, T.N., Kurkov, V. M., Sidelnikov, N. I. Use of Remote Sensing Data and GIS Technologies for Monitoring Stocks of Medicinal Plants: Problems and Prospects//2019. In: Bychkov I., Voronin V. (eds) Information Technologies in the Research of Biodiversity. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham Print ISBN 978-3-030-11719-1. – URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11720-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11720-7_3)

9. Курков В.М., Смирнов А.В., Кузнецов В.А. Обзор факторов и условий, влияющих на применение беспилотных воздушных судов, предназначенных для решения задач картографирования// Геоинформатика. - 2019. - № 3. - С.19-26. ISSN 1609-364X

10. Kadnichansky, S. A., Kurkov, M. B., Kurkov, V. M., Chibunichev, A. G., and Trubina, L. K.: Results of researches on photogrammetric calibration of the sony cyber-shot dsc-rx1rm2 camera, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-2/W18, 73–77. – URL : <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLII-2-W18-73-2019>, 2019

11. Кадничанский, С.А., Курков, М.В., Курков, В.М., Чибуничев, А.Г. Фотограмметрическая калибровка фотокамеры для аэрофотосъемки с беспилотного воздушного судна // Геопрофи. - 2019. — № 6. — С. 35–40

12. Кадничанский, С.А., Курков, М.В., Курков, В.М., Чибуничев А.Г. Анализ точности фототриангуляции снимков камеры Phase One в ЦФС PHOTOMOD // Геопрофи. - 2019. — № 4. — С. 39–43

13. Кадничанский, С. А., Курков, М. В., Курков, В. М., Чибуничев, А. Г. О сертификационных испытаниях программно-аппаратного комплекса на основе беспилотного воздушного судна «Геоскан 401» // Геодезия и картография. - 2020. – Т. 81. – № 3. – С. 32–38. doi: 10.22389/0016-7126-2020-957-3-32-38

14. Kurkov, V. M, Kiseleva, A. S, DEM ACCURACY RESEARCH BASED ON UNMANNED AERIAL SURVEY DATA// Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLIII-B3-2020, 1347–1352. – URL : <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2020-1347-2020>

## TRAINING OF SPECIALISTS IN THE FIELD OF UNMANNED AERIAL SURVEY AND PHOTOGRAMMETRY

V. Kurkov<sup>1\*</sup>, A. Kiseleva<sup>1</sup>

\* vkurkov@inbox.ru

<sup>1</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography

**KEYWORDS:** specialist training, UAV aerial survey, bachelor's degree, further education courses, aerial laser scanning.

**ANNOTATION.** Review of the current state and prospects in the training of specialists in the field of unmanned aerial surveying and photogrammetry.

УДК 528.72

### РЕКТИФИКАЦИЯ СНИМКОВ

Р.М. Хрущ,<sup>1</sup> А.Н. Гринь,<sup>1</sup> А.В. Соловьев,<sup>1\*</sup>

\*Solov19882008@mail.ru

<sup>1</sup>. Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** стереопара, одноимённые точки, идентификация, ректификация, фундаментальная матрица.

**АННОТАЦИЯ.** Описание теории преобразования (ректификации) стереопары общего случая в идеальную стереопару снимков с использованием известной фундаментальной матрицы без использования элементов взаимного ориентирования.

При фотограмметрической обработке снимков, как правило, решается задача определения пространственного положения объектов или их точек по перекрывающимся снимкам. Для этого обычно строится модель местности по двум или многим перекрывающимся снимкам. При построении модели необходимо идентифицировать (отождествлять) и измерять одноимённые (соответственные) точки перекрывающихся снимков.

В современных цифровых технологиях многие процессы автоматизированы, при этом стараются применять самый высокий



уровень автоматизации – автоматический режим. Для автоматического построения модели местности по снимкам необходимо в автоматическом режиме отождествлять соответственные точки перекрывающихся снимков. Если эта задача решена, то автоматическое построение цифровых моделей рельефа (ЦМР), цифровых моделей поверхности (ЦМП), цифровое ортотрансформирование, создание цифровых ортофотопланов и др. становятся тривиальными техническими задачами. Следовательно, главным условием автоматического построения модели местности является автоматическая идентификация одноименных точек снимков.

Известно достаточное количество методов идентификации соответственных точек перекрывающихся снимков, которые составляют три группы методов отождествления соответственных точек снимков, а именно: локальные, полуглобальные и глобальные [1].

В настоящее время в программных комплексах фотограмметрической обработки снимков с автоматическим режимом применяют, как правило, метод полуглобального отождествления Semi-GlobalMatching (SGM), предложенный и разработанный Х. Хиршмюллером (H. Hirschmuller) в 2005 г. [2]. Особенностью этого метода является предварительная ректификация стереопары снимков. В переводах с англоязычных источников это понятие означает преобразование стереопары снимков общего случая в идеальную стереопару. Реализация полуглобального метода идентификации (кстати, как и других методов) одноимённых точек после ректификации снимков существенно упрощается. Однако для ректификации стереопары требуются элементы взаимного ориентирования (ЭВЗО) снимков. Такой способ ректификации (трансформирования стереопары снимков) использовался в нашей стране ещё при разработке первых цифровых технологий [3].

Однако более рациональными являются способы трансформирования стереопары снимков (ректфикации) без ЭВЗО. Способы ректификации снимков без ЭВЗО основываются на аналитическом описании проективных преобразований. Такие способы известны [4,5,6 и др.]. Теоретической основой ректификации

снимков без ЭВЗО являются уравнения компланарности одноимённых проектирующих лучей (условие пересечения одноимённых проектирующих лучей) снимков стереопары в следующем виде:

$$m^T F m' = 0, (1)$$

где  $m = (u_1, v_1, -1)^T$  и  $m' = (u_2, v_2, -1)^T$  – однородные координаты одноимённых точек на левом  $P_1$  и на правом  $P_2$  снимках стереопары соответственно, а  $F$  – фундаментальная матрица

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} \end{bmatrix}, (2)$$

В нашей стране, к сожалению, применение аналитических способов проективных преобразований в фотограмметрических методах обработки снимков мало исследованы. Такие способы впервые были применены в работах западных учёных по компьютерному зрению [7].

В настоящей работе предлагается ректификация без ЭВЗО снимков с использованием *известной фундаментальной матрицы*. Вопрос определения фундаментальной матрицы достаточно исследован и известно несколько алгоритмов её вычисления с применением различного количества соответственных точек. Наиболее распространён восьмиточечный алгоритм, сущность которого заключается в том, что после подстановки в зависимость (1) восьми пар координат соответственных точек образуется система линейных уравнений, из решения которой и находят элементы матрицы  $F$ .

Ректификация стереопары снимков на базе известной фундаментальной матрицы сводится к нахождению преобразований вида

$$Q: I_1 \rightarrow I_1^*, \quad Q': I_2 \rightarrow I_2^*$$

где  $I_1, I_2$  – стереопара исходных снимков;

$I_1^*, I_2^*$  – стереопара снимков после ректификации.

Исходя из приведенных выше преобразований, пары соответственных точек стереопары снимков после ректификации можно представить как  $m^* = Q_1 m$  и  $m'^* = Q' m'$ . Далее покажем аналитический путь, собственно ректификации.

Фундаментальная матрица для идеальной стереопары снимков всегда имеет вид:

$$F^* = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

Следовательно, условие (1) может быть выражено с использованием фундаментальной матрицы (3), но при этом  $Q$  и  $Q'$  должны подчиняться соотношению

$$Q^T F^* Q' = F, \quad (4)$$

Уравнение (4) позволяет определить матрицы  $Q, Q'$ . При этом следует учитывать, что преобразования  $Q, Q'$  переводят эпиполусы (базисные точки) в бесконечность. Это условие определяет структуру матриц  $Q, Q'$ :

$$Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ q_{21} & q_{21} & q_{23} \\ q_{31} & q_{32} & q_{33} \end{bmatrix}, Q' = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ q'_{21} & 1 & 0 \\ q'_{31} & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

С учётом значений матриц  $Q$  и  $Q'$  уравнение (4) примет вид:

$$\begin{bmatrix} q_{31}q'_{21} - q_{21}q'_{31} & q_{31} & -q_{21} \\ q_{32}q'_{21} - q_{22}q'_{31} & q_{32} & -q_{22} \\ q_{33}q'_{21} - q_{23}q'_{31} & q_{33} & -q_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

Из решения уравнения (5) представляется возможным найти матрицы  $Q$  и  $Q'$ , осуществляющие ректификацию. Следовательно, ректификация снимков без элементов взаимного ориентирования *на базе предварительно вычисленной фундаментальной матрицы вполне реализуема*. Однако следует отметить, что такое преобразование не является ортогональным, а это неизбежно приводит к метрическим искажениям ректифицированных снимков – уничтожаются имевшиеся на исходных снимках пиксели или появляются новые, что вызывает погрешности последующего отождествления одноимённых точек. Поэтому возникает задача минимизации метрических искажений при ректификации. Имеется несколько путей решения данной задачи, в том числе и один из способов предложен нами в статье, опубликованной в 2018 г. [8].

Предложенный и разработанный способ преобразования снимков в идеальную стереопару требует меньше вычислительных ресурсов по

сравнению с известными способами и реализуется на практике в автоматическом режиме. Поэтому является более оперативным, что в отдельных случаях имеет существенное значение. К тому же предложенный способ позволяет аналитически описать минимизацию искажений при ректификации за счёт особым образом построенных матриц  $Q$  и  $Q'$ . Однако это уже дугой вопрос, который может быть представлен отдельным решением.

### Литература

1. Михайлов, А.П., Чибуничев, А.Г. Фотограмметрия: Учебник для вузов / Под общ. ред. А. Г. Чибуничева – М. : Изд-во МИИГАиК, 2016. – 294 с.

2. Hirschmuller, H. Accurate and efficient stereo processing by semi-global matching and mutual information // IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition. San Diego, California, USA, 2005, V. 2. - P. 807–814

3. Романов, В.С., Мышляев, В. А., Куликов В.И. Взаимное трансформирование стереопары фотоснимков при автоматической съемке рельефа// Геодезия и картография. - 1987. – №9. – С. 27–29

4. Ayache, N. Artificial Vision for Mobile Robots: Stereo Vision and Multisensory Perception, chapter 3. The MIT Press, 1991

5. Hartley, R. and Gupta, R. Computing matched-epipolar projections. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pages 549-555, 1993

6. Fusiello, A., Trucco, E. and Verri, A. Rectification with unconstrained stereo geometry. In A. F. Clark, editor, Proceedings of the British Machine Vision Conference, pages 400-409. BMVA Press, September 1997

7. Хрущ, Р. М., Занько, Ю. И., Гринь, А. Н., Соловьев, А. В. Эволюция применения геометрических преобразований в фотограмметрии// Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2019. – Т. 63. – №1.– С. 60-68

8. Хрущ, Р.М., Гринь, А.Н., Соловьев, А.В. Минимизация метрических искажений снимков стереопары в процессе ректификации// Информация и космос. - 2018. – №4. - С.116-120

## RECTIFICATION OF IMAGES

R.M. Khrushch<sup>1</sup>, A.N. Grin,<sup>1</sup> A.V. Solovyov,<sup>1\*</sup>

\*Solov19882008@mail.ru

<sup>1</sup>A.F. Mozhaysky Military-Space Academy, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** stereopair, points of the same name, identification, rectification, fundamental matrix.

**ANNOTATION.** Description of the theory of transformation (rectification) of a stereopair of a general case into an ideal stereopair of images using a known fundamental matrix without using elements of relative orientation.

УДК 528.7

## БЕСПИЛОТНОЕ ВОЗДУШНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ

П.П. Куклина<sup>1\*</sup>, А.А. Качукова<sup>1</sup>, Е.В. Кварацхелия<sup>1</sup>, Е.И. Песня<sup>1</sup>, Д.П. Бляхарский<sup>1,2</sup>

\*polinakuk00@gmail.com

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> ООО «Геоскан», Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** воздушное лазерное сканирование, беспилотный летательный аппарат, цифровая модель рельефа, аэрофотосъемка

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрена технология воздушного лазерного сканирования с использованием беспилотного летательного аппарата. Приведена общая технология работ, выделены преимущества и произведена оценка точности.

В результате развития технологий изменились не только требования к картографическому обеспечению проектно-изыскательных работ, но увеличились и ожидания к исходным материалам, результатам геодезических съемок. Эти ожидания

закключаются в уменьшении временных, трудовых, материальных затрат, а также в получении высокоточных данных.

Использование технологии беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для проведения аэросъемочных работ приобрело высокую популярность в последние десятилетия, во многом благодаря своей экономической целесообразности. Это коснулось и воздушного лазерного сканирования (ВЛС). Интеграция этих технологий – беспилотных аэрофотосъемки (АФС) и ВЛС только набирает популярность, но уже является многообещающей [1].

Для решения различных производственных задач часто нет необходимости в съемке внушительных по площади территорий. Пилотируемая съемка предполагает долговременную и затратную подготовку, аренду пилотируемого летательного судна для аэросъемочных работ с квалифицированным пилотом, монтаж аппаратуры. Съемка с использованием беспилотных летательных аппаратов в этом отношении более мобильна и требует меньше затрат. Нет необходимости в аэродроме, взлетно-посадочной полосе, средняя стоимость летательного судна и съемочной техники ниже, а вся система легко транспортируется. Так, себестоимость съемки небольших территорий ниже при использовании БПЛА.

В сравнении с АФС технология воздушного лазерного сканирования имеет весомое преимущество – она дает возможность проникнуть под полог растительности, чтобы иметь представление о деталях рельефа даже в залесенной местности. Лучшим решением является совместное использование сканера и камеры.

Для детального изучения воздушного лазерного сканирования с беспилотного летательного аппарата были выполнены 5 полетов в Тосненском районе Ленинградской области комплексом «Геоскан 401» с установленным лазерным сканером АГМ-МС1 и аэрофотокамерой Sony A6000 20 мм. На территории съемки протекают реки Тосна и Саблинка, имеющие каньоно-образную долину, перепад высот около 40 м, присутствуют различные формы рельефа, древесный покров, застройка сельского типа. Полеты проводились на высоте - 150 м.

В ходе полевых работ было обнаружено, что для увеличения производительности ВЛС аэрофотосъемку необходимо проводить отдельно от ВЛС, используя другой БПЛА, так как поперечное перекрытие при воздушном лазерном сканировании в среднем 20%, а для беспилотной АФС рекомендуется 50% [2].

Важным этапом ВЛС являются камеральные работы, можно выделить обработку траектории, работу с точками лазерных отражений (ТЛО) и фотограмметрическую обработку. Фотограмметрическая обработка проводилась в ПО Agisoft MetaShape, в результате был получен ортофотоплан.

Система воздушного лазерного сканирования включает в себя инерциальную навигационную систему (ИНС) и глобальную навигационную спутниковую систему (ГНСС). Благодаря этому навигационному комплексу можно получить точную траекторию, узнать местоположение БПЛА в каждый момент времени. Обработка данных проводилась в двух программных обеспечениях (ПО): Novatel Inertial Explorer и AGM PosWorks Web.

Ход работ в ПО – схож, включает в себя подготовку данных, расчет траектории полета, комплексную обработку данных ИНС и траектории, оценку результатов расчета. Важно отметить, что функционал Inertial Explorer шире, больше возможностей влияния на параметры, изменения настроек. AGM PosWorks Web – это программное обеспечение, подходящее исключительно для сканеров компании AGM Systems, которое вполне отвечает базовым потребностям в обработке.

После обработки траектории полета и данных ИНС происходит создание облака точек в пространственной системе координат. В дальнейшем проводится работа с облаками точек: обрезка, классификация, трансформирование и другие. Для работы с ТЛО есть инструменты в некоторых ГИС – ArcGIS, QGIS, Global Mapper, но больший функционал у специализированных ПО. Одним из самых популярных и лучших считается семейство модулей TerraSolid, в качестве платформы для приложений используется программный продукт MicroStation компании Bentley Systems.

Данные 5 полетов были добавлены в ПО TerraSolid, произведена обрезка перекрытий. Классификация проводилась в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах. В результате были выделены такие классы точек «Шум», «Земля», «Низкая, Средняя, Высокая растительность», «Здания». Средняя плотность облака точек составила 60 т/м<sup>2</sup>, точек земли – 1,7 т/м<sup>2</sup>. По классифицированным облакам точек можно построить цифровые модели местности и рельефа (ЦММ, ЦМР), построить горизонталы, а также произвести векторизацию.

Оценка точности результатов воздушного лазерного сканирования проводилась по 28 точкам, которые были определены методами спутниковой геодезии в режиме RTK. Среднеквадратичное отклонение по высоте составило – 0,19 м.

### **Литература**

1. Медведев, Е.М., Мельников, С.Р., Середович, В.А. Состояние и перспективы развития воздушного и наземного лазерного сканирования в России / Интерэкспо Гео-Сибирь. - 2006. - №1. URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-vozdushnogo-i-nazemnogo-lazernogo-skanirovaniya-v-rossii> (дата обращения: 20.09.2021)

2. Курков, В.М., Бляхарский, Д.П., Флоринский, И.В. Применение беспилотной аэрофотосъемки для геоморфометрического моделирования / Известия высших учебных заведений «Геодезия и аэрофотосъемка». – М., 2016 . – Т. 60. - № 6. - С. 69-77

### **UNMANNED AIRBORNE LASER SCANNING**

P. Kuklina<sup>1\*</sup>, A. Kachukova<sup>1</sup>, E. Kvaracheliya<sup>1</sup>, E. Pesnya<sup>1</sup>,  
D. Bliakharskii<sup>1,2</sup>

\*polinakuk00@gmail.com

<sup>1</sup> Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

<sup>2</sup> LLC «Geoscan», Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** airborne laser scanning, unmanned aerial vehicle, digital elevation models, laser reflection point, aerial photography



**ANNOTATION.** The article reviews how the airborne laser scanning with unmanned aerial vehicles works. The general technology of works is represented, the advantages are highlighted and the accuracy is evaluated.

УДК 528.7

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА КРАЕВОЙ ЧАСТИ  
ВЫВОДНОГО ЛЕДНИКА ДОЛК (ЗАЛИВ ПРЮДС, ВОСТОЧНАЯ  
АНТАРКТИДА) ПО ДАННЫМ БЕСПИЛОТНЫХ  
АЭРОФОТОСЪЕМОК**

Т.Н. Скрыпицына<sup>1\*</sup>, В.Г. Захаров<sup>2</sup>, А.С. Киселева<sup>1</sup>, Д.П. Бляхарский<sup>3</sup>,  
Г. Цяо<sup>4</sup>, С. Юань<sup>4</sup>, И.В. Флоринский<sup>5</sup>  
\*mola\_mola@rambler.ru

<sup>1</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии,  
Москва, Россия

<sup>2</sup> Геологический институт РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-  
Петербург, Россия

<sup>4</sup> Университет Тунцзи, Шанхай, Китай

<sup>5</sup> Институт математических проблем биологии РАН – филиал  
Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Пущино,  
Россия

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** беспилотные воздушные суда, фотограмметрия, геоморфометрия, цифровая модель рельефа, поверхность ледника, рельеф.

**АННОТАЦИЯ.** Исследование посвящено изучению изменений края и рельефа поверхности выводного ледника Долк (Восточная Антарктида), которые, являются объективными индикаторами изменений циркуляционных и климатических условий у антарктических побережий. В работе представлены данные, полученные с помощью беспилотных воздушных судов для моделирования рельефа поверхности ледника Долк и получения характеристик его движения, положений края и высоты поверхности с большой точностью.

## **Введение**

Состояние ледникового покрова Антарктиды и его реакция на циркуляционные процессы, происходящие в океане и атмосфере, оцениваются по его размерам и изменениям положения края антарктических ледников [1]. В представленной работе обсуждаются результаты применения данных, полученных с беспилотных воздушных судов (БВС), для моделирования рельефа поверхности ледников в Антарктиде с целью анализа и оценки динамики их состояния. Исследования и беспилотная аэрофотосъемка проводились российско-китайским научным коллективом на востоке низкорослого оазиса холмы Ларсеманн в краевой части выводного ледника Долк (Восточная Антарктида). Приливный выводной ледник Долк впадает в юго-восточную часть залива Прюдс берега Ингрид Кристенсен. Длина ледника составляет 15 км, высота поверхности колеблется от 50 м до 140 м над у. м.

Участок исследований площадью 2,8 км<sup>2</sup> располагался в краевой части выводного ледника Долк, на котором были произведены беспилотные аэрофотосъемки: российские – в полевой сезон 2016–2017 гг.; китайские – в полевой сезон 2018–2019 гг.

Такой набор данных используется для изучения данного региона впервые.

### **Аэрофотосъемка**

Аэрофотосъемка проводилась БВС Геоскан 201 Геодезия 20 января и 9 февраля 2017 года. БВС оснащен модемом для телеметрической связи с наземным пультом управления с портативного компьютера (GCS), цифровой камерой Sony DSC-RX1 видимого диапазона с полевой калибровкой и камерой Carl Zeiss Vario Sonnar. Для определения координат центров проекции снимков (КЦП) использовался приемник GNSS Topcon b110 (GPS / ГЛОНАСС, L1 / L2). Точность синхронизации камеры и приемника GNSS составляет 1 мс, что позволяет определять КЦП снимков с планиметрической и вертикальной точностью до 2 см и 3–4 см, соответственно [2].

Китайская беспилотная аэрофотосъемка проводилась 14 января 2019 года БВС коптерного типа DJI Phantom 4 RTK. Управление квадрокоптером осуществлялось по радиоканалу с помощью пульта

дистанционного управления. Съемка проводилась штатной камерой с центральным механическим затвором и фокусным расстоянием 8.8 мм. Определение координат центров фотографирования осуществлялось в режиме RTK (Real Time Kinematic) от установленной в зоне полета мобильной станции DJI D-RTK2, которая в режиме реального времени осуществляет передачу поправок на борт квадрокоптера.

### **Фотограмметрическая обработка**

Камеральная фотограмметрическая обработка всех трех проектов осуществлялась в программном обеспечении российского производства Agisoft Metashape Professional.

Первый блок (от 20 января 2017) уравнивался только по высокоточным центрам проекции снимков. Средне квадратическая ошибка (СКО) фототриангуляции составила 0,05 м в плане, 0,06 м по высоте. Чтобы минимизировать систематические ошибки, возникающие при фототриангуляции только по координатам центров проекции, при фотограмметрической обработке более поздних блоков в качестве геодезического обоснования было решено использовать координаты твердых контуров, измеренные в первом проекте. СКО фототриангуляции второго блока (от 9 февраля 2017) составила 0,04 м в плане и 0,02 м по высоте на опорных точках и 0,012 м в плане, 0,36 м по высоте на контрольных измерениях; СКО фототриангуляции третьего блока (от 14 января 2019) составила 0,11 м в плане и 0,17 м по высоте на опорных точках и 0,05 м в плане, 0,23 м по высоте на контрольных измерениях

Для исследований были выделены два участка: первый участок ледника покрывался съемками 20 января 2017 и 14 января 2019, его размеры составили 2000 × 1400 м. Второй – общий для трех съемок – имел размеры 825 × 950 м.

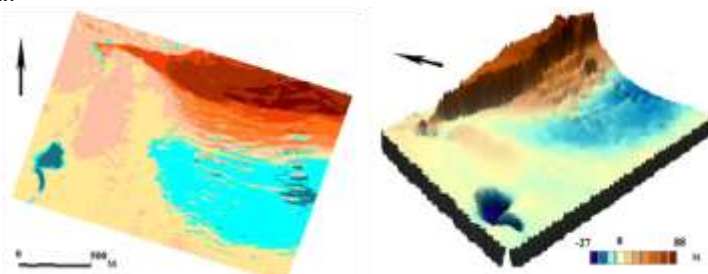
На эти участки были построены цифровые модели поверхности (ЦМП) с пространственным разрешением 0,5 м и ортофотопланы с пространственным разрешением 0,2 м.

### **Результаты и обсуждение**

Для того, чтобы оценить двухлетние изменения рельефа ледника Долк, скорость и характер смещения (подвижек) его фронта, все

полученные данные были экспортированы в геоинформационную систему QGIS в системе координат WGS 84 UTM 43S.

Общая картина вертикальных смещений путем вычитания ЦМП 2019 года из ЦМП 2017 г. На карте (рис.) в цветовой шкале отображены разности высот двух поверхностей ледника, которые возникли в результате подвижки в виде карты разности (а) и трехмерной модели (б). Голубой цвет – область оттока льда к краю ледника, Оранжевый и коричневый – область привноса льда к краю ледника.



*Рисунок. Визуализация вертикальных изменений ледника Долк за период с 2017 года по 2019 год. В левом нижнем углу провал, произошедший 30 января 2017 г.*

Горизонтальная подвижка была определена путем дешифрирования идентичных элементов трещин по ортофотопланам и ЦМП 2017 и 2019 годов. Координаты точек измерялись по ортофотоплану, а высоты по ЦМР. Всего уверенно удалось опознать 14 точек. Средняя подвижка составила 423 м.

Утром 30 января 2017 у скал левого борта ледника Долк произошло внезапное обрушение льда и появление крупного осушенного провала – широкой и глубокой впадины на поверхности льда с координатами 69°23'58" ю.ш., 76°24'49" в.д. Это событие привлекло внимание ученых [3–6]. Поэтому далее мы исследовали совместно два процесса: подвижку ледника и образование провала. Были проведены продольные и поперечные профили в разных частях исследуемых участка, которые позволили уточнить ледниковые подвижки; характер нарастания ледовой массы; определены

изменения рельефа поверхности и скорости движения разных частей ледника. Эти данные позволили дать объяснение причинам появления провалов у скал западного борта ледника: при ледниковых подвижках происходило растяжение тела ледника с понижением поверхности и образованием свежих зон трещин. Через такие зоны растяжения происходил спуск воды внутрь ледника Долк, вследствие чего на поверхности проявлялись провалы подледных озер.

Таким образом, по результатам трех беспилотных аэрофотосъемок – 20 января и 9 февраля 2017 (Россия) и 14 января 2019 (Китай) – были данные, которые, позволили получить более полную и наглядную картину пространственно-временной динамики ледника Долк. В результате наших исследований была выявлена подвижка ледника Долк и высказано предположение о гляциотектонической и циркуляционной причинах спуска воды из двух прискальных подледных озер, обрушению линз их ледяных сводов и образованию в 2017 году глубоких осушенных провалов.

### **Благодарности**

Работа выполнена при поддержке РФФИ и ГФЕН Китая, гранты № 20-51-53016 и № 42011530088

### **Литература**

1. Захаров, В.Г. Колебания ледников Антарктиды. — М. : Аккоринформиздат. — 1994. — 128 с.
2. Florinsky, I.V., Skrypitsyna, T.N., Bliakharskii, D.P., Ishalina, O.T., Kiseleva, A.S. Towards the modeling of glacier microtopography using high-resolution data from unmanned aerial survey // *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* — 2020. — V. XLIII-B2-2020. — P. 1065–1071
4. Попов, С.В., Боронина, А.С., Пряхина, Г.В., Григорьева, С.Д., Суханова, А.А., Тюрин, С.В. Прорывы ледниковых и подледниковых озер в районе холмов Ларсеманн (Восточная Антарктида) в 2017–2018 гг. // *Геориск.* - 2018. — Т. 12. - № 3. — С. 56–67
5. Li, T., Zhang, B., Xiao, W., Cheng, X., Li, Z., Zhao, J. UAV-Based photogrammetry and LiDAR for the characterization of ice morphology evolution // *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing.* - 2020. — Т. 13. — С. 4188 – 4199

6. Boronina, A., Popov, S., Pryakhina, G., Chetverova, A., Ryzhova, E., Grigoreva, S. Formation of a large ice depression on Dǎlk Glacier (Larsemann Hills, East Antarctica) caused by the rapid drainage of an englacial cavity // Journal of Glaciology. - 2021. doi:10.1017/jog.2021.58

**INVESTIGATING CHANGES IN THE TOPOGRAPHY OF THE MARGIN OF THE DǎLK OUTLET GLACIER (PRYDZ BAY, EAST ANTARCTICA) FROM UNMANNED AERIAL SURVEY DATA**

T.N. Skrypitsyna<sup>1\*</sup>, V.G. Zakharov<sup>2</sup>, A.S. Kiseleva<sup>1</sup>, D.P. Bliakharskii<sup>3</sup>,  
G. Qiao<sup>4</sup>, X. Yuan<sup>4</sup>, I.V. Florinsky<sup>5</sup>

\* *mola\_mola@rambler.ru*

<sup>1</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Saint Petersburg University, St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup> Tongji University, Shanghai, China

<sup>5</sup> Institute of Mathematical Problems of Biology, Keldysh Institute of Applied Mathematics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

**KEY WORDS:** UAS, photogrammetry, geomorphometry, digital elevation model, glacier surface, topography.

**ANNOTATION.** The study is devoted to investigating changes in the margin and surface topography of the Dǎlk Outlet Glacier (East Antarctica), which are objective indicators of changes in the circulation and climatic conditions near the Antarctic coasts. This paper presents data obtained using unmanned air vehicles to model the surface topography of the Dǎlk Outlet Glacier and obtain its motion characteristics, edge positions and surface elevations with great accuracy.

**Acknowledgements**

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research and National Natural Science Foundation of China, grants ## 20-51-53016 and 42011530088.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА С  
ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЗДУШНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И  
ДАННЫХ ГНСС В ДОЛИНЕ Р. ПРОТВА**

Белая Н.И.<sup>1</sup>, Воскресенский И.С.<sup>1</sup>, Сучилин А.А.<sup>1\*</sup>, Ушакова Л.А.<sup>1</sup>,  
Шафоростов В.М.<sup>1</sup>, Энтин А.Л.<sup>1</sup>  
\*asuhov308@gmail.com

<sup>1</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г.  
Москва, Россия

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** беспилотные летательные аппараты (БЛА), глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), референц-станция, оползневой склон.

**АННОТАЦИЯ.** В предложенном исследовании по материалам съёмки участка склона в долине р. Протвы (бассейн Верхней Оки) беспилотным летательным аппаратом (БЛА) с высоты 40–45 м. и с использованием высокоточного мобильного комплекса ГНСС составлена цифровая модель рельефа. Дистанционное зондирование сопровождается с анализом архивных материалов аэрофотосъёмки и геоморфологическим обследованием. Морфология исследуемого оползневого склона оформилась в результате «сплыва» мелких блоков покровных отложений и их аккумуляции у его подножья.

**Введение**

Полевые исследования проводились на правом борту долины р. Протвы сотрудниками географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. В процессе работы был изучен оползневой склон, находящийся в непосредственной близости от жилых домов села Беницы, построек сельскохозяйственного предприятия, действующей церкви с фундаментами прежних церковных построек, в том числе X века (рис. 1). Регулярный мониторинг состояния оползневого склона актуален для безопасности этих построек.

Для детального исследования была выбрана область оползневого склона, на которой в июне 2017 г. произошло оползание участка площадью 327,3 м<sup>2</sup>. На участке оползания проведено дистанционное

зондирование с одновременным наземным изучением рельефа склона и оползневого тела. Его размеры составляют по линии юг-север 28,3 м, по линии запад-восток 14,2 м. При обработке данных использовались данные буровых скважин учебного полигона МГУ имени М.В. Ломоносова [1].

### Методика исследования

Исследование производилось с применением БЛА и высокоточного мобильного комплекса ГНСС «Leica Viva».

Архивные материалы дистанционного зондирования: космические и аэрофотоснимки 1951 – 2011 гг. отражающие рельеф склона в предшествующие годы позволили установить отсутствие морфологических признаков, указывающих на процесс оползания (трещины, микротеррасы и т.д.).

Методика натурного исследования заключалась в описании поверхности естественного склона, не подвергшегося оползанию, описании «оползневого тела», рыхлых отложений, выходящих на дневную поверхность, и выход грунтовых вод (родник).



*Рисунок 1. «Сырой» снимок участка, полученный с БЛА «DJI Phantom» (внизу на врезке: перспективные снимки участка)*



Съёмка участка проводилась 19.06.2017 г. в 15.00-16.00 по местному времени с помощью БЛА «DJI Phantom» с высоты 40–45 м стандартной камерой указанного аппарата. Фокусное расстояние камеры составляет 3,61 мм, угол обзора— 94°. Съёмка осложнялась погодными условиями: яркое освещение и тени от элементов местности (деревьев и кустов) закрывали часть территории съёмки.

БЛА «DJI Phantom» управляется при помощи пульта и/или мобильного устройства, с дополнительными функциями управления полётом, что упрощает работу. Например, БЛА может осуществлять полёт по заранее спланированным поворотным точкам, интегрированным в память БЛА (программное обеспечение «DroneDeploy» или «Pix4D»), производя фотографирование с заданной периодичностью или через определённое расстояние. В совокупности это позволяет осуществлять аэрофотосъёмку с БЛА практически в автоматическом режиме. Всего на участке было сделано 58 снимков с продольным и поперчным перекрытием 80%.

В целях геопространственной фиксации материалов воздушного зондирования и минимизации искажений цифровых материалов БЛА, учитывая невысокую точность штатной навигационной системы БЛА, по периметру и в центре исследуемого участка были размещены пять опорных знаков локальной геодезической сети.

Для определения плановых координат опорных знаков, которые однозначно дешифрируются на снимках БЛА, использовался высокоточный мобильный комплекс ГНСС «Leica Viva». Измерения проводились в режиме «статика», после чего полученные накопления мобильного комплекса были уравнены относительно ближайших референц-станции ГНСС, включая референц-станций географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Назначение референц-станции ГНСС – обеспечение дифференциальными поправками пользователей мобильных комплексов ГНСС в рамках полевых исследований (например, профилирование, съёмка рельефа, планировка участка исследований, измерений локальных или площадных природных явлений и т.п.), Антенна референц-станции одновременно принимает сигналы действующих спутниковых группировок «ГЛОНАСС/GPS». Аппаратная часть станции состоит из

модулей швейцарской компании «Leica GeoSystems». После уравнивания измерений, которое проводилось в программном продукте «LeicaGeoOffice»(LGO), была получена сантиметровая точность координат знаков опорной сети.

В результате уравнивания накопленных измерений на опорных знаках относительно референц-станций ГНСС, были рассчитаны их высокоточные координаты в системе координат WGS84 для участка исследований. Вычисленные координаты послужили для трансформации цифровых материалов зондирования БЛА в принятую систему координат, что позволило интегрировать снимки в геоинформационную часть проекта отдельными слоями и проводить необходимое моделирование (профилирование, расчёт объёмов и т.п.).

Материалы аэрофотосъёмки были обработаны фотограмметрическим способом с использованием наземных опорных знаков при помощи автоматического коррелятора. Эта методика в современной литературе называется «построение трёхмерной модели по набору изображений» (Structure from Motion - SfM) и активно применяется как для качественных [2], так и для количественных оценок состояния и динамики рельефа [3]. Были рассчитаны связующие точки для стереопар снимков, а затем сформировано «плотное облако» точек, покрывающее территории снимаемых объектов. Для исследуемого участка «облако точек» составило - 7300 точек/м<sup>2</sup> (73 точки на каждый квадратный дециметр). Иными словами, были сформированы цифровые модели местности (ЦММ), представляющие данные о высотах исследуемых участков, включая кустарники, деревья, строения и другие высотные объекты.

К полученным плотным облакам была применена операция классификации для извлечения точек, описывающих поверхность рельефа, и удаления точек, соответствующих относительно высоким объектам на поверхности (деревьям, кустарникам и т.п.). Эта операция необходима для корректного построения цифровой модели рельефа (ЦМР), т.к. травяной покров на исследуемом участке в общем и целом отражает изменения рельефа, а высоты деревьев и кустарников могут вносить сильные искажения в поле высот. Данная операция позволила сократить плотность «облака» точек примерно вдвое (40 точек/дм<sup>2</sup> для

участка). Цифровая модель (в растровой форме) была получена непосредственно из «облака точек» путём триангуляции с линейной интерполяцией. На основе ЦМР были построены горизонталы и различные производные модели участка.

### Результаты исследования

Оползание захватило фрагмент крутого склона долины около 8 м относительной высоты. Ширина фрагмента участка достигает 10-12 м (рис.2). С боковых сторон он ограничен уступами с относительной высотой не менее 1 м, а с внешней фронтальной стороны - валом из дерновых блоков.

Фрагмент оползневого склона формировался в результате «сплыва» блоков дернины и их «разрушения». При оползании они скапливались у подножья склона. Предполагается, что оползание происходило при насыщении отложений в пределах склона грунтовыми водами. Выполненное исследование позволяет предположить дальнейшее увеличение площади фрагмента склона, охваченного современным процессом оползания.

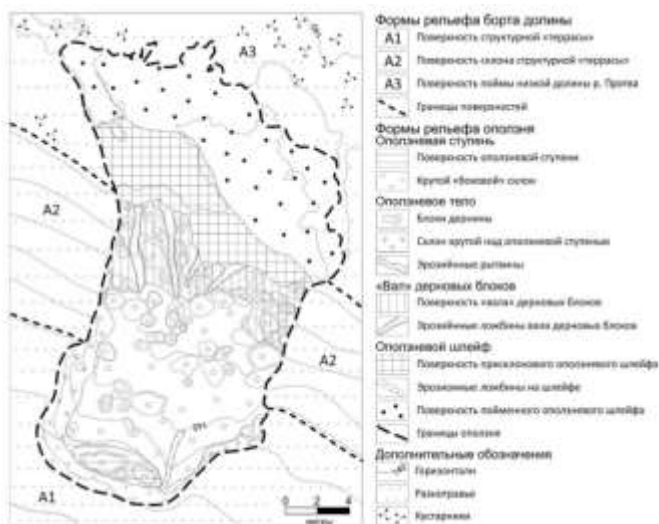


Рисунок 2. Геоморфологическая схема фрагмента оползневого склона долины р. Протва)

## **Выводы**

1. Методика изучения оползневого склона включает: анализ ранее изданных картографических источников и материалов аэрокосмической съёмки, дистанционное зондирование с использованием БЛА и локальной геодезической сети.

2. Комплексное применение современных методов дистанционного и натурного обследования позволяет выявлять основные черты и особенности морфологии формирующихся в настоящее время оползневых склонов в долине р. Протва.

## **Литература**

1. Алешинская, З.В., Ананьева, Э.Г., Антонов, С.И., Болысов, С.И., Борсук, О.А., Беркович К.М., Голосов В.Н., Рычагов Г.И., Судакова Н.Г. Строение и история развития долины р. Протвы, под ред. Г.И. Рычагова, С.И. Антонова. Издательство Московского университета, М. – 1996

2. Курков, В.М., Бляхарский, Д.П., Флоринский, И.В. Применение беспилотной аэрофотосъёмки для геоморфометрического моделирования // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2016. – Т. 60, № 6. – С. 69-77

3. Carbonneau, P.E., Dietrich, J.T. Cost-effective non-metric photogrammetry from consumer-grade sUAS: implications for direct georeferencing of structure from motion photogrammetry // Earth Surface Processes and Landforms. – 2017. - Vol. 42, issue 3. – PP. 473-486

## **LANDSLEND STUDY USING AIR SENSING AND GNSS DATA IN THE R. PROTVA VALLEY**

Belay N.I.<sup>1</sup>, Voskresensky I.S.<sup>1</sup>, Suchilin A.A.<sup>1\*</sup>, Ushakova L.A.<sup>1</sup>,  
Shaforostov V.M.<sup>1</sup>, Entin A.L.<sup>1</sup>

\*asuhov308@gmail.com

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Russia,  
Moscow

**KEYWORDS:** Unmanned Aerial Vehicles (UAV); Global navigation satellite system (GNSS); Geoinformation system (GIS); differential geodetic station; slope.

**ANNOTATION.** In the proposed study based on the materials of the survey of a section of the slope in the valley of the river. Protva (Upper Oka basin), an unmanned aerial vehicle (UAV) from a height of 40–45 m and using a high-precision mobile GNSS complex compiled a digital elevation model. Remote sensing is accompanied by the analysis of archival aerial photography and geomorphological survey. The morphology of the studied landslide slope was formed as a result of the "float" of small blocks of cover sediments and their accumulation at its foot.

УДК 528.01/.06

**МЕТОДИКА УТОЧНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА  
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЛИДАРНЫХ СЪЕМОК**

Е.О. Валькова<sup>1\*</sup>, В.А. Вальков<sup>1</sup>, К.П. Виноградов<sup>1,2</sup>

\*Valkova\_EO@pers.spmi.ru

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский горный университет, Российская Федерация,  
Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Российская  
Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** лазерное сканирование, TIN-модель, точки лазерных отражений, ключевые точки рельефа.

**АННОТАЦИЯ.** Статья посвящена вопросам создания цифровых моделей рельефа (ЦМР) по данным лидарных съемок. Рассмотрена проблема возникновения неоднозначности при построении цифровой модели рельефа (TIN) по данным классификации точек лазерных отражений - ключевым точкам модели. Предлагаются подходы для уточнения структуры треугольников ЦМР по методу наименьших квадратов с использованием избыточных данных: всех точек «земли», не вошедших в множество ключевых точек.

Технологии лазерного сканирования сегодня широко внедрены в процесс топографо-геодезических работ во всем мире. Причиной является быстрое определение пространственных координат множества точек поверхности объекта съемки в автоматическом режиме. Лазерные сканеры (лидары) традиционно разделяют на

воздушные, наземные и мобильные. Выбор той или иной технологии применительно к последующему моделированию рельефа, объясняется целью работ, масштабом съемки, требованиями к точности и детальности, а также финансовой целесообразностью.

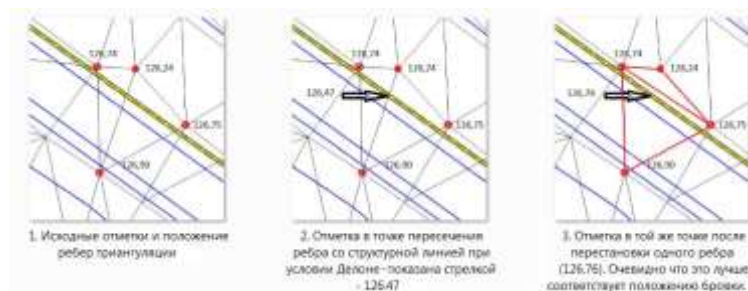
Как известно, точки и структуры рельефа, традиционно отображаемые на топографической съемке, носят избирательный характер, основанный на достаточном минимализме. Облака точек лазерных отражений (ТЛО), напротив, крайне избыточны, чем компенсируют свой «неизбирательный» характер. Эта избыточность косвенным образом повышает также точность моделей, создаваемых оператором по облаку точек.

Важнейшим этапом обработки данных лазерного сканирования при моделировании рельефа является геометрическое выделение точек класса «земли» (ground). Число этих точек обычно сильно избыточно, поэтому для дальнейшего использования оставляют лишь «ключевые точки» (обозначаются как key points, model key points, точки модели и др.) – некое подмножество точек из множества точек «земли». Для их определения задается величина допустимого расхождения между двумя вариантами моделей рельефа (на основе подмножества и всего множества точек). Обычно величина допуска лежит в пределах точности сканерной съемки или определяется требованием к точности ЦМР. На примере данных воздушного лазерного сканирования такая точность может быть установлена в 15 см., при этом число «ключевых точек» будет составлять менее 5% от числа класса «Ground».

Общепринятая производственная методика создания ЦМР основана на автоматическом построении триангуляции Делоне по ключевым точкам рельефа. В этот момент дискретная точечная модель превращается в непрерывную поверхностную, вследствие чего могут возникнуть ошибки. Далее ЦМР может редактироваться вручную: часть вершин удаляется, добавляются проведенные вручную структурные линии и урез воды, переставляются ребра соседних треугольников и т.д.

При этом автоматический этап построения поверхности не учитывает избыточные данные, а именно точки «земли», которые не

вошли в множество ключевых точек. При соблюдении условия Делоне (стремление к равносторонним треугольникам) ребро может проходить под значительным углом к естественной или искусственной структурной линии рельефа, пусть и не выраженной на местности. Яркий пример показан на рисунке 1: ребро триангуляции пересекает бровку насыпи грунтовой дороги (желтая линия). Поэтому поверхность содержит значительную ошибку по высоте. Это также хорошо видно по форме горизонталей представленного участка.



*Рисунок 1. Нарушение модели рельефа (сверху) и результат перестановки ребра в триангуляции (ниже)*

Ручная работа по редактированию поверхности перестановкой ребер требует значительного времени. Очевидно, что исправить абсолютно все треугольники практически невозможно.

Нами предложен метод автоматического уточнения триангуляции по методу наименьших квадратов. Для реализации описанной идеи были задействованы положения аналитической геометрии с использованием барицентрических координат. Для тестирования алгоритма составлена программа на языке Python, включающая следующие возможности:

1. Импорт ТЛО классов «Земля» и «Ключевые точки».
2. Создание триангуляции Делоне по ТЛО класса «Ключевые точки».
3. Для каждой пары треугольников:
  - Определение высот ТЛО класса «Земля» в проекции для всех соседних треугольников;
  - Определение высот ТЛО класса «Земля» в проекции для новых треугольников с учетом перестановки общего ребра;
  - Сравнение высот ТЛО класса «Земля» с высотами в проекции для двух предварительных решений с получением отклонений  $dz$  для каждой точки;
  - Использование решения, при котором сумма квадратов  $dz$  минимальна.
  - Повторная проверка 4-х соседних треугольников, возвращение к шагу 3.

Практическое применение предложенных идей было апробировано на реальных данных, полученных в ходе воздушного лазерного сканирования участка изысканий веломаршрута Москва-Санкт-Петербург.

## **METHODOLOGY FOR REFINING DIGITAL RELIEF MODELS BASED ON LIDAR SURVEYS**

E.O. Valkova<sup>1</sup>, V.A. Valkov<sup>1</sup>, K.P. Vinogradov<sup>1,2</sup>

\*Valkova\_EO@pers.spmi.ru

<sup>1</sup> Saint-Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint Petersburg

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** laser scanning, TIN-model, laser reflection points, Relief Key Points.



**ANNOTATION.** The article is devoted to the issues of creating digital relief models according to lidar surveys. The problem of ambiguity when constructing a digital relief model (TIN) according to the data of classification of laser reflection points - key points of the model is considered. Approaches are proposed to refine the structure of triangles of the digital relief model using the least squares method using redundant data: all points of the "earth" that are not included in many key points.

УДК 528.88

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМОРФОМЕТРИЧЕСКОГО И  
ТЕКСТУРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ  
ОТВЕСНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

О.Т. Ишалина

olya-ishalina@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный университет, Российская  
Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** геоморфометрия, текстурные признаки Харалика, геологические обнажения, БАС.

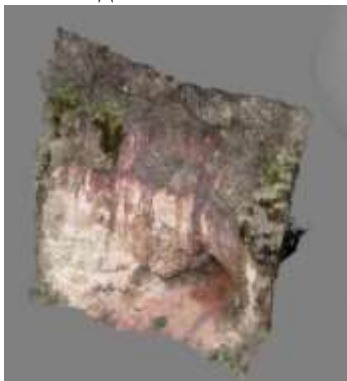
**АННОТАЦИЯ.** Использование беспилотных авиационных систем упрощает моделирование геологических обнажений. Описываются особенности расчета геоморфометрических параметров и текстурных признаков Харалика для отвесных поверхностей на примере Графского обнажения (Саблинский памятник природы).

Моделирование обнажений горных пород повышает качество геологоразведочных работ, а использование в этих целях беспилотных авиационных систем (БАС) позволяет получить информацию безопасным, недорогим и быстрым способом.

В ноябре и декабре 2020 г. была выполнена съемка Графского обнажения с помощью БАС квадрокоптерного типа. Графское обнажение расположено на территории Саблинского памятника природы, на правом берегу р. Тосна, представляет собой крутой уступ, высотой до 20 м, сложенный слабосцементированными светло-серыми кварцевыми песчаниками нижней подсвиты саблинской свиты

среднекембрийского возраста. Обнажение простирается с северо-запада на юго-восток под углом  $41^\circ$  относительно севера.

По результатам аэрофотосъемки построены трехмерные полигональные модели. Качество и точность моделей позволяет выделять и анализировать основные текстурные особенности отложений. Ошибка определения мощности слоя составила не более 2 см, ошибка угла наклона/падения – не более  $1^\circ$ .



*Рисунок 1. Полигональная модель Графского обнажения*

Возможности работы с цифровыми моделями обнажений представляют особый интерес [2]. Цифровые модели обнажений, как и модели рельефа, могут быть нерегулярными в виде плотного облака точек или полигональных моделей и регулярными. Анализ регулярных цифровых моделей местности гораздо проще и разнообразнее [4]. В данной работе рассматривалась применимость геоморфометрического и текстурного анализа для регулярных цифровых моделей обнажений.

Подразумевалось, что модель преобразована следующим образом: ось X направлена вдоль обнажения, высота обнажения – ось Y, а ось Z фиксирует превышения относительно некоторой начальной плоскости, далее «высота».

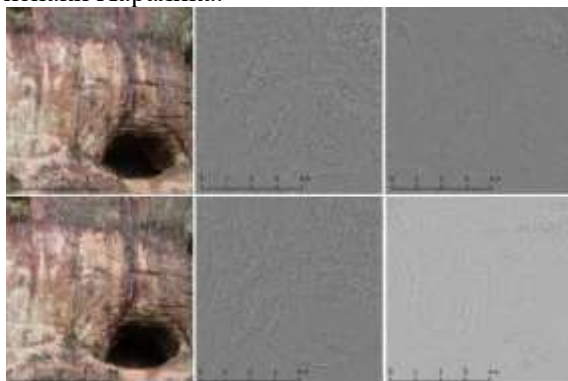
Для изменения положения модели применяются матрицы поворотов:

$$R_x(\alpha) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}, R_y(\varphi) = \begin{pmatrix} \cos \varphi & 0 & \sin \varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \varphi & 0 & \cos \varphi \end{pmatrix}, \quad (1)$$

$$R_z(\gamma) = \begin{pmatrix} \cos \gamma & -\sin \gamma & 0 \\ \sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

где  $R_x(\alpha)$ ,  $R_y(\beta)$ ,  $R_z(\gamma)$ , – матрицы поворота вокруг оси X,Y,Z.  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\beta = 0^\circ$ , угол  $\gamma$  определяется по ориентации геологического обнажения [1].

На основе аэрофотосъемки Графского обнажения были получены регулярные цифровые модели и ортофотопланы с разным углом поворота  $\gamma$  вокруг оси Z (30,41,48,49,50,60). Поскольку ориентация обнажения относительно севера равна  $41^\circ$ , то за самый оптимальный принимался поворот вокруг оси Z на  $49^\circ$ . Разрешение ортофотопланов составило 3 мм, цифровых моделей обнажений – 6 мм. Для каждой модели были рассчитаны горизонтальная и вертикальная кривизна, текстурные признаки Харалика.



*Рисунок 2. Геоморфометрические параметры при разных углах  $\gamma$  моделей*

*Сверху – модель  $\gamma=49^\circ$ , снизу – модель  $\gamma=41^\circ$ . Слева направо ортофотоплан, горизонтальная кривизна, вертикальная кривизна*

При анализе рассчитанных текстурных и геоморфометрических параметров рассматривалось два вопроса. Насколько и каким образом

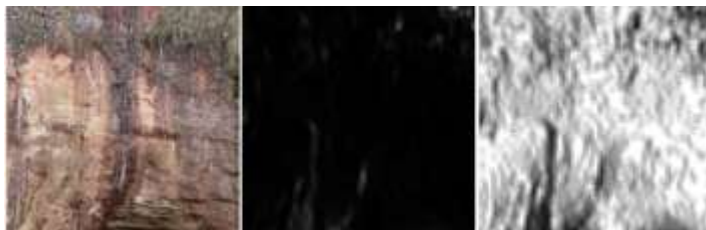
угол поворота вокруг оси  $Z$  влияет на результат, возможно ли применять текстурный анализ для цифровых моделей отвесных поверхностей.

Независимо от угла поворота модели линии экстремальных значений вертикальной и горизонтальной кривизны сохраняют общий рисунок. На моделях с углами поворота  $49^\circ$  и  $41^\circ$  были получены координаты одних и тех линий экстремальных значений вертикальной кривизны и преобразованы в начальную систему координат. Максимальная разница между линиями составила 3.0 см, минимальная 0.014 см. Чем дальше от центра модели, тем больше различие между координатами линий.



*Рисунок 3. Положение линий экстремальных значений вертикальной кривизны и разница между координатами*

«Высота» - непрерывная величина, и при расчете текстурных признаков Харалика значения перекодируются. Поэтому результат расчета сильно зависит от параметров, задаваемых при вычислении [3]. Получение текстурных признаков Харалика оказался возможным только по цифровым моделям с ухудшенным разрешением до 6 см и увеличенным значением «высоты» в 100 раз. Из всех текстурных признаков наиболее показательными оказались контраст, гомогенность, энтропия.



*Рисунок 4. Расчет текстурных признаков Харалика. Слева направо – фрагмент ортофотоплана, контраст, гомогенность*

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что анализ регулярных цифровых моделей отвесных поверхностей расширяет возможности изучения строения геологических обнажений. Это позволяет уточнить геологические характеристики обнажений (мощность слоя, углы падения пластов, условия образования и др.), которые являются аналогами геологической обстановки территории.

Материалы были предоставлены компанией «Газпром нефть».

#### **Литература**

1. Лурье, А.И. Аналитическая механика. – М.: Физматлит, 1961.- 824 с.
2. Шеков, В.А., Иванов, А.А., Крылова, С.А. Цифровая модель обнажения как современный метод исследования геосреды на примере докембрийских комплексов Лахденпохского района // Труды Карельского научного центра РАН. - 2020. - №10 – С. 84-98
3. Hall-Beyer, M. GLCM texture: A tutorial v. 3.0. Calgary, AB: University of Calgary, 2017
4. Hengl, T., Reuter, H.I. (eds). Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science. – 2008. - V.33 – P. 772

## **APPLICATION OF GEOMORPHOMETRIC AND TEXTURE ANALYSIS FOR DIGITAL OUTCROP MODELS**

O. Ishalina

olya-ishalina@yandex.ru

Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** geomorphometry, Haralick texture feature, outcrops, UAV.

**ANNOTATION.** Unmanned aerial systems simplify the modeling of geologic outcrops. The work describes the specificity of calculating morphometric variables and Haralick texture features for steep surfaces.

УДК 622.1: 528.02

**МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ  
МАРКШЕЙДЕРСКИХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ  
ИЗМЕРЕНИЙ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ КВАДРОКОПТЕРОМ**

А.А. Блищенко<sup>1\*</sup>, А.П. Санникова<sup>1</sup>

\* alex.blshchenko@yandex.ru

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** беспилотный летательный аппарат, погрешность результата съёмки, факторы влияния, математический анализ

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрены основные проблемы маркшейдерских фотограмметрических измерений горных объектов, а также описаны факторы, влияющие на погрешность измерений, предложен математический метод их обоснования и анализа.

Беспилотные летательные аппараты всё чаще используются для маркшейдерской съёмки горных объектов, что продиктовано оперативностью проведения работ, возможностью получения актуальной информации, а также высокой рентабельностью[1]. От высоких качественных показателей производства съёмки зависят корректность результатов координатного определения горных объектов, их объемно-площадных свойств, а как итог, показатели добычи на карьере и составление актуальных топографических планов поверхности месторождения [2].

Высокая точность измерений, удовлетворяющая требованиям нормативных актов, является неизменной задачей при организации маркшейдерского обеспечения открытых горных работ. Однако, на

данный момент полностью отсутствуют какие-либо нормы и правила применения квадрокоптеров при обслуживании карьера, за исключением инструкций по их использованию, предоставляемых изготовителем, что говорит о необходимости разработки математического аппарата для применения квадрокоптера в горной промышленности.

Полевые работы выполнялись на месторождениях песков, песчано-гравийного материала и известняков Ленинградской области. Исследован комплекс факторов, влияющих на погрешность проведения маркшейдерских съемок в условиях карьера с применением геодезического квадрокоптера [3]. К ним относятся факторы естественные (не регулируемые): скорость ветра, режим погоды, время суток, и искусственно регулируемые: высота и скорость полета квадрокоптера, продольное и поперечное перекрытие снимков фотографирования местности, измеряемая поверхность, расположение и количество опознавательных знаков при совершении съемки.

При применении двухфакторного дисперсионного анализа проверялось влияние двух независимых переменных (факторов влияния) на зависимую переменную (погрешность съемки). Параметром, оказывающим максимальное влияние на результат съёмки, является высота полета квадрокоптера, далее по степени своего влияния следуют перекрытия снимков и количество опознаков. Остальные параметры имеют меньшее присутствие в общей составляющей конечной ошибки. Несмотря на то, что роль скоростей ветра и квадрокоптера, свойств поверхности, режима погоды и времени суток не так велики, их необходимо учитывать, принимая во внимание, что суммарно они вполне способны влиять на результат съемки. Одним из важнейших выводов данного исследования является то, что факторы, которые оказывают наибольшее влияние на точность съемки, являются регулируемыми, что позволяет маркшейдеру напрямую влиять на результат работ еще на этапе их планирования.

С целью создания программного продукта, задачей которого будет являться прогноз погрешностей маркшейдерских съёмок при помощи квадрокоптера еще на этапе предполётной подготовки, был

проведен регрессионный анализ модели, представленной 500 полетами. В результате получена зависимость, учитывающая численные и категориальные факторы влияния.

$$M, \text{ см} = 137,9 + 0,1611N + 0,3406V_1 + 0,085 V_2 - 1,842 P_1 - 0,853 P_2 - 24,52 N - 0,652 Z - 0,067 K - 1,936 NR + 2,655 R + 1,817 V - 0,842 D - 0,975 Y + 0,332 O - 0,332 S + 0,002911 N_2 + 0,03529 V_2^2 + 0,01724 P_1^2 - 0,00642 N * V_2 - 0,00746 N * P_1 + 0,2492 P_2 * N, \quad (1)$$

где  $N, m$  - высота выполняемого полёта,  $V_1, m/c$  - скорость квадрокоптера,  $V_2, m/c$  - скорость ветра,  $P_1, \%$  - величина продольного перекрытия,  $P_2, \%$  - величина поперечного перекрытия,  $N$ , шт - количество опознаков, категориальные факторы:  $S$  - солнечно,  $O$  - облачно,  $Z$  - зачищенная поверхность,  $K$  - кустарники,  $NR$  - низкая растительность,  $R$  - редколесье,  $V$  - вечер,  $D$  - день,  $Y$  - утро.

Полученная модель достаточно точно описывает влияние исследуемых факторов на конечный результат. Итоговый коэффициент детерминации характеризует связь полученной погрешности и исследуемых факторов как высокую, а это, в свою очередь, говорит о том, что модель обладает достаточно хорошей прогнозирующей способностью, и может быть использована для реализации маркшейдерских измерений при помощи геодезического квадрокоптера в условиях открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

### Литература

1. Blishchenko, A.A. Modern mine survey techniques in the process of mining operations in openpit mines (quarries) // Scientific reports on resource issues. – 2019. - P. 68. - Technische University Bergakademie Freiberg, Germany

2. Блищенко, А.А., Гусев, В.Н. Совместное использование электронных тахеометров и GNSS-приемников для маркшейдерских съемок на карьерах. Естественные и технические науки. - 2019. - №4 (130). - С. 79-83

3. Блищенко, А.А. Использование геодезических приборов на открытых горных работах, тенденция применения беспилотных технологий// Colloquium-journal. - 2020. - №14 (66). - С. 4-5. doi: 10.24411/2520-6990-2020-11902



**MATHEMATICAL ANALYSIS OF ERRORS IN SURVEYING  
PHOTOGRAMMETRIC MEASUREMENTS OF MINING OBJECTS  
MADE BY A GEODESIC QUADROCOPTER**

A.A. Blishenko<sup>1\*</sup>, A.P. Sannikova<sup>1</sup>

\* alex.blshchenko@yandex.ru

<sup>1</sup> Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg

**KEYWORDS:** unmanned aerial vehicle, the error of the survey, the influence factors, mathematical analysis of variance.

**ANNOTATION.** The article deals with the main problems of surveying photogrammetric measurements of mining objects. Factors affecting the measurement error are considered and a mathematical method for their justification and analysis is proposed.

***СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ: ПРАВО. ПРАКТИКА.  
ТЕХНОЛОГИИ»***

УДК 389:622.1:528.5 (083.75)

**МЕТРОЛОГИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ**

В.А. Голованов

vikago@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный горный университет,  
Российская Федерация,  
Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** метрология, поверки, калибровка, сертификация.

**АННОТАЦИЯ.** Рассматриваются вопросы метрологического обеспечения геодезических и маркшейдерских работ. Поверки, выполненные в метрологических организациях, зачастую носят формальный характер, а иногда и не соответствуют требованиям Закона. В связи с утвержденным дополнением к Закону об обеспечении единства измерений маркшейдерские службы могут организовать метрологический контроль своими силами. Методика

выполнения метрологического контроля маркшейдерских и геодезических приборов существует.

В последние годы метрологическое обеспечение при выполнении различных работ и исследований приобретает все большее значение. Это связано с повышением требований к точности выполняемых работ в самых различных областях деятельности человека. В настоящее время в действующем Законе «Об обеспечении единства измерений» [1] записано: «Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на измерения, к которым в целях, предусмотренных настоящей статьи, установлены обязательные требования и которые выполняются при: «осуществлении геодезической и картографической деятельности». Маркшейдерские работы в эту сферу госрегулирования подпадают. При выполнении геодезических и топографических работ специалисты столкнулись с теми же метрологическими проблемами, что и маркшейдеры. На абсурдность некоторых положений этого Закона указывал в своей статье А.И. Спиридонов [2] – авторитетный специалист в области метрологического обеспечения геодезических работ.

Дело в том, что в отличие от многих средств измерений, требующих при поверке наличия эталонов или калибров, большинство геодезических приборов могут быть проверены на работоспособность без эталонов. Более того, некоторые приборы перед применением, особенно после транспортировки к месту работы, требуют определенных регулировок и юстировок. Конечно, в геодезии существуют средства измерений, которые должны подвергаться строгому метрологическому контролю на геодезических полигонах. Это приборы, которые используются, например, для определения параметров фигуры Земли и внешнего гравитационного поля, при создании и развитии государственных геодезических сетей.

А сколько в РФ настоящих сертифицированных полигонов? За образец таких полигонов можно взять, например, финский базис Nummela, который является одним из самых современных геодезических базисов в мире. Принимая во внимание, что базовая

линия, откалиброванная с помощью компенсатора помех Väisälä, имеет стандартную погрешность около 0,1 мм/км, базовая линия, откалиброванная с помощью светодальномера Mekometer ME5000, имеет стандартную погрешность около 0,3 мм/км. За последние 15 лет шкала стандартной базовой линии Nummela была перенесена почти на 20 базовых линий и испытательных площадок в более чем 10 странах мира

Правовое поле при производстве маркшейдерских работ регулируется новым Постановлением правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1467 «О лицензировании производства маркшейдерских работ» [3]. Лицензионными требованиями к лицензиату при осуществлении деятельности по производству маркшейдерских работ среди прочих является: «осуществление измерений с применением средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку в соответствии с Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» [1] и (или) калибровку (контрольную проверку), обеспечивающих заданную точность в соответствии с методами (методиками) производства маркшейдерских работ». Этой фразой был внесен полный хаос в понятия поверок и калибровок. Что делать, в конце концов, «поверку» или калибровку? В вышеуказанном законе понятия «поверка» и «калибровка» имеют разное значение и для подтверждения их выполнения, необходимы свидетельства о поверке и калибровке. В Законе, между прочим, нет понятия «контрольная проверка».

Кафедра маркшейдерского дела горного университета неоднократно выступала против формальных положений о проведении метрологических работ в области маркшейдерского дела и приведении их в соответствие с Законом [4]. Между тем маркшейдеры - производственники негативно высказываются о существующем порядке проведения метрологического контроля средств измерений [5,6]. Борьба с этим им сложно, так как они вынуждены подчиняться требованиям инспектирующих органов.

Многие поверки, даже если они выполнены в метрологических лабораториях, вызывают определенные вопросы. Как, например, выполняются поверки маркшейдерских гирокомпасов? Метрологи

утверждают, что для этого нужны эталонные азимуты. Они действительно нужны для калибровки (но не поверки) гирокомпасов, которые используются для определения географических азимутов. Маркшейдеры определяют с помощью гироскопического ориентирования дирекционные углы. Свидетельство о поверке маркшейдерских гирокомпасов является «филькиной грамотой», потому что работоспособность этого прибора зависит от многих факторов, меняющихся во времени. Представьте, что чувствительный элемент гирокомпаса подвешен на торсионной ленте, толщиной 0,01 мм и шириной 0,1 мм. Изменение температуры внешней среды, физические воздействия при транспортировке приводят к разбалансировке чувствительного элемента и прежде, чем приступить к работе необходимо его отъюстировать (место нуля подвеса, балансировка чувствительного элемента, добротность). Невыполнение этих условий приведет к недопустимой погрешности работы гирокомпаса. Для определения погрешности работы гирокомпаса не требуются, ни эталоны, ни поверочные стенды. Достаточно обработать журналы гироскопического ориентирования последних 15-20 сторон, или, если есть время и желание, определить 18-20 раз гироазимут любой стороны, даже не имеющей значения дирекционного угла.

А как выполняют метрологи поверки нивелиров? Судя по статье [7], главной поверкой нивелира они считают определение и исправление угла отклонения визирной оси от горизонтальной плоскости. Получив в свое время контроль над метрологией геодезических приборов, они, видимо, изучив описание поверок нивелиров в геодезических учебниках, действительно считают это исправление поверкой.

А между тем, согласно Закона [1], «поверка средств измерений - совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям. А главное метрологическое требование к нивелиру – это подтверждение его средней квадратической погрешности на 1 км двойного хода. Возникает вопрос – как на коллиматорном стенде ВЕГА УКС можно определить эту характеристику? Почему вопрос о стенде? Да потому

что во всех свидетельствах о поверке пишут, что проверено в соответствии с МП АПМ 26-2010 с применением эталонов «коллиматорный стенд ВЕГА УКС». А как быть с погрешностью работы фокусирующего устройства нивелира – зачастую главного источника погрешностей. Угол отклонения можно исправить на стенде, но он изменится уже даже после транспортировки прибора к месту работы. Встает вопрос, а какие метрологические условия (эталон, специальные установки и пр.) необходимо иметь для определения главной характеристики нивелира? СКП нивелира действительно важнейшая характеристика нивелира, знание которой позволяет правильно выбрать нивелир для того или иного вида измерений. Эта характеристика определяется разными способами, одним из которых является методика по ГОСТ 10528-90 – «Нивелиры. Общие технические условия», приложение 5. Просто, быстро, бесплатно! Работа займет не более 30-40 минут.

И совсем непонятной является, так называемая, поверка приемников ГНСС. Погрешность работы этих приемников зависит от многих факторов, в том числе и от состояния спутников. И задача пользователей ГНСС заключается в том, чтобы быть уверенными, что их приборы исправны, а это можно просто и быстро определить самостоятельно.

В настоящее время есть возможность переломить данную ситуацию. В 2014 году был принят Федеральный закон от 21 июля 2014 г. N 254-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный Закон «Об обеспечении единства измерений», который позволяет юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям создавать метрологические службы в добровольном порядке. Права и обязанности этих метрологических служб, порядок организации и координации их деятельности определяются положениями о метрологических службах, утверждаемыми руководителями этих юридических лиц или индивидуальными предпринимателями.

Таким образом, мы возвращаемся к положению, когда ответственность за качество выполняемых съемок ложится на непосредственных исполнителей. При этом возникает вопрос о методике выполняемых поверок. Ведь в настоящее время появились

принципиально новые, более совершенные и сложные приборы: электронные тахеометры, приборы ГНСС, лазерные сканирующие системы, гироскопические и др. Как решить вопрос с их метрологическим контролем и методическим обеспечением?

А между тем, для выполнения текущего контроля геодезических приборов (нивелиров, теодолитов, электронных тахеометров, приемников ГНСС) в РФ введены восемь частей международного стандарта ИСО 17123-1:2002 - ИСО 17123-8:2007 под общим наименованием «Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов».

Применение этих стандартов в геодезической и маркшейдерской практике позволит выполнять оценку метрологических характеристик всех современных видов средств измерений в полевых условиях, аналогичных условиям эксплуатации. Такой подход даст более достоверные значения метрологических характеристик, поскольку лабораторные испытания, как правило, дают более высокие значения точности измерений, чем те, которые можно получить в реальных условиях эксплуатации. Для импортных СИ применение этих стандартов дает возможность оценить метрологические характеристики по тем методикам, которые используются фирмами-изготовителями в процессе заводских испытаний и тестирования.

В приведенных стандартах подробно, с примерами приведены методики проверок всей гаммы геодезических приборов. Ценность этих методик состоит в том, что для проверки этих приборов не требуется ни образцовых базисов, ни полигонов. Немаловажным фактором является то, что это государственный стандарт РФ и он является законным документом.

И еще один вопрос о периодичности поверок. В метрологии, как науке, существует целый раздел, посвященный определению периодичности поверки того или иного средства измерений. Учитывается целый ряд факторов, влияющих на этот период. А как объяснить тот факт, что и простейший нивелир, и самый сложный современный геодезический прибор имеют один период поверки равный 1 году? Где обоснование этой периодичности в нормативных документах? Почему устанавливается одинаковый период поверки для

нового прибора и прибора, который служит уже несколько лет?

### **Литература**

1. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

2. Спиридонов, А.И. Проблемы метрологического обеспечения геодезических работ в современном правовом поле. Информационный бюллетень ГИС Форум 98. - № 2 (14). - 1998

3. Положение о лицензировании производства маркшейдерских работ от 16 сентября 2020 года № 1467

4. Голованов, В.А. проблемы метрологического контроля при ведении маркшейдерских работ // Маркшейдерский вестник. - 2016. - № 3. - С.19-21

5. Мельник, А.Д. О поверках и испытаниях маркшейдерско-геодезических инструментов // Маркшейдерский вестник. - 2017. - № 5. - С.39-44

6. Пустуев, А.А. О поверке маркшейдерских инструментов // Маркшейдерский вестник. - 2016. - С. 17-18

7. Ситаев, М.Н., Рубашенко, С.В. Обеспечение единства измерений – государственная задача // Маркшейдерский вестник. – 2017. - №1

## **METROLOGY AND CERTIFICATION IN THE PRODUCTION OF GEODESIC AND SURVEYING WORKS**

V. Golovanov

vikago@mail.ru

Saint Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** metrology, calibration, certification.

**ANNOTATION.** The issues of metrological provision of geodesic and surveying works are considered. Verification, made in metrological organizations, are often formal, and sometimes do not meet the requirements of the law. In connection with the approved supplement to the law on ensuring the unity of measurements, surveying services can organize metrological control on their own. The method of performing metrological control of surveying and geodesic devices exists.

**СТАЦИОНАРНЫЙ КОМПЛЕКС СРЕДСТВ ДЛЯ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ  
ИЗМЕРЕНИЙ АЗИМУТА**

М.А. Ханзаян  
hma@vniiftri.ru

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений», р.п. Менделеево, Солнечногорский район, Московская обл., Россия

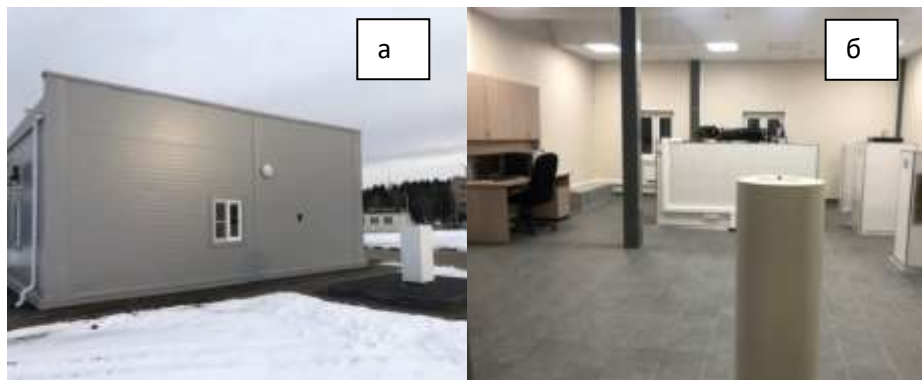
**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** метрологическое обеспечение; астрономический азимут, стационарный комплекс средств метрологического обеспечения азимута; азимутальный миниполигон; оптико-электронный астровизир; переносчик астрономического азимута; комплект средств измерений навигационно-геодезических и астрономических параметров.

**АННОТАЦИЯ.** Стационарный комплекс средств метрологического обеспечения средств измерений азимута является новой уникальной эталонной базой для определения, хранения, воспроизведения и передачи астрономического азимута астрономическим, гироскопическим, навигационным и геодезическим средствам измерений.

В настоящее время в области приборостроения в части высокоточных измерительных систем пространственной ориентации научно-технический прогресс не стоит на месте, способствуя развитию эталонов и эталонных средств для обеспечения единства измерений в части определения азимута [1].

В связи с этим во ФГУП «ВНИИФТРИ» был разработан стационарный комплекс средств метрологического обеспечения средств измерений азимута (далее КСМО СИА) предназначенный для обеспечения единства измерений определения азимутов исходных направлений, хранения этих направлений, а также для передачи единицы астрономического азимута от исходных направлений средствам измерений азимутов (рисунок 1 а, б).





*Рисунок 1. Общий вид здания астропавильона: а - внешний вид астрономической лаборатории б - общий вид зала хранения азимутальных направлений здания астропавильона*

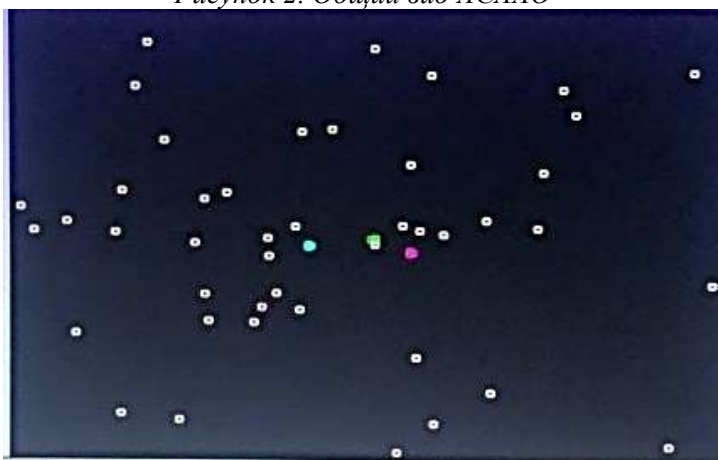
КСМО СИА состоит из двух частей:

- лабораторный комплекс, состоит из автоматической системы астрономического азимутального ориентирования (АСААО) и оптического хранителя азимутальных направлений (ОХАН);
- азимутальный полигон, состоящий из трех фундаментальных астрономо-геодезических пунктов, размещенных на расстоянии 300 - 400 м друг от друга.

Принцип работы АСААО (рис. 2) заключается в определении азимута нормали к грани ОХАН из многократных наблюдений множества звезд (рис. 3), кульминирующих вблизи меридиана, на матрице фотоприемного устройства камеры телевизионной, а также идентификации положения звезд по астрономическим каталогам FK6, Hipparcos, PRMXL с привязкой результата к шкале времени UTC (SU) с помощью государственного первичного эталона единицы времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2018) [2].



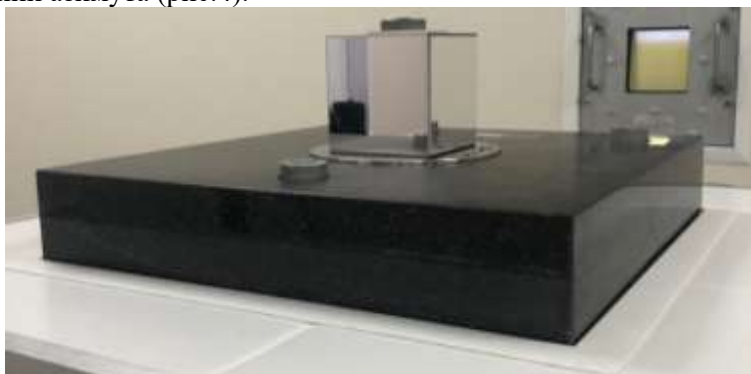
*Рисунок 2. Общий вид АСААО*



*Рисунок 3. Количество видимых звезд на АСААО*

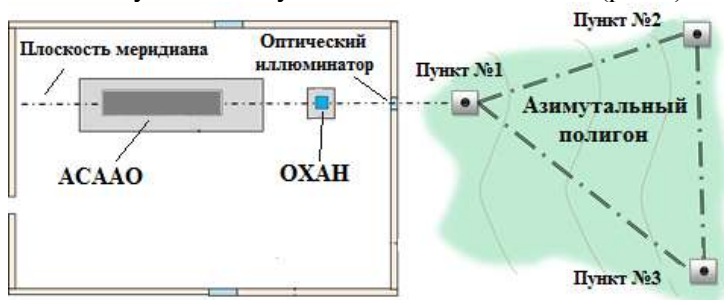
Оптический хранитель азимутальных направлений – это четырехгранная зеркальная призма с паспортными значениями углов между гранями, установленная на одной оптической оси с астровизиром, предназначенная для хранения исходных направлений и передачи азимутов этих направлений

гирскопическим, астрономическим и навигационным средствам измерений азимута (рис.4).



*Рисунок 4. Внешний вид ОХАН*

Для астрономических и навигационных средств измерений азимута используется специализированный азимутальный миниполигон. Один из пунктов азимутального миниполигона располагается в непосредственной близости к астропавильону на одной оптической оси с призмой ОХАН, для передачи азимутов направлений на пункты азимутального миниполигона (рис.5).



*Рисунок 5. Общий вид азимутального полигона*

По результатам испытаний для КСМО СИА определены следующие метрологические характеристики [3, 4]:

- неисключенная систематическая погрешность (НСП), не более 0,5";

- среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений астрономического азимута на призму ОХАН, не более 0,5".

Основными результатами проделанной работы являются разработка нового уникального комплекса средств метрологического обеспечения средств измерений азимута, отвечающего современным и перспективным требованиям, предъявляемым к точностным характеристикам средств измерений азимута, а также обеспечение единства измерений в части астрономических определений азимута.

На сегодняшний день проводится работа по дальнейшему развитию КСМО СИА в части дополнения состава мобильным комплексом для определения астрономических азимутов направлений.

### **Литература**

1. Махаев, А.Ю. Проблемные вопросы метрологического обеспечения испытаний и эксплуатации автоматической системы определения астрономического азимута / А.Ю. Махаев, С.Б. Беркович, Н.И. Котов, С.Е. Чернышев, Н.В. Кузьмина/ Материалы девятой Всероссийской научно-технической конференции Метрологическое обеспечение обороны и безопасности в Российской Федерации. Материалы конференции. – Пос. Поведники Московской обл., 23-25 октября 2012. - С. 92-95

2. Махаев, А.Ю. Автоматическая система определения астрономического азимута /А.Ю. Махаев, С.Б. Беркович, Н.И. Котов, С.В. Гайворонский, Р.Н. Садеков, В.В. Цодокова/ Метрология. Ежеквартальное приложение к научно-техническому журналу «Измерительная техника» - М.: Стандартиформ, 2015, - № 6. – С. 11-20

3. ГОСТ 8.381-2009. Эталоны. Способы выражения точности. – Взамен ГОСТ 8.381-80; Введ. с 01.01.12. – Москва: ФГУП «Стандартиформ», 2012

4. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

## **STATIONARY COMPLEX OF MEANS FOR METROLOGICAL SUPPORT OF AZIMUTH MEASURING INSTRUMENTS**

M.A. Khanzadyan  
hma@vniiftri.ru

"All-Russian Research Institute of Physical, Technical and Radio Engineering Measurements" (FSUE "VNIIFTRI") R. P. Mendeleevo, Moscow Region, Russian Federation

**KEYWORDS:** metrological support; astronomical azimuth, stationary complex of means of metrological support of azimuth; azimuthal minipolygon; optical-electronic astrovisir; carrier of astronomical azimuth; a set of measuring instruments for navigation-geodetic and astronomical parameters.

**ANNOTATION.** The stationary complex of metrological support of azimuth measuring instruments is a new unique reference base for determining, storing, reproducing and transmitting astronomical azimuth to astronomical, gyroscopic, navigation and geodetic measuring instruments.

УДК 006.9:681.518.3(075.8)

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

А.В. Мазуркевич  
avm@vniiftri.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, р. п. Менделеево, г. Солнечногорск, Московская обл., Российская Федерация

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** метрологическое обеспечение, лазерные координатно-измерительные системы.

**АННОТАЦИЯ.** Для метрологического обеспечения лазерных координатно-измерительных систем (ЛКИС) в настоящее время, используются эталоны длины и плоского угла, которые не позволяют в полной мере оценить характеристики таких средств измерений в части измерений пространственных координат. В рамках работ по модернизации Государственного первичного специального эталона

единицы длины ГЭТ 199-2018 специалистами института разработаны методики выполнения измерений и обоснован состав средств (эталонов) для метрологического обеспечения высокоточных ЛКИС в режиме трехмерных измерений.

Выполнение мероприятий по совершенствованию Государственного первичного специального эталона единицы длины ГЭТ 199-2018 с целью обеспечения единства измерений для высокоточных ЛКИС в режиме трёхмерных измерений позволит решить актуальные проблемы метрологического обеспечения таких средств измерений в диапазонах измерений до 1000 м.

Актуальность модернизации ГЭТ 199-2018 вызвана тем, что для метрологического обеспечения высокоточных ЛКИС в настоящее время используются эталоны длины и плоского угла, что в свою очередь не позволяет в полной мере оценить их характеристики в части измерений пространственных координат. Соответственно можно сделать вывод, что для метрологического обеспечения таких средств измерений используются методы (методики), не обеспечивающие в полной мере оценку их метрологических характеристик во всех рабочих диапазонах (режимах) измерений.

С учетом потребностей в метрологическом обеспечении ЛКИС, в рамках модернизации ГЭТ 199-2018 разрабатывается эталонный комплекс, который позволит передавать единицу длины средствам измерений в части измерений приращений координат в диапазоне до 1000 метров.

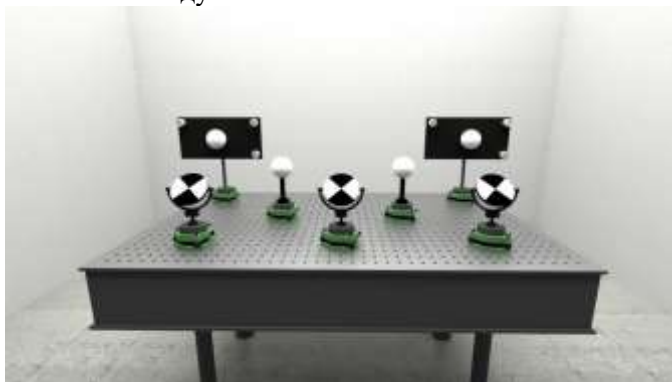
Разрабатываемый эталонный комплекс включает в себя:

1. 6-ти осевой измерительный манипулятор Absolute ARM (рис.1), позволяющий с микрометрической точностью выполнять определения приращений координат и геометрические характеристики эталонных сфер и отражателей;



*Рисунок 1. 6-ти осевой измерительный манипулятор Absolute ARM*

2. Набор эталонных сфер, марок и отражателей (рис.2), пространственные и геометрические характеристики которых определяются с помощью средств из состава ГЭТ 199-2018 с необходимым запасом метрологической точности. Эталонные сферы и марки являются хранителями приращений координат и размещаются в лабораторном помещении и на территории полигона во всём линейно-угловом диапазоне исследуемых СИ.



*Рисунок 2. Набор эталонных сфер, марок и отражателей*

3. Эталонные меры (рис.3), состоящие из инварного жезла, с закрепленными на ее концах отражателями и эталонными сферами. Принцип действия меры основан на измерении расстояния между центрами отражателей и последующем определении отклонений измеренных величин от действительных значений.



*Рисунок 3. Эталонная мера*

Разрабатываемый эталонный комплекс будет размещаться в модернизированном лабораторном помещении (рис.4,5), а также в помещении эталонного измерительного комплекса длины в диапазоне до 60 м из состава ГЭТ 199-2018 и на территории специализированного полигона нашего института.



*Рисунок 4. Разрабатываемый эталонный комплекс в лабораторном помещении*



В рамках работы по метрологическому обеспечению высокоточных ЛКИС в части пространственных (координатных) характеристик разработана методика, основанная на использовании эталонного комплекса, выполненного в виде набора марок и сфер (хранителей координат), разнесённых во всём линейно-угловом диапазоне исследуемого СИ.



*Рисунок 5. Разрабатываемый эталонный комплекс*

Таким образом, совершенствование Государственного первичного специального эталона единицы длины ГЭТ 199-2018 позволит расширить функциональные характеристики эталона в части обеспечения единства измерений для высокоточных ЛКИС непосредственно в режиме измерений координат (приращений координат).

### **Литература**

1. Васильев, М.Ю., Татаренков, В.М., Щипунов, А.Н., Бузыкин, В.Н., Губин, С.А., Олейник-Дзядик, О.М., Соколов, Д.А. «Фемтосекундные технологии воспроизведения единицы длины метр на микронном уровне в диапазоне длин до 60 м», доклады VII международного симпозиума «Метрология времени и пространства». - ФГУП «ВНИИФТРИ, 2014

2. Miseenpratique for the definition of the metre in the SISI Brochure, 9th edition (2019) – Appendix 2, 20 May 2019. - URL: <https://www.bipm.org/utls/en/pdf/si-mep/SI-App2-metre.pdf>

**METROLOGICAL SOFTWARE  
LASER COORDINATE MEASURING SYSTEMS**

A. Mazurkevich\*

\*e- mail: avm@vniiftri.ru

All-Russian Scientific Research Institute for Physical-Engineering and  
Radiotechnical Metrology, Mendeleevo, Solnechnogorsk, Moscow region,  
Russian Federation

**KEYWORDS:** metrological support, laser coordinate measuring systems.

**ANNOTATION.** For metrological support of high-precision total stations in the mode of three-dimensional measurements, currently, standards of length and plane angle are used, which do not allow to fully assess the characteristics of such measuring instruments in terms of spatial coordinate measurements. As part of the modernization of the State Primary special Standard of the unit of length of the GET 199-2018, the Institute's specialists developed measurement methods and justified the composition of tools (standards) for metrological support of high-precision total stations in the mode of three-dimensional measurements.

УДК 528.482

**ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ  
СООРУЖЕНИЯ В ПЕРИОД РЕКОНСТРУКЦИИ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТАХЕОМЕТРОВ**

А.А. Кузин

kuzin\_aa@pers.spmi.ru

Санкт-Петербургский горный университет, Российская Федерация,  
Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** наблюдение за деформациями, координатный метод, свободная станция, высокоточный тахеометр.

**АННОТАЦИЯ.** Обзор методики геодезических наблюдений за деформациями в период реконструкции Церкви во имя иконы Божией Матери «Милующая».

Наблюдение за деформационными процессами при реконструкции зданий и сооружений зачастую выполняются геодезическими методами, которые позволяют определить величины осадок и смещений отдельных его частей или всего сооружения в целом. Сравнивая величины деформаций с допустимыми (расчетными), принимая во внимание стадии выполнения работ по реконструкции, определяется безопасность ведения дальнейших строительно-монтажных работ, а также возможность своевременного принятия необходимых мер по борьбе с возникающими деформациями или устранению последствий таких деформаций.

В данной работе рассмотрено изучение деформационных процессов геодезическими методами основных архитектурных элементов Церкви во имя иконы Божией Матери «Милующая» во время проведения работ по реконструкции. Здание Церкви было построено в конце XIX века, но с 1932 года оно не использовалось по назначению, а было приспособлено под учебную станцию легкой водолазной подготовки. Под главным куполом на специальном фундаменте была сооружена металлическая башенная конструкция круглого сечения, которая использовалась как барокамера. В алтаре и боковых приделах были устроены торпедный аппарат, отсек борьбы за живучесть, бассейн и другие приспособления для проведения опытов и тренировок. В настоящее время Церковь реконструируется и реставрируется, и просуществовавшие более 85 лет тренажеры учебной базы моряков-подводников подлежат демонтажу.

В основании здания Церкви залегают обводненные пылеватые пески, обладающие тиксотропными свойствами. Тиксотропные явления под влиянием механического воздействия, например встряхивания, размешивания, вибрации, могут разжижаться и переходить в плавунное состояние. Несущие конструкции Церкви находятся в аварийном состоянии. Все эти факторы обуславливают необходимость ведения мониторинга деформаций геодезическими методами.

В качестве методов определения и измерения перемещений и осадок элементов сооружений с учетом требований к допустимой точности измерений, в соответствии с требованиями ГОСТ 24846-

2012, применяют различные геодезические методы. Для определения осадок типовых зданий и сооружений чаще всего применяют геометрическое, тригонометрическое или гидростатические нивелирование, горизонтальных перемещений – створные наблюдения, полигонометрия, метод отдельных направлений. У этих методов есть свои достоинства и недостатки. Главными недостатками являются: во-первых, раздельное определение плановых координат и высоты деформационных марок, двумя независимыми процессами, что снижает оперативность определения деформаций; во-вторых, закрепление марок только на уровне цокольного этажа (вынужденная необходимость для традиционных методов) и определение их координат и высот не даст достоверной картины развития процесса деформаций отдельных элементов Церкви. Качество, полнота и достоверность полученных данных по деформациям во многом зависят от расположения и числа марок. С этой точки зрения оптимальным является закрепление марок на всех ярусах Церкви: в цокольной части, в световом барабане под сводами конх и под главным куполом. При таком расположении марок, например, геометрическое нивелирование или створные наблюдения, применить невозможно.

В настоящее время для определения величин пространственных деформаций возможно применять координатный метод с использованием высокоточных роботизированных тахеометров, которые обеспечивают получение пространственных координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  деформационных марок с высокой точностью. Режим автонаведения таких тахеометров позволяет выполнять измерения на отражатели без участия помощника, что является преимуществом в условиях расположения деформационных марок не только нижнем ярусе (цоколе), но и на верхних ярусах сооружения, где перед началом наблюдений устанавливаются специальные мониторинговые отражатели на кронштейнах (типа Leica GMP104).

Ошибки определения координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  можно вычислить по формулам (1).

$$\begin{aligned}
 m_x &= \sqrt{(\cos v \cos \beta)^2 m_s^2 + (S \sin v \cos \beta)^2 \left(\frac{m_v}{\rho}\right)^2 + (S \cos v \sin \beta)^2 \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2} \\
 m_y &= \sqrt{(\cos v \sin \beta)^2 m_s^2 + (S \sin v \sin \beta)^2 \left(\frac{m_v}{\rho}\right)^2 + (S \cos v \cos \beta)^2 \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2} \\
 m_z &= \sqrt{\sin^2(v) m_s^2 + (S \cos v)^2 \left(\frac{m_v}{\rho}\right)^2}
 \end{aligned} \tag{1}$$

где  $m_s$  – ошибка измерения расстояния тахеометром,  $m_\beta$ , – ошибка измерения горизонтального угла,  $m_v$  – ошибка измерения угла наклона,  $S$  – измеряемое расстояние (наклонное),  $\beta$  – горизонтальный угол,  $v$  – угол наклона.

При наблюдении за деформациями в здании Церкви был использован роботизированный тахеометр Leica MS60. Точность измерения горизонтальных и вертикальных углов данным тахеометром составляет  $m_\beta = m_v = 1''$ , расстояний  $m_s = 1 \text{ мм} + 1,5 \text{ ppm}$  (на отражатель). В условиях Церкви наблюдаемое расстояние составляет не более 30 м, то есть  $m_s = 1 \text{ мм}$ . Подставив в формулу (1) различные горизонтальные и вертикальные углы, были проанализированы ошибки по каждой из координат. Ошибка положения пункта в плане  $m_{x,y}$  при этом составила не более 1,1 мм, по высоте – не более 0,9 мм, суммарная  $m_{x,y,z}$  – не более 1,3 мм, то есть согласно ГОСТ 24846-2012, применение тахеометра Leica MS60 обеспечивает II класс точности измерения вертикальных и горизонтальных перемещений.

Для обеспечения расчетной точности и для уменьшения погрешностей визирования в здании Церкви были заложены деформационные пункты специального типа, позволяющие устанавливать отражатель сферического типа (BRR), а наблюдения велись в режиме автонаведения.

Для удобства проведения мониторинга в разных частях сооружения обычно закладывают пункты принудительного центрирования, положение которых определяется из линейно-угловых измерений в единой системе координат. В стесненных условиях

Церкви, а также ввиду ведения демонтажных работ практически на всем нижнем ярусе закладка таких пунктов была невозможна, и наблюдения проводились методом свободной станции. При этом каждая последующая станция объединялась с предыдущей путем измерения общих связующих точек. Для оценки точности такой пространственной сети выполнялось моделирование в ПО Spatial Analyzer. Результаты моделирования были сравнены с результатами наблюдений на объекте работ и показали, что при выполнении измерений деформационных марок тахеометром Leica MS60 при двух кругах на каждой станции на отражателе BRR точность определения положения пункта в плане составляет не более 0,8 мм, по высоте не более 0,7 мм.

Обработка измерений выполнялась ПО Spatial Analyzer, а сравнение циклов наблюдений в ПО Credo Расчет Деформаций.

В результате выполненных работ были выявлены подвижки деформационных пунктов в некоторых областях (южная стена и главный купол) до 3 мм. В основном изменению положения пунктов предшествовали демонтажные работы водолазной башни и прилегающего четырехэтажного здания, повлекшие перемещение значительных масс вблизи здания Церкви.

Таким образом, геодезические наблюдения на рассматриваемом объекте являются неотъемлемой частью всего комплекса работ по восстановлению облика Церкви, поскольку являются эффективным средством мониторинга состояния объекта и дают возможность получить геометрические параметры смещений и осадок, что в свою очередь позволяет своевременно выработать предложения по защитным мероприятиям в случае выявления недопустимых величин деформаций.

### **Литература**

1. ГОСТ 24846-2012 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200096134> (дата обращения: 20.09.2021)

2. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – URL :

## **GEODETIC MONITORING OF STRUCTURE DEFORMATIONS DURING THE RECONSTRUCTION PERIOD USING ROBOTIC TOTAL STATIONS**

A. Kuzin

kuzin\_aa@pers.spmi.ru

Saint-Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** observation of deformations, coordinate method, free station, high-precision total station.

**ANNOTATION.** An overview of the methodology for geodetic observations of deformations during the reconstruction of the Church of the Mother of God «Miluyushchaya».

УДК 528.48:624.21

### **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ УСТАНОВКИ**

И.Д. Николаев<sup>1\*</sup>, В.В. Петров<sup>1</sup>, А.С. Янжура<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «ПромГеодезия», Россия, Санкт-Петербург

\* i.nikolaev@promgeo.com

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** автоматизация, геодезия, наблюдение за деформациями, система мониторинга.

**АННОТАЦИЯ.** Описание результатов разработки автоматизированной системы геодезических наблюдений за деформациями элементов научно-исследовательской установки.

Задача разработки автоматизированных систем геодезического мониторинга является актуальной в рамках модернизации современного производства, научных исследований и инженерных изысканий. Опыт создания таких систем и их работа описаны в научной литературе [1], [2], [3], [4]. Приведенные примеры

демонстрируют широкие возможности применения систем мониторинга и их научно-практическое значение.

В данной работе приводятся результаты разработки автоматизированной системы геодезических наблюдений для мониторинга деформаций научно-исследовательской лазерной установки. Измерительным оборудованием в данной системе являются роботизированные электронные тахеометры, которые циклически производят наблюдения за визирными целями, установленными на технологических элементах установки. В работе описана структура системы мониторинга на 4-х функциональных уровнях: измерительные приборы и датчики, система коммуникаций, программное обеспечение, уровень взаимодействия с пользователем. Рассматривается организация взаимодействия между функциональными уровнями. Основное внимание уделено проблемам разработки математического аппарата для обработки измерений системы. Представлена методика обработки геодезических наблюдений и предварительного расчета точности измерительного оборудования. Приведены формулы расчета весов измеренных величин при уравнивании сети, формулы преобразования координат измеренных точек из локальной системы координат в систему координат объекта. В работе рассматривается способ минимизации влияния смещений измерительного оборудования на результаты путем ориентирования прибора относительно опорной сети в каждом цикле измерений.

В результате работы сделаны выводы об эффективности автоматизированной системы геодезических наблюдений за деформациями, приведены преимущества самостоятельной разработки программного обеспечения для таких систем по сравнению с готовыми программными продуктами. Поставлены проблемы контроля стабильности опорной геодезической сети на объекте, а также стабильности геодезического оборудования. Рассмотрено влияние внешних источников погрешностей на точность результатов измерений системы.



## Литература

1. Травуш, В.И. «Лахта-Центр»: автоматизированный мониторинг деформаций несущих конструкций и основания / Травуш В.И., Шахраманьян А.М., Колотовичев Ю.А. [и др.] // Academia. Архитектура и строительство. – М., 2018. DOI 10.22337/2077-9038-2018-4-94-108
2. Шахраманьян, А.М. Опыт использования автоматизированных систем мониторинга деформационного состояния несущих конструкций на олимпийских объектах Сочи-2014 / Шахраманьян А.М., Колотовичев Ю.А. // Вестник МГСУ. – М.: ООО «СОДИС Лаб». УДК 004.4:624.044
3. Korff, M. Monitoring dataset of deformations related to deep excavations for North-South Line in Amsterdam / M. Korff, F.J. Kaalberg // International society for soil mechanics and geotechnical engineering. - 2014
4. Sorge, R. Line C in Rome: Remote monitoring system / R. Sorge, S. Moretti, O. Tripoli // Taylor & Francis Group. - London, 2012

### **AUTOMATED DEFORMATION MONITORING SYSTEM DESIGN FOR SCIENTIFIC-RESEARCH PLANT**

I. Nikolaev<sup>1\*</sup>, V. Petrov<sup>1</sup>, A. Janzhura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LLC «PromGeo», Russia, Saint-Petersburg

\* i.nikolaev@promgeo.com

**KEYWORDS:** automation, deformation monitoring, geodesy, monitoring system.

**ANNOTATION.** Description of scientific-research plant automated deformation monitoring system design results.

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ  
РАЗМЕРНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ В  
АВИСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЛАЗЕРНЫХ ТРЕКЕРОВ**

П.О. Палкин<sup>1\*</sup>, С.Г. Гетманский<sup>2</sup>

\*paulpalkine@gmail.com

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский горный университет, Российская Федерация,  
Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Казанский авиационный завод им. С.П. Горбунова – филиал ПАО  
«Туполев», Российская Федерация, Казань

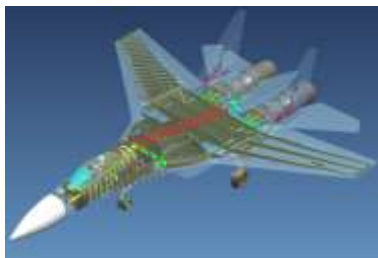
**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** самолетостроение, авиастроение, цифровые модели, координатный метод, лазерный трекер.

**АННОТАЦИЯ.** Обзор методики геодезического контроля при производстве специальной оснастки, предназначенной для строительства самолета.

Переход от бумажной документации к цифровым моделям при проектировании и строительстве объектов авиастроения позволяет существенно сократить время, затрачиваемое на подготовку производства при создании новой техники, проведение испытаний, а также предоставляет значительное преимущество при дальнейших работах, направленных на модернизацию самолетов. Наличие трехмерной модели разного рода оснастки (рисунок 1), предназначенной для строительства самолета, или самих элементов воздушного судна (рисунок 2) позволяет использовать геодезические методы и оборудование для контроля над проектными параметрами, соблюдение которых необходимо при проведении монтажных, юстировочных и строительных работ.



*Рисунок 1. 3D модель оснастки*

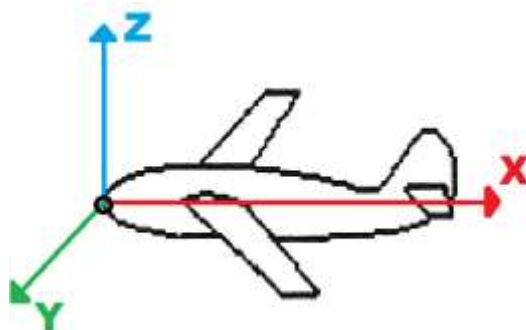


*Рисунок 2. 3D модель самолета.  
Фото: ОАК*

В данной работе рассмотрены методы привязки натурных геодезических измерений к трехмерной модели, создания локальных геодезических сетей и методы геодезического контроля при монтаже сборочной оснастки.

Сборочная оснастка – это устройство, предназначенное для установки деталей и подборок в заданное проектной документацией положение при сборке нежестких частей летательного аппарата. Такие агрегаты летательных аппаратов, как крылья, фюзеляжи, кили, стабилизаторы, пилоны, мотогондолы и воздухозаборники и их отсеки собирают в стапелях. Отсеки отъемной крыла, верхние, боковые и нижние части фюзеляжа, а также узлы (панели, шпангоуты, нервюры, лонжероны и др.) собирают в сборочных приспособлениях.

Перед началом измерений, выполняемых для контроля монтажа и юстировки сборочной оснастки, необходимо войти в систему координат измеряемого объекта, которая, чаще всего, совпадает с системой координат воздушного судна (рисунок 3): ось X направлена против направления полета и образована в результате пересечения плоскости строительной горизонтали фюзеляжа (fuselage station) и плоскости симметрии (buttockline), ось Y направлена в сторону левого борта перпендикулярно плоскости симметрии, ось Z направлена вверх перпендикулярно строительной горизонтали фюзеляжа. Начало системы координат: обычно, передняя, по полету, точка носовой части фюзеляжа самолета. В зависимости от типа летательного средства и/или страны-изготовителя ось Z и ось Y могут быть поменяны местами.



*Рисунок 3. Система координат воздушного судна*

Информация о том, как задана система координат в каждом уникальном элементе строительной оснастки, представлена в проектной документации. Как правило, в конструкторской документации указываются базовые элементы для входа в систему координат. Чаще всего это базовые технологические отверстия и плоскости конструкций.

После первичного уравнивания измерений и входа в систему координат измеряемого объекта создается локальная геодезическая сеть, позволяющая проводить измерения с различных станций без выполнения длительной процедуры привязки к системе координат объекта с целью определения положения измерительного прибора относительно сборочной оснастки.

В зависимости от задач и от типа измеряемой оснастки сеть может быть закреплена множеством способов: пункты геодезической сети могут быть заложены как на каркасе самой оснастки (в случае ее малых габаритных размеров и/или подвижности относительно пространства сборочного цеха), так и на фундаменте ступеней и несущих стенах цехов. Способы фиксирования точки с известными координатами могут быть представлены в виде нанесённого на металл керна, высверленного углубления, позволяющего единообразно устанавливать отражатель, приваренной шайбы, магнитного крепления и пр.

Одним из ключевых факторов, влияющих на стабильность созданной локальной геодезической сети является температурная деформация конструкций, на которых закреплены пункты.

В качестве методов определения отклонений и измерения положения элементов сборочной оснастки относительно проектной документации с учетом требований к допустимой точности измерений традиционно применяют различные геодезические методы: геометрическое нивелирование и метод створных наблюдений. Данные методы теряют актуальность в связи с большими временными затратами на производство работ и высокими квалификационными требованиями к персоналу.

На современном этапе развития инженерной геодезии наиболее технологичным и универсальным методом определения формы, взаимного расположения элементов крупногабаритной конструкции является координатоопределяющая технология, реализуемая с использованием высокоточных лазерных трекеров, позволяющих выполнять измерения на отражатель в режиме автонаведения и слежения [1].

При выполнении измерений для определения положения системы координат, создания локальной геодезической сети и для выполнения контрольных измерений был использован лазерный трекер Leica AT403 (рисунок 4).



*Рисунок 4. Абсолютный лазерный трекер Leica AT403*

Определение пространственных координат  $X, Y, Z$  выполняется по формулам:

$$X = S \cos \nu \cos \beta$$

$$Y = S \cos \nu \sin \beta$$

$$H = S \sin \nu$$

где  $S$  – наклонное расстояние,  $\beta$  – горизонтальный угол,  $\nu$  – угол наклона.

Ошибки определения координат  $X, Y, Z$  можно вычислить по формулам:

$$\begin{aligned} m_x &= \sqrt{(\cos \nu \cos \beta)^2 m_s^2 + (S \sin \nu \cos \beta)^2 \left(\frac{m_\nu}{\rho}\right)^2 + (S \cos \nu \sin \beta)^2 \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2} \\ m_y &= \sqrt{(\cos \nu \sin \beta)^2 m_s^2 + (S \sin \nu \sin \beta)^2 \left(\frac{m_\nu}{\rho}\right)^2 + (S \cos \nu \cos \beta)^2 \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2} \\ m_z &= \sqrt{\sin^2(\nu) m_s^2 + (S \cos \nu)^2 \left(\frac{m_\nu}{\rho}\right)^2} \end{aligned} \quad (1)$$

где  $m_s$  – ошибка измерения расстояния лазерным трекером,  $m_\beta$  – ошибка измерения горизонтального угла,  $m_\nu$  – ошибка измерения угла наклона,  $S$  – измеряемое расстояние (наклонное),  $\beta$  – горизонтальный угол,  $\nu$  – угол наклона.

Точность измерения горизонтальных и вертикальных углов лазерным трекером составляет  $m_\beta = m_\nu = 0.5''$ , расстояний  $m_s = 0.01$  мм во всем диапазоне. Подставив в формулы (2) различные горизонтальные и вертикальные углы, были проанализированы ошибки по каждой из координат. Ошибка положения координаты измеряемой точки составляет не более 0.02 мм, то есть согласно проектной документации, применение лазерного трекера является возможным и наиболее точным среди иных геодезических методов.

Уравнивание сетей, обработка измерений и анализ полученных данных выполнялись в ПО Spatial Analyzer. Создание и трансформация в необходимые форматы 3D-моделей выполнялись в Siemens NX.

Таким образом, геодезическое обеспечение работ при самолетостроении является неотъемлемой частью всего комплекса работ по монтажу, юстировке строительной оснастки и при строительстве самого воздушного судна, поскольку позволяют оптимизировать работы при использовании трехмерных моделей, создание которых является приоритетным в данном направлении, и проводить высокоточные измерения в режиме реального времени, обеспечивая высокий темп строительства и возможность контроля за допустимыми значениями проектных параметров.

### **Литература**

1. Применение прецизионного тахеометра для исследования валов и механизмов бумагоделательных машин. Записки горного института, том 146 (маркшейдерское дело и геодезия). М.: Санкт-Петербургский горный институт, 2001.

2. Обмер объектов крупного машиностроения в пространственных высотно-угловых сетях. М.: Санкт-Петербургский горный институт, 1996.

## **APPLICATION OF GEODETIC METHODS FOR DIMENSIONAL CONTROL IN AIRCRAFT INDUSTRY WORKS USING LASER TRACKER**

P. Palkin<sup>1\*</sup>, S. Getmanskiy<sup>2</sup>

\*paulpalkine@gmail.com

<sup>1</sup>Saint-Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint Petersburg

<sup>2</sup>Kazan Aviation Factory named after S,P, Gorbunov, Public Joint-Stock Company Tupolev, Russian Federation, Kazan

**KEYWORDS:** aircraft industry, aircraft construction, 3D modelling, coordinate method, absolute laser tracker.

**ANNOTATION.** A review of the methodology of geodetic control in the production of special equipment for the aircraft construction.

УДК 528.48 (076.5)

## К ВОПРОСУ О ТОЧНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПЛАНОВОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ РАЗБИВОЧНОЙ ОСНОВЫ СТРОЙПЛОЩАДКИ

В.Г. Потюхляев

vladimirpotuhlaev@gmail.com

Санкт-Петербургский горный университет, Российская Федерация,  
Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** плановая геодезическая разбивочная основа, расчет точности, спутниковые технологии, метод полигонометрии.

**АННОТАЦИЯ.** Приведены примеры построения плановой разбивочной сети стройплощадки спутниковым методом и методом полигонометрии с оценкой их точности.

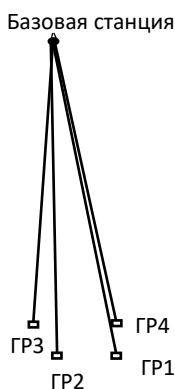
Требования к точности построения плановой геодезической разбивочной основы (ГРО) стройплощадки регламентированы в своде правил СП 126.13330.2017 [1] в виде средних квадратических погрешностей угловых и линейных измерений и предельной погрешности взаимного положения смежных пунктов. В настоящее время наиболее распространенными методами построения ГРО в плане являются спутниковый метод и метод полигонометрии или их сочетание. Первые два показателя можно использовать для построения ГРО методом полигонометрии, а последний, как более предпочтительный для разбивочных сетей, в том числе и для спутникового метода.

Произведем оценку точности построения ГРО в плане методом полигонометрии и спутниковым методом на примере строительства жилого комплекса с площадью застройки отдельно стоящих зданий менее 10000 м<sup>2</sup>. В этом случае, согласно требованиям СП 126.13330.2017, среднеквадратические погрешности угловых и линейных измерений не должны превышать соответственно 10" и 1/5000, а предельная погрешность взаимного положения смежных пунктов – 20 мм.



Возможны две схемы построения ГРО спутниковым методом - от базовых станций, представленными пунктами городской сети и расположенными вблизи объекта или (при отсутствии или невозможности использования этих пунктов) - от одной базовой станции, положение которой определяют относительно удаленных пунктов опорной сети. Преимуществом второго варианта является исключение влияния погрешностей исходных данных на точность определения пунктов ГРО.

Графический проект построения ГРО спутниковым методом от одной базовой станции приведен на рисунке 1.



*Рисунок 1. Схема определения положения пунктов ГРО спутниковым методом*

Предположим, что координатные определения базовой станции будут проводиться по программе наблюдения пунктов СГГС-1 согласно следующим основным требованиям руководства по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS (ГКИНП-01-271-03) [2]:

- использование двухсистемных (ГЛОНАСС, GPS) и двухчастотных приемников с точностью  $3 \text{ мм} + 1 \cdot 10^{-6} D$ ;

- наблюдения выполнять сетевым методом (пятью приемниками) с использованием статического режима двумя сеансами с продолжительностью одного сеанса 1,5 – 2 часа;

- расхождения между результатами определения линий из разных сеансов устанавливается исходя из ожидаемой средней квадратической погрешности  $m = \pm(5 + 5 \cdot 10^{-7} D)$  разового определения каждой из плановых компонент.

Выполним предрасчет точности положения пунктов ГРО в плане. Для этого воспользуемся следующими исходными данными:

- среднюю квадратическую погрешность взаимного положения центров знаков ГРО относительно антенны базовой станции в плане для двухсистемных и двухчастотных приемников примем равной  $3 \text{ мм} + 1 \cdot 10^{-6} D$ ;

- погрешность центрирования антенн на каждом пункте ГРО не превышает 2 мм;

- расстояния от базовой станции до пунктов ГРО определены по схеме (рисунок 1) и составляют для отрезка БС-ГР1 – 950 м, отрезка БС-ГР2 – 940 м, отрезков БС-ГР3 и БС-ГР4 – 850 м.

Тогда ожидаемые средние квадратические погрешности положения пунктов ГРО в плане относительно базовой станции составят  $m_{ГР1} = m_{ГР2} = 4,4 \text{ мм}$  и  $m_{ГР3} = m_{ГР4} = 4,3 \text{ мм}$ , а погрешности их взаимного положения порядка 6,2 мм. Таким образом, приведенные в СП 126.13330.2017 требования к точности построения ГРО в плане спутниковым методом будут выполнены. При этом заметим, что соотношение между предельной и средней квадратической погрешностями взаимного положения пунктов ГРО в нашем примере  $z = \Delta/m = 20,0/6,2 = 3,2$ .

Произведем расчет точности положения тех же пунктов ГРО для метода полигонометрии. На рисунке 2 приведена графическая схема полигонометрического хода. В нашем примере проектируемый ход опирается на пункты городской полигонометрии 4 класса № 2316 и № 2317, закрепленные стенными знаками восстановительного типа.

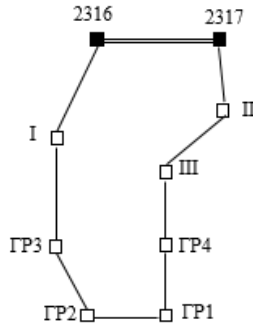


Рисунок 2. Схема построения ГРО методом полигонометрии

Для обеспечения требуемой точности измерений вполне подойдет точный тахеометр типа Та 5 (например, Sokkia 530-RK3) с погрешностью угловых измерений  $5''$  и линейных измерений  $2 \text{ мм} + 2 \text{ мм} \cdot 10^{-6} D$ .

Для расчета ожидаемой погрешности взаимного положения пунктов ГРО необходимо определить влияние погрешности исходных данных (взаимного положения пунктов городской полигонометрии 4 класса) и погрешности взаимного положения наиболее удаленных пунктов проектируемого хода, т.е.

$$M_{\text{ГР1-ГР2}} = \sqrt{M_{\text{исх}}^2 + M_{\text{ход}}^2}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{исх}}$  – влияние погрешности исходных данных;  $M_{\text{ход}}$  – средняя квадратическая погрешность взаимного положения пунктов хода без учета влияния погрешности исходных данных.

Погрешность взаимного положения пунктов полигонометрического хода 4 класса может быть вычислена по формуле

$$M_{\text{исх}}^2 = m_t^2 + m_u^2 + 2m_{\text{вос}}^2, \quad (2)$$

где  $m_t = m_s$  и  $m_u = m_\beta \cdot S/\rho$  – продольный и поперечный сдвиг;  $m_{\text{вос}}$  – погрешность восстановления пунктов хода от ственных знаков. Примем  $m_\beta = 3''$ ,  $m_s = 2 \text{ мм} + 2 \text{ мм} \cdot S \cdot 10^{-6} = 2,4 \text{ мм}$  и  $m_{\text{вос}} = 2 \text{ мм}$ . Тогда по формуле (2) получим  $M_{\text{исх}} = 4,7 \text{ мм}$ .

Величина погрешности  $M_{\text{ход}}$  может быть определена по программе (например, «Credo»), либо по известным формулам выборочной оценки положения «слабых» пунктов хода. Воспользуемся выборочной оценкой по висячим ходам:

$$M_{\text{ГР1-ГР2}} = m_1 \cdot m_2 / \sqrt{m_1^2 + m_2^2}, \quad (3)$$

где  $m_1$  и  $m_2$  – средние квадратические погрешности положения пунктов ГР1 и ГР2 по висячим ходам: для пункта ГР1 по ходам 2317-II-III-ГР4-ГР1 и 2316-I-ГР3-ГР2-ГР1; для пункта ГР2 по ходам 2317-II-III-ГР4-ГР1-ГР2 и 2316-I-ГР3ГР2 (рис. 2).

Средняя квадратическая погрешность положения конечного пункта висячего хода определяется по формуле

$$m^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [R^2] + n m_s^2, \quad (4)$$

где  $m_\beta$  – средняя квадратическая погрешность измерения угла;  $R$  – расстояние от оцениваемого пункта до каждого пункта висячего хода (определяется по графической схеме хода – рисунок 2);  $m_s$  – средняя квадратическая погрешность измерения сторон;  $n$  – число сторон висячего хода.

Принимая  $m_\beta = 5''$  и  $m_s = 2 \text{ мм} + 2 \text{ мм} \cdot 10^{-6} D = 2,3 \text{ мм}$ , по формулам (3, 4) получим: для пункта ГР1  $m_1 = 16,0 \text{ мм}$ ,  $m_2 = 19,2 \text{ мм}$ ,  $M_{\text{ГР1}} = 12,3 \text{ мм}$ ; для пункта ГР2  $m_1 = 15,2 \text{ мм}$ ,  $m_2 = 20,6 \text{ мм}$ ,  $M_{\text{ГР2}} = 12,2 \text{ мм}$ . Тогда  $M_{\text{ход}} = \sqrt{M_{\text{ГР1}}^2 + M_{\text{ГР2}}^2} = 17,2 \text{ мм}$  и по формуле (1)  $M_{\text{ГР1-ГР2}} = \sqrt{4,7^2 + 17,2^2} = 17,8 \text{ мм}$ .

В программе «Кредо» получено:  $M_{\text{ГР1}} = 19 \text{ мм}$ ;  $M_{\text{ГР2}} = 16 \text{ мм}$ ;  $M_{\text{ход}} = 24,8 \text{ мм}$ ;  $M_{\text{ГР1-ГР2}} = \sqrt{4,7^2 + 24,8^2} = 25 \text{ мм}$ .

Таким образом, вычисленное значение ожидаемой средней квадратической погрешности взаимного положения наиболее «слабых» пунктов ГРО соответствует, или возможно превышает величину предельной погрешности (20 мм), приведенной в СП 126.13330.2017 и практически в 3 раза больше ожидаемой погрешности для спутникового метода (в нашем примере 6,2 мм).

Для комбинированного метода, когда положение исходных пунктов полигонометрического хода определяют спутниковыми

наблюдениями, величина погрешности исходных данных останется прежней.

Отсюда можно сделать следующие выводы:

1. Метод полигонометрии значительно уступает по точности спутниковому методу построения ГРО стройплощадки.
2. Приведенные в СП 126.13330.2017 данные противоречат сопоставляемым требованиям к точности угловых и линейных измерений по сравнению с погрешностью взаимного положения пунктов.

#### **Литература**

1. СП 126.13330.2017. Геодезические работы в строительстве. Дата актуализации 01.02.2020. Издан: Минрегион России, 2012 г. (2017 г.)
2. ГКИНП (ОНТА)-01-271-03. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS. - М.: ЦНИИГАиК, 2003. - С. 182

### **TO THE QUESTION OF THE ACCURACY OF CONSTRUCTION OF THE PLANNED GEODETIC CENTER BASIS OF THE CONSTRUCTION SITE**

V. Potyukhlyayev

vladimirpotuhlaev@gmail.com

Saint-Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** planned geodetic center basis, accuracy calculation, satellite technologies, polygonometry method.

**ANNOTATION.** Examples of building a planned staking network of a construction site using the satellite method and the polygonometry method with an assessment of their accuracy are given.

УДК 528.7

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ 3-Х МЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ**

Д.Д. Дарабаев<sup>1\*</sup>, В.С. Писарев<sup>1</sup>, К.Е. Медведева<sup>1</sup>

\*david.darabaev.01@mail.ru

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
Российская Федерация, Новосибирск

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** фотограмметрия, трехмерная модель, съемка, облако точек, тайловая модель, камера, создание текстур, полигональная модель.

**АННОТАЦИЯ.** В нашем докладе речь идет о применении современных методов цифровой фотограмметрии в области архитектуры и частично в области горного дела. В качестве апробации предлагаемой технологии было принято решение о создании 3-х мерных объектов памятников архитектуры используя в качестве фотоаппарата современный смартфон.

Фотосъемкой именуют совокупность работ по созданию топографических карт, планов и цифровых моделей территорий с применением материалов, приобретенных с помощью фотокамер в том числе, установленных на летательных аппаратах.

В последнее время с массовым развитием цифровой фотографической техники и программного обеспечения появилась возможность получения цифровых моделей местности и отдельных объектов в минимально короткие сроки, с минимальными трудозатратами используя основы фотограмметрии.

Традиционно фотограмметрия – это научно-техническая дисциплина, занимающаяся определением формы, размеров, положения и иных характеристик объектов по их фотоизображениям. Существует два основных направления в фотограмметрии: создание карт и планов Земли (и других космических объектов) и решение прикладных задач в архитектуре, строительстве, медицине, криминалистике и т. д. (наземная, прикладная фотограмметрия) [1].

В нашем докладе речь идет о применении современных методов цифровой фотограмметрии в области архитектуры и частично в области горного дела.

В качестве апробации предлагаемой технологии было принято, решение о создании 3-х мерных объектов памятников архитектуры используя в качестве фотоаппарата современный смартфон.

Для проведения эксперимента использовался смартфон 2018 года выпуска оснащенный двумя камерами.

*Технические характеристики камеры смартфона*

Камера	Фотокамера (Мп) 16 + 2 (двойная) Характеристики камеры: -16 МР, диафрагма f/2.2, 1.0µm, PDAF -2 МР, датчик глубины Автофокус – да Угол обзора – 78° Выдержка 8 – 1/4000 сек Вспышка – светодиодная Разрешение – 4608×3456 пикс. Фокусное расстояние – 3,81мм Min/Max диапазоны ISO 50-3200
--------	--

Объектом для съемки стала установленная на постамент ИСУ-152 — советская тяжёлая самоходно-артиллерийская установка (САУ) периода Великой Отечественной войны. Данный памятник располагается в Сквере Славы, Ленинский район города Новосибирск.

Вокруг данного памятника имеется достаточно большая забетонированная площадка, что упрощало обход вокруг САУ и соответственно процесс фотосъемки. Еще одним преимуществом являлось отсутствие деревьев или других посторонних предметов в радиусе нескольких метров.

Съемка производилась в солнечную погоду.

При фотографировании были учтены следующие параметры: светочувствительность (ISO), фокусное расстояние, приоритет диафрагмы, выдержка.

Чем выше уровень светочувствительности, тем заметнее будут шумы (дефекты изображения); верна и обратная пропорциональность: чем ниже ISO, тем менее выражены шумы на фотографии.

Фокусное расстояние — это важный параметр, определяющий угол обзора. Чем меньше фокусное расстояние, тем больший диапазон попадает в кадр. Соответственно, чем больше фокусное расстояние, тем крупнее кажутся удаленные объекты [2].

Приоритет диафрагмы — представляет режим автоматического управления экспозицией фотоаппарата или видеокамеры, при котором автоматика бесступенчато выбирает выдержку затвора (время считывания кадра матрицей), в зависимости от установленной вручную диафрагмы [3].

Выдержка — скорость затвора или время, в течение которого затвор остается открытым и свет попадает на сенсор камеры [4].

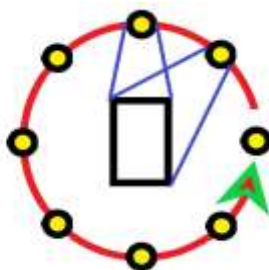
При выдержке более  $1/60$  камера чувствительна к сотрясению, и снимки могут получиться смазанными. Чтобы этого не произошло, при съемке с длинной выдержкой используется штатив [5].

Перед началом съемки были выбраны необходимые настройки. Светочувствительность выставлена на значение ISO: 50. Значение диафрагмы поставлено равным F: 2,20. Фокусное расстояние: 26 мм. Выдержка стояла в автоматическом режиме.

При съемке, необходимо, чтобы объект полностью заполнял кадр.

Качество 3D-модели будет напрямую зависеть от качества полученных снимков. Если на фото будет слишком много объектов на заднем плане, они попадут и в компьютерную модель [6].

Фотографии производят с разных ракурсов, перемещаясь вокруг объекта. Фото необходимо делать через 3-5 градусов относительно круга обхода. В таком случае перекрытие составит порядка 95 процентов и захватит множество общих точек.



*Рисунок 1. Схема проведения съемки*



Чем больше будет сделано фото, тем детальнее получится, готовая модель объекта.

Всего на смартфон было сделано порядка 100 фотографий.

По времени вся съемка заняла всего в районе 10 минут. Обработка фотографий производилась в программе Agisoft Metashape Professional.

Agisoft Metashape Professional – универсальный инструмент для создания трехмерных моделей поверхностей и отдельных объектов по фотоснимкам [7].

Agisoft Metashape Professional использует алгоритм, который сначала находит характерные точки на отдельных фотографиях, а потом, на основе уникальных идентификаторов – дескрипторов, точки отождествляются. Если точка опознана на двух и более кадрах она становится соответствием [8].

После этого следует выравнивание кадров, оно же – фототриангуляция. Этот процесс реализован с помощью алгоритма Bundle Block Adjustment, в основе которого лежит метод наименьших квадратов. Bundle Block Adjustment – это интерпретация способа связок, который является самым строгим способом решения фототриангуляции. В расчёт могут быть включены координаты точек привязки (центров фотографирования или опорных точек) и проекции маркеров на кадре. Всем параметрам можно задать веса, т.е. масштаб их участия в расчёте [9].

После построения разреженного облака связующих точек было построено плотное облако точек с помощью команд «Обработка – Построить плотное облако точек» с указанием пункта агрессивная фильтрация карт глубины. После его построения лишние точки были вручную удалены с помощью инструмента «Прямоугольное выделение».

Плотное облако строится на основе карт глубины, для построения которых, в свою очередь, используется алгоритм Semi-Global Matching. Суть алгоритма заключается в том, что каждому пикселю левого снимка стереопары находится соответствующий пиксель на правом снимке. Каждый пиксель левого снимка сравнивается с поднабором пикселей правого снимка с соответствующей ординатой.

Далее формируется куб (параллелепипед), для всего снимка, где каждому пикселю соответствует одна «линия» ячеек, а строке пикселей на снимке соответствует одно продольное сечение куба. Элементами куба являются значения критерия соответствия, анализируя которые находят минимальные значения для каждого пикселя [10].

Кроме того, анализируются связи между соседними пикселями по восьми направлениям вокруг данного пикселя. В результате, для каждого пикселя левого снимка находится соответствующее значение продольного параллакса и, как следствие, пространственные координаты точек плотной модели [11].

Затем выполняем построение модели без текстуры с помощью команд «Обработка – Построить модель», а затем и текстурированного аналога.

И последним пунктом являлось построение тайловой модели. Исходными данными, для которого, было выбрано Плотное облако точек.

Таким образом, нами была апробирована технология создания цифровой модели объекта на примере создания 3-х мерной модели, также по данной технологии было создано еще несколько 3-х мерных моделей различных архитектурных памятников.

Фонтан "Яблоко" установлен в 2005 году в парке Кок-Тобе на одноименной горе, которая находится в одном из районов города Алматы. Было сделано 79 фото данного объекта.

Затем был отснят фонтан "Жемчужина", для этого понадобилось 155 фото.

В процессе работы было выполнена фотосъемка трех объектов. После обработки в Agisoft Metashape Professional, были получены их цифровые модели.

В результате, можно сделать вывод, что данный способ построения 3-х мерной модели объекта при помощи смартфона, является оптимальным вариантом, обладающий следующими достоинствами: понятный алгоритм, быстрота проведения съемки, легкая аппаратуру, простота использования камеры смартфона.

## Литература

1. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] // Фотограмметрия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фотограмметрия>
2. Sony [Электронный ресурс]: Фокусное расстояние. – URL: <https://store.sony.ru/promo/e-mount/basics/pages/>
3. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] // Приоритет диафрагмы. – URL: <https://vk.cc/bWup0o>
4. Фотогора [Электронный ресурс]: расшифровка выдержки и движения в кадре. – URL: <https://fotogora.ru/rasshifrovka-vyderzhki-i-dvizheniya-v-kadre/>
5. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] // Выдержка (фото). – URL: <https://vk.cc/309rsE>
6. Методика фотосъемки [Электронный ресурс] // Первый автосервисный журнал: сетевой журн. 1997. – URL: <https://vk.cc/bWur8p>
7. Wikipedia. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] // Metashape. – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Metashape>
8. GEOSCAN [Электронный ресурс]: Agisoft Metashape Professional // URL: [https://www.geoscan.aero/ru/software/agisoft/metashape\\_pro](https://www.geoscan.aero/ru/software/agisoft/metashape_pro) (дата обращения: 25.12.20).
9. Документация Геоскан «Пионер» [Электронный ресурс]: Agisoft Metashape. – URL: <https://vk.cc/bWutLp>
10. GEOSCAN [Электронный ресурс]: Agisoft Metashape Standard. – URL: [https://www.geoscan.aero/ru/software/agisoft/metashape\\_standard](https://www.geoscan.aero/ru/software/agisoft/metashape_standard)
11. Чибуничев, А.Г., Гук, А.П. Фотограмметрия: вчера, сегодня, завтра// Геодезия и аэрофотосъемка МИИГАиК. - 2016. – Том 60, № 2. – С. 3–8

## IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF CREATION OF 3-DIMENSIONAL MODELS OF OBJECTS

D.D. Darabaev<sup>1\*</sup>, V.S. Pisarev<sup>1</sup>, K.E. Medvedeva<sup>1</sup>

\* david.darabaev.01@mail.ru

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Russian Federation, Novosibirsk

**KEYWORDS:** photogrammetry, 3D model, shooting, point cloud, tiled model, camera, texture creation, polygonal model.

**ANNOTATION.** Our report deals with the application of modern methods of digital photogrammetry in the field of architecture and partly in the field of mining. As a testing of the proposed technology, it was decided to create 3-dimensional objects of architectural monuments using a modern smartphone as a camera.

УДК 528.022

## **ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ МЕТРОЛОГИИ**

В.И. Глейзер<sup>1\*</sup>, И.Е. Стариков<sup>1</sup>, А.А.Янковский<sup>2</sup>, В.А. Шилов<sup>3</sup>  
\*gvi@geopribori.ru

<sup>1</sup>ООО «Геодезические приборы», Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева, Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>3</sup>ООО «Гиро», Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** практическая метрология, технология гироскопического ориентирования, спутниковые измерения

**АННОТАЦИЯ.** Применительно к практической метрологии рассмотрена задача определения азимутов базовых направлений, заданных жестко закреплёнными реперами в закрытых производственных помещениях.

В практической метрологии имеются задачи, в которых объект испытаний или исследований необходимо ориентировать относительно определённого направления, в частности, относительно направления на север. Обычно это задачи поверки средств измерений азимута, или задачи ориентирования калибровочного или испытательного оборудования. Для их решения могут использоваться

разнообразные подходы, например, основанные на применении спутниковых технологий, астрономических или традиционных геодезических измерений. Некоторые трудности возникают, когда ориентируемое оборудование находится в закрытом производственном помещении, в котором невозможно применение спутниковых или астрономических методов. Тогда на выручку приходят гироскопические методы измерения азимута, применяемые в геодезии и маркшейдерии.

В данном случае речь идёт об ориентировании по сторонам света оборудования предназначенного для исследования приборов, измеряющих параметры движения, а именно, средствах воспроизведения малых угловых скоростей, испытательных стендах полунатурного моделирования для исследования различных навигационных систем и пр. Примером такого оборудования могут являться установки, входящие в состав Государственного первичного специального эталона единицы угловой скорости (ГЭТ 108-2019) и Государственного первичного специального эталона единиц линейного ускорения и плоского угла при угловом перемещении твердого тела (ГЭТ 94-2001). Хранителем этих эталонов является ФГУП «ВНИИ им. Д.И. Менделеева». Территориально оборудование расположено на производственной площадке института, находящейся в г. Ломоносов, в 40 км от Санкт-Петербурга.

Точная азимутальная привязка установок эталонов позволяет уменьшить составляющие ошибок воспроизведения соответствующих единиц величин. Вместе с тем, месторасположение установок ограничивает перечень применяемых методов для решения этой задачи. Именно эти обстоятельства определяют требования к параметрам точности используемых для этого хранителей направлений и методам передачи значения азимута от них к установкам эталонов. Так, для обеспечения составляющей ошибки воспроизведения единицы угловой скорости, связанной с неопределенностью учета угловой скорости Земли, на уровне 10-10 рад/с, азимут установки для воспроизведения малых угловых скоростей из состава ГЭТ 108-2019 должен быть известен с точностью  $\pm 3'$ . С учетом точности методов передачи от хранителя базового

направления, СКО значения азимута хранителя не должно превосходить  $\pm 15''$ .

Жестко зафиксированное направление, в частности азимут А, внутри производственного помещения может быть задано специальными инженерными элементами или устройствами (реперами): марками, зеркалами, оптическими коллиматорами и др. При этом необходимо контролировать стабильность положения элементов, задающих данное направление. Одним из эффективных методов решения задачи определения и контроля фиксированного направления является использование технологии гироскопического ориентирования, т.е. применение наземных гироскопов [1]. Согласно технологии, которая приводится в эксплуатационных документах геодезических и маркшейдерских гироскопов, перед началом и после окончания работ, выполняемых при ориентировании, определяют приборную поправку. Другими словами, эталонируют прибор, а затем контролируют стабильность поправки. Для этого выполняют две серии пусков гироскопа на стороне с известным азимутом А<sub>0</sub> (на эталонном, или, как принято говорить, на исходном направлении). Одна серия – до, другая – после основных измерений. Поправку Δ находят следующим образом.

$$\Delta = A_0 - G_{0\text{ср}}, \quad (1)$$

где  $G_{0\text{ср}}$  – среднее значение гироскопического (приборного) азимута, определенного из двух серий пусков на исходной стороне.

В нашем случае для обеспечения удобства проводимых работ и повышения точности получаемых результатов было принято решение исходное направление выбрать в пределах территории института по тому же адресу, где было запланировано определение ориентируемых направлений.

Определение азимутов ориентируемых направлений выполнялось с помощью гиротеодолита марки Gi-B2 производства венгерского завода MOM. С целью определения поправки Δ гиротеодолита на прилегающей к лабораторному корпусу территории были заложены репера в точках 100 и 200, как показано на рис.1. Одновременно был заложен репер в точке 300 с целью выполнения необходимых контрольных (угловых) измерений.



Рисунок 1. Сеть измерений для получения позиции п. 200

Для установки контрольных параметров были выполнены 3 серии угломерных измерений внутреннего угла между сторонами 200-100 и 200-300, в том числе с применением высокоточных электронных тахеометров.

В результате было получено средневзвешенное значение контрольного угла, равное  $93^{\circ}24'40,3''$ .

Две серии спутниковых измерений с переустановкой приёмников были проведены тремя приёмниками Topcon Hiper VR. Оборудование было настроено для сбора статических данных со следующими параметрами:

- отслеживание сигналов спутниковых систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Beidou;

- маска обзора неба –  $5^{\circ}$  от горизонта;

- интервал сохранения данных – 5 сек.;

- активирована опция подавления многолучёвости.

Полевые наблюдения с синхронным сбором спутниковых сигналов осуществлялись в течение 2-х часов в каждой серии. Точность центрирования была обеспечена не грубее 0,5 мм. Обработка спутниковых полевых наблюдений проведена в программном комплексе Magnet Tools, версия 6.1.2.0. Для точной привязки района работ использовались статические наблюдения, собранные на дифференциальной станции PC-6(ЛОМ2) сети

референцных базовых станций Санкт-Петербурга, которая зарегистрирована в Федеральном фонде пространственных данных. При постобработке результатов полевых наблюдений были использованы 28 вариантов с различным составом спутниковых систем и разным ограничением обзора неба. Результаты каждого отдельного варианта обработаны с использованием строгого метода уравнивания способом наименьших квадратов. Для каждого варианта выполнена оценка точности и определена среднеквадратическая ошибка положения пунктов в поперечном направлении стороны 200 – 100. При обработке спутниковых измерений осуществлялось сравнение получаемых значений контрольного угла с данными угловых измерений, выполненных точным угломерным способом. Основным критерием выбора вариантов послужила сходимость получаемого значения контрольного угла между направлениями 200 – 100, 200 – 300. В процессе анализа вариантов обработки, данные полученные с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС, Galileo и Beidou были исключены из окончательного результата. В итоговой обработке остались 4 варианта с данными наблюдения спутниковых сигналов систем GPS из 1-ой серии, и было получено значение геодезического азимута стороны 200-100:

$$A_{\Gamma} = 190^{\circ}00'11,5'' \text{ при СКО, равной } 4,6''.$$

Далее был выполнен пересчёт геодезического азимута  $A_{\Gamma}$  в астрономический. Значение геодезического азимута, полученное в системе WGS 84, было пересчитано по методике, описанной в работе [2].

В итоге было получено:

$$A = 190^{\circ} 00'' 11,1''.$$

Таким образом, было получено значение астрономического азимута исходного направления на территории производственной площадки ВНИИМ им. Д.И. Менделеева в г. Ломоносов. Процедура измерений азимутов базовых направлений, которые условно назовём  $A1$  и  $A2$  выполнялась повторяющимися пусками гиротеодолита. на исходном направлении и на направлениях  $A1$  и  $A2$  внутри рабочих помещений лабораторного корпуса. Направление  $A1$  задано реперами, жёстко закреплёнными в бетонном полу стендового помещения, а



направление А2 - оптической осью коллиматора, жестко закрепленного на стене лабораторного бокса. Ориентирование направлений выполнялось гиротеодолитным комплектом, включающим два различных гироблока, что позволило повысить надёжность результатов измерений, т.е. ослабить влияние на конечные результаты ориентирования различного рода ошибок [1]. В итоге многократных пусков гиротеодолита с каждым из двух гироблоков и с учётом соответствующих поправок Δ1 и Δ2 были получены значения астрономического азимута ориентируемых направлений.

$$AA1 = 13^{\circ} 10' 58'' \text{ и } AA2 = 189^{\circ} 45' 02''.$$

Для первого направления СКО составило 8,9", для второго 9,3". Таким образом, использование современных маркшейдерско-геодезических технологий позволило решить поставленную задачу с требуемой для практического использования точностью.

#### **Литература**

1. Воронков, Н.Н., Кутырев, В.В., Ашимов, Н.М. Гироскопическое ориентирование. М.:Недра, 1980. 296 с.
2. Стариков, И.Е., Глейзер, В.И. Спутниковые технологии при решении задач эталонирования при гироскопическом ориентировании. / Современные проблемы инженерной геодезии: тр. Международной научно-практической конференции. 14 ноября 2019г., Санкт-Петербург// Под ред. проф. М.Я. Брыня.- СПб. ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 134-140.

УДК 528.5

### **СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ КОРПОРАЦИИ ТОРСОН ДЛЯ ГЕОДЕЗИИ**

М.Д. Алексеев<sup>1\*</sup>, Г.А. Жуков<sup>1</sup>, В.И. Глейзер<sup>1</sup>

\*office@georibori.ru

<sup>1</sup>ООО «Геодезические приборы», Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электронные тахеометры, спутниковые геодезические приёмники, технология гибрид, системы лазерного сканирования.

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрены современные геодезические средства измерений и технологии, разрабатываемые и поставляемые на российский рынок Японской корпорацией TOPCON.

TOPCON – это Японская корпорация, которая занимает одну из лидирующих позиций в области разработки и внедрения современных передовых геодезических технологий. Разработчики новой техники и программных продуктов, производственные активы и дистрибьюторские дочерние компании, входящие в корпорацию, размещены по всему миру. На территории России тоже есть производственные предприятия корпорации TOPCON. Так, ещё в период самого начала создания первых спутниковых геодезических приемников компания TOPCON открыла в Москве специальный центр разработок Topcon Technology Center (ТТС), специализирующийся на разработке новейших алгоритмов приема и обработки спутниковых сигналов. В настоящее время в ТТС активно работают группы по разработке и тестированию новых продуктов применительно к спутниковым измерениям, точному земледелию, системам управления строительной техникой и др.

В 2016 году началось сотрудничество компании TOPCON с российским предприятием ООО «НПП Измерительные электронные приборы» с целью обеспечить производство ГНСС приемников для российского рынка, и в результате, теперь в Москве выпускают спутниковые приёмники, причём под двумя брендами – TOPCON и SOKKIA.

В последние годы наблюдается бурное развитие геодезических технологий, используемых при выполнении различных проектов, основанных на применении программно-аппаратных комплексов. К таким проектам относятся: создание сетей дифференциальных геодезических станций, обеспечение сбора массивов пространственных данных применительно к ВМ-технологиям в проектировании и строительстве, автоматизация процессов управления дорожно-строительной техникой, автоматизация управления машинами сельскохозяйственного назначения при решении задач точного земледелия и других специальных задач.

Техника, поставляемая сегодня корпорацией TOPCON, обеспечивает ей лидерство в реализации многих проектов.

Остановимся на оборудовании и средствах измерения производства корпорации TOPCON, составляющих основу современных геодезических технологий.

### **1. Электронные тахеометры.**

С этой техникой знаком каждый геодезист. Особо отметим роботизированные тахеометры, которые в последнее время достаточно активно используются специалистами благодаря своим функциональным возможностям. Они позволяют:

- выполнять автоматическое наведение на центр отражающей призмы и слежение за ней,
- выполнять съёмку силами одного специалиста,
- выполнять работы в условиях плохой видимости,
- автоматизировать выполнение круговых приёмов,
- автоматизировать мониторинговые наблюдения,
- выполнять автоматическое сканирование объекта,
- обеспечивать возможность использования в системах 3D нивелирования, т.е. совместно с датчиками, установленными на дорожной строительной технике.

В 2021 году корпорация TOPCON представила на Российский рынок первую в мире систему 3D-позиционирования, разработанную специально для выполнения разбивки и измерений во многих видах работ, так называемый Тахеометр-Навигатор LN-150. Этот инструмент сочетает в себе роботизированный тахеометр и самовыравнивающийся лазерный построитель. Объединив две различные технологии в одном приборе, компания TOPCON предложила новый подход к проведению измерений и выносу точек.

### **2 ГНСС оборудование.**

Компания TOPCON в настоящее время производит спутниковые приёмники геодезического класса, имеющие различные конструктивные особенности и, соответственно, предназначенные для решения различных задач. В различные модификации приборов встроены самые передовые и уникальные ГНСС технологии TOPCON, а именно:

- Fence Antenna™ - Конструкция встроенной антенны, которая обеспечивает захват и надежное отслеживание сигналов даже низко расположенных над горизонтом спутников, позволяя тем самым повысить скорость и точность получения RTK решения на пунктах с ограниченной видимостью неба из-за большого количества препятствий. Использование антенны по данной технологии позволяет принимать сигналы даже в самых труднодоступных местах – у заборов, под полузакрытым навесом, в залесённой местности.

V ang ua rd™ - современная технология обработки спутниковых сигналов, которая поддерживает прием спутниковых сигналов со всех действующих и развивающихся спутниковых систем. Применение данной технологии позволяет принимать в обработку сигналы наилучшей комбинации спутников, увеличить скорость обработки, получать точные результаты измерений, уменьшить общее энергопотребление приемника,

UTC (Universal Tracking Channels) - запатентованная технология универсальных спутниковых каналов, которая позволяет использовать в приемнике меньшее число каналов, чем у конкурентного оборудования, обеспечивая при этом отслеживание всех возможных типов сигналов со всех спутников ГНСС. Универсальный канал принимает любой сигнал от любого спутника.

Lo ng Li nk™ -встроенный модуль дальней беспроводной связи, позволяющий работать в режиме RTK на расстояниях более 300 метров.

Topcon Integrated Lev eli ng Techno log y™ - передовая технология позволяет во время полевых измерений компенсировать влияние наклона приемника от вертикали, включает в себя гибридный инерциальный измерительный блок НІMU, состоящий из гироскопа, акселерометра и магнитометра.

### **3. Технология «Гибрид».**

Технология, объединяющая два способа сбора данных – роботизированным тахеометром и ГНСС-приёмником, что обеспечивает непрерывную съёмку практически на любой местности.

Технология

«Гибрид» предназначен для повышения производительности выполнения геодезических работ. Как следует из названия, здесь предусматривается совместное использование принципиально разных методов сбора данных. В данном случае речь идет о комбинированном комплексном использовании одним специалистом роботизированного тахеометра и спутникового приемника TOPCON.

#### **4. Системы лазерного сканирования.**

Данные системы у корпорации TOPCON представлены стационарными и мобильными моделями. Мобильная система лазерного сканирования TOPCON – IP-S3 – является, в настоящее время, одной из самых легких и компактных, в то же время она обеспечивает высочайшую производительность и позволяет выполнять съемку десятков километров за один рабочий день с необходимой точностью. Наряду с этим в 2019 году корпорация представила уникальный прибор, который представляет собой роботизированный тахеометр с интегрированным компактным высокоскоростным сканером. Эта модель прибора, получившая название GTL-1003, представляет собой единый инструмент для съемки, разбивки и сканирования с высоким разрешением. В новом приборе возможности полноценного роботизированного тахеометра совмещены с компактным и быстрым сканером. За эти несколько лет прибор отлично зарекомендовал себя на Российском рынке и применяется для геодезического контроля в строительстве с использованием информационного моделирования, а также показал высокую эффективность в области обеспечения маркшейдерской разработки закрытых месторождений. В отличие от традиционного стационарного лазерного сканера, использование данного прибора, благодаря высокой скорости сканирования и возможности ориентирования станций с помощью функции тахеометра, позволяет сократить время выполнения работ при регистрации большого количества стоянок почти в два раза.

Таким образом, представленные здесь далеко не в полной мере технические решения корпорации TOPCON отражают процесс развития, одной из ведущих компаний в мире, и свидетельствуют о

том, что эта компания не утрачивает лидерских позиций на мировом рынке геодезических средств измерений и технологий.

УДК 528.242:528.91

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КВАЗИГЕОИДА НА ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Д.Р. Баширова

bashirovadinara97@gmail.com

Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нормальная высота, геодезическая высота, преобразование высот, поправки высот, геоид, квазигеоид, локальная модель, линейные объекты.

**АННОТАЦИЯ.** Предложен алгоритм моделирования локальной поверхности квазигеоида. Рассмотрены основные методы её построения, способы оценки точности и расчета оптимального количества пунктов, необходимых для моделирования.

В настоящее время ГНСС-методы получили широкое распространение, в том числе при строительстве и реконструкции линейных сооружений [1]. И если плановые координаты на сегодняшний день устанавливаются однозначно, то вопрос определения высот с использованием технологии спутниковых определений еще полностью не проработан [2-4]. Отметим, что при использовании спутниковой аппаратуры получают геодезические высоты, а при выполнении геометрического нивелирования определяют нормальные высоты [4]. Таким образом, возникает актуальная задача перехода от геодезических высот к нормальным, решение которой позволит интегрировать спутниковые определения с геометрическим нивелированием [1-5].

Для решения поставленной задачи предлагается выполнить моделирование локальной поверхности квазигеоида. Подчеркнем, что на современном этапе действующие нормативные документы не регламентируют порядок проведения работ по её построению [6-8].

Моделирование локальной поверхности квазигеоида может осуществляться как на основе вычисленных аномалий высот (волновой метод) [4], так и с использованием глобальной модели геоида (например, EGM2008) и предполагает её уточнение (остаточный метод) [3, 5]. Отметим, что для построения поверхности необходимы пункты с известными геодезическими и нормальными высотами, по которым вычисляется аномалия высоты. Часть пунктов должна использоваться как контрольные. Для моделирования предлагается использовать программный продукт Golden Software Surfer и применять следующие методы: Krigging (основан на алгоритмах пространственной регрессии), Local Polynomial Method (аппроксимация точек из пространственной области с помощью подобранного полинома), Radial Basis Function (в качестве радиальной базисной функции может быть использован кубический сплайн) [9], Moving Average (основан на расчете среднеарифметического значения в точках поискового эллипса), Natural Neighbor (вычисление средних взвешенных значений), Minimum Curvature (предполагает использование двумерного сплайна заданной крутизны) [10], Modified Shepard's Method (суммирование по ближайшим точкам среднего взвешенного значения).

Предложен следующий алгоритм моделирования локальной поверхности квазигеоида: импорт данных в программный продукт, создание регулярной координатной сетки и выбор оптимального её шага, выбор метода построения и настройка его основных параметров, оценка точности моделирования на основе результатов статистического анализа и расчета средней квадратической ошибки определения аномалии высоты по контрольным точкам, выбор метода аппроксимации модели. На следующем этапе предлагается провести оценку оптимального количества пунктов, у которых известны геодезические и нормальные высоты, путем последовательного их исключения из построения поверхности и, выполнения оценки точности, используя пункты, не участвующие в построении, как контрольные.

Остаточный метод предполагает учет аномалии высоты глобальной модели геоида и вычисления вектора отклонений.

В результате реализации построения локальной модели квазигеоида возможен автоматический переход от геодезических высот к нормальным путем введения переменных поправок.

### Литература

1. Banasik, P., Bujakowski, K. The use of quasigeoid in leveling through terrain obstacles // Report on Geodesy and Geoinformatics. — 2017. — Дек. — Т. 4, № 1. — С. 57—64.
2. Канушин, В.Ф., Ганагина, И.Г., Голдобин, Д.Н. Современные глобальные модели квазигеоида: точностные характеристики и разрешающая способность. // Вестник СГУГиТ. — 2017. — Т. 22, № 1. — С. 30—46.
3. Обиденко, В.И., Опритова, О.А., Решетов, А.П. Разработка методики получения нормальных высот на территории Новосибирской области с использованием глобальной модели геоида EGM2008 // Вестник СГУГиТ. — 2016. — Т. 1, № 33. — С. 14—25.
4. Ганагина, И.Г., Челнокова, Д.С., Голдобин, Д.Н. Создание модели квазигеоида на локальном участке средствами ГИС // Вестник СГУГиТ. — 2020. — Т. 25, № 3. — С. 14—25.
5. Banasik, P., Bujakowski K., Kudryś J., Ligas M. Development of a precise local quasigeoid model for the city of Krakow – QuasigeoidKR2019 // Reports on Geodesy and Geoinformatics. — 2020. — Май. — Т. 109, № 1. — С. 25—31.
6. ПНСТ 328-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Геодезические сети для проектирования и строительства. М.: Стандартиформ, 2018. – 35 с.
7. СП 317.1325800.2017 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. М.: Стандартиформ, 2018. – 85 с.
8. ГОСТ 32869-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению топографо-геодезических изысканий. М.: Стандартиформ, 2016. – 44 с.
9. Mahbuby, H., Safari, A., Foroughi, I. Local gravity field modeling using spherical radial basis functions and a genetic algorithm // Comptes Rendus Geoscience. — 2017. — Май. — Т. 349, № 3. — С. 106—113.



10. Ezhov, N., Neitzel, F., Petrovic, S. Spline approximation, Part 1: Basic methodology // Journal of Applied Geodesy. — 2018. — Февр. — Т. 12, № 2. — С. 139—155.

## **THE QUASIGEOID LOCAL SURFACE MODELING ON LINEAR OBJECTS**

D. Bashirova

bashirovadinara97@gmail.com

Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University,  
Saint Petersburg

**KEYWORDS:** normal height, geodetic height, transformation of heights, elevation corrections, geoid, quasigeoid, linear objects.

**ANNOTATION.** An algorithm for modeling the local surface of the quasigeoid is proposed. The basic methods of its construction, methods of accuracy estimation and calculation of the optimal number of points necessary for modeling are considered.

УДК 528.721.221.6/.31/.41

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА**

А.А. Шарафутдинова<sup>1,2</sup>

anzhelikaalexeevna@gmail.com

<sup>1</sup> Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I, Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> ООО «Триметари Консалтинг», Российская Федерация, Санкт-  
Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** взаимное ориентирование, внешнее ориентирование, геодезическая сеть, наземное лазерное сканирование

**АННОТАЦИЯ.** В работе приведен практический опыт построения геодезических сетей для съемки промышленных объектов методом наземного лазерного сканирования.

Технологическая схема выполнения наземного лазерного сканирования (НЛС) включает в себя построение геодезической сети (далее сеть) для последующей трансформации геодезических измерений в заданную систему координат. Стоит отметить, что в условиях геодезической съемки промышленных объектов построение сети классическими методами геодезии не учитывают всех особенностей лазерного сканирования. Главная особенность такой съемки – высокая детализация и соответственно большое количество установок станций лазерного сканера (ЛС) для выполнения требуемых измерений. В результате объем измерений представляет собой огромный массив данных, который требуется объединить в заданной системе координат.

Для разработки методики построения сети были выполнены экспериментальные исследования на трех промышленных установках, различных по площади и составу объектов (табл. 1).

*Таблица 1. Сведения об объектах*

№ п/п	Тип технологической установки	Площадь установки, га	Количество станций лазерного сканирования
	Установка подготовки нефти	16	1493
	Установка каталитического крекинга	4,3	1652
	Установка производства аммиака	5,6	2897

Построение сети было выполнено в два этапа: первый – построение и оценка точности положения пунктов опорной сети, координаты которых были определены от исходных пунктов традиционными методами геодезии; второй – построение и оценка точности положения пунктов сканерной сети, координаты которых были определены от пунктов опорной сети. Под сканерной сетью будем понимать сеть, проложенную между пунктами опорной сети и представляющую собой станции ЛС, взаимное ориентирование которых выполняется по точкам сканирования последовательно от предыдущей к последующей станции ЛС.

Технологическая схема построения сети включала в себя следующие работы:

- рекогносцировка объекта для определения наилучшего расположения пунктов опорной сети, специальных марок и станций ЛС;
- разбивка территории объекта на зоны, границы которых совпадают с границами технологических блоков, входящих в состав объекта;
- построение опорной сети с учетом использования наземных методов путем построения линейно-угловых сетей с одновременным определением высот пунктов в прямом и обратном направлении из тригонометрического нивелирования;
- определение пространственных координат специальных марок, которые устанавливаются в радиусе 10–20 м вокруг пунктов опорной сети [1-3];
- построение сканерной сети между пунктами опорной сети и проходящего по границам технологических блоков;
- сканирование специальных марок со станций сканерной сети;
- уравнивание результатов построения опорной сети;
- выполнение взаимного ориентирования всех станций сканерной сети в единую дискретную точечную модель с помощью итерационного алгоритма ближайших точек (ICP) [4-5];
- выполнение внешнего ориентирования единой дискретной точечной модели в систему координат опорной сети аналитическим методом с использованием специальных марок.

Основные результаты построения геодезической сети, а именно средние квадратические ошибки (СКО) определения положения пунктов на вышеуказанных промышленных установках приведены в таблице 2 и 3.

*Таблица 2. Результаты построения опорной сети*

Установка	Кол-во опорных пунктов	СКО определения положения опорных пунктов, мм			Кол-во спец. марок	СКО определения положения спец. марок, мм		
		мин.	сред.	макс.		мин.	сред.	макс.
1	10	2	5	6	65	3	6	7
2	8	3	6	9	29	5	7	9

3	8	3	6	9	52	3	6	9
---	---	---	---	---	----	---	---	---

*Таблица 3. Результаты построения сканерной сети*

Установка	Кол-во станций ЛС	СКО взаимного ориентирования станций ЛС, мм			Среднее значение СКО преобразования координат станций ЛС, мм	СКО определения положения станций ЛС, мм		
		мин.	сред.	макс.		мин.	сред.	макс.
1	132	7	9	15	2	8	18	24
2	62	8	10	14	3	13	18	25
3	97	8	11	13	2	11	18	25

Особенностью предложенной методики относительно классических методов геодезии является учет специфик метода НЛС, таких как: большое количество станций, короткие расстояния между ними и особенности разрешения сканирования, а также методы взаимного и внешнего ориентирования результатов НЛС.

Построение геодезической сети по предложенной методике с учетом разбивки всей территории технологической установки на зоны, позволило обеспечить площадку работ достаточным количеством пунктов для последующего внешнего ориентирования отдельных технологических блоков внутри установки в единую дискретную точечную модель, исключая коллизии со смежными блоками.

### **Литература**

1. Гриднев, С.О., Охотин, А.Л. Анализ погрешностей ориентирно-соединительной съемки, выполненной лазерной сканирующей системой // Вестник ИрГТУ. – 2013. – Т. 80, № 9. – С. 130–139.
2. Горяинов, И.В. О наилучшей конфигурации обратной линейно-угловой засечки и необходимом количестве пунктов для достижения заданной точности // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2016. – № 4. – С. 41–47.

3. Шульц, Р.В. Наземное лазерное сканирование в задачах инженерной геодезии. – Кишинев: Palmarium Academic Publishing, 2013. – 348 с.

4. Gruen, A., Akca, D. Least squares 3D surface and curve matching // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2005. – Vol. 59 (3). – P. 151–174.

5. Besl, P.J., McKay, N.D. A method for registration of 3-D shapes // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1992. – Vol. 14 (2). – P. 239–356.

### **RESULTS OF A GEODETIC NETWORK CREATION DURING TERRESTRIAL LASER SCANNING OF INDUSTRIAL FACILITIES**

A. Sharafutdinova<sup>1,2</sup>

anzhelikaalexeevna@gmail.com

<sup>1</sup> Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university,  
Russian Federation, Saint Petersburg

<sup>2</sup> LLC Trimetari Consulting, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** point cloud registration, datum transformation, geodetic network, terrestrial laser scanning

**ANNOTATION.** The paper presents practical experience in creating geodetic networks for surveying industrial facilities using terrestrial laser scanning.

## **НАПРАВЛЕНИЕ КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА**

УДК 910.4

### **КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ ПЕРВОЙ РОССИЙСКОЙ КРУГОСВЕТНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ 1803-1806 ГГ.**

А.Г. Хропов

khropov@igras.ru

Институт географии РАН, Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** кругосветная экспедиция 1803-1806 гг., Крузенштерн, Лисянский, картографическое наследие, Тихий океан.

**АННОТАЦИЯ.** Обзор карт и атласов, составленных И.Ф. Крузенштерном и Ю.Ф. Лисянским по результатам исследований, проведённых ими в ходе первой российской кругосветной экспедиции 1803-1806 гг.

В 1803-1806 гг. на кораблях «Надежда» и «Нева» была осуществлена первая российская кругосветная экспедиция. Её возглавлял капитан-лейтенант Иван Фёдорович Крузенштерн, совершивший плавание на «Надежде», а «Невой» командовал капитан-лейтенант Юрий Фёдорович Лисянский. Хотя основной задачей экспедиции была доставка первого российского посольства в Японию и провианта на Камчатку и в Русскую Америку, участники плавания провели по пути следования различные океанографические наблюдения, сделали ряд новых географических открытий, а также уточнили местоположение многих ранее уже известных географических объектов на просторах Тихого океана, оставив тем самым очень заметный след в истории отечественной картографии.

Потребовалось несколько лет, чтобы участники первого российского кругосветного плавания смогли обработать, систематизировать и опубликовать результаты своих обширных и разнообразных океанографических, метеорологических, зоологических и этнографических наблюдений.

Первым описание своего путешествия опубликовал в 1812 г. Ю. Ф. Лисянский в виде книги в двух томах и большого атласа под

названием «Собрание карт и рисунков, принадлежащих к путешествию Флота Капитана 1<sup>го</sup> ранга и Кавалера Юрия Лисянского, на Корабле Неве». В нем рисунки занимают лишь три больших листа, а всё остальное содержание составляют карты (табл.1), включая одну большую, на целый разворот атласа (№ 13) и 12 карт размером поменьше, изображающих отдельные проливы, гавани, заливы, острова и архипелаги Тихого океана, где мореплаватель проводил детальные описи и съёмки.

*Таблица 1. Список карт в атласе Ю.Ф. Лисянского (1812)*

<i>№ п/п</i>	<i>Название карты</i>	<i>Географическая привязка и современные названия упомянутых объектов</i>
1	Карта, изображающая пролив, отделяющий остров Свят. Екатерины от матерого берега Бразилии с показанием якорных мест и с промером до города Ностры Синьиоры дель Дестеро. 1804.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-27.477816&amp;lon=-48.557510&amp;z=12&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-27.477816&amp;lon=-48.557510&amp;z=12&amp;m=bs</a> остров Свят. Екатерины – о. Санта-Катарина город Ностры Синьиоры дель Дестеро – г. Флорианополис
2	Гавань Трех Святителей.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=57.144063&amp;lon=-153.491364&amp;z=11&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=57.144063&amp;lon=-153.491364&amp;z=11&amp;m=bs</a> Three Saints Bay на острове Кадьяк
3	Остров Рогевень или Св. Пасхи.	Остров Пасхи
4	Острова Маркизские и Вашингтоновы. [карта врезка] Губа Тай-о-Гаия [карта врезка] Губа Жегауе	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-9.652200&amp;lon=-139.424744&amp;z=9&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-9.652200&amp;lon=-139.424744&amp;z=9&amp;m=bs</a> О-ва Маркизские – юж. группа Маркизских о-ов. О-ва Вашингтоновы – сев. группа тех же о-ов.

		Тай-о-Гаия - бухта Таиохоэ на о. Нуку-Хива Жегауе – безымянная бухта на южном берегу о. Нуку-Хива (неофициальное название – Daniel's Bay)
5	Острова Сандвичевы. [карта врезка] губа Карекекуа	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=20.427013&amp;lon=-157.791138&amp;z=8&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=20.427013&amp;lon=-157.791138&amp;z=8&amp;m=bs</a> Острова Сандвичевы – Гавайские острова <a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=19.477233&amp;lon=-155.927153&amp;z=15&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=19.477233&amp;lon=-155.927153&amp;z=15&amp;m=bs</a> губа Карекекуа – бухта Кеалакекуа на о. Гавайи
6	Карта Российских Владений в Северо-западной части Америки, выбранная из новейших описаний и утвержденная по наблюдениям Флота Капитана и Кавалера Юрия Лисянского, учиненным на Острове Кадьяк и в Новоархангельском Порте. 1805.	
7	Кадьяк с окружающими его островами.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=57.663035&amp;lon=-153.193359&amp;z=8&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=57.663035&amp;lon=-153.193359&amp;z=8&amp;m=bs</a>
8	Залив Чиниатской и гавань Павловская.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=57.730002&amp;lon=-152.422256&amp;z=12&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=57.730002&amp;lon=-152.422256&amp;z=12&amp;m=bs</a> залив Чиниатской – бух. Чиниак (Chiniak Bay) гавань Павловская – St. Paul Harbor
9	Залив Ситка.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=57.18">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=57.18</a>



		<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=61.35&amp;lon=-135.550690&amp;z=10&amp;m=bs">61.35&amp;lon=-135.550690&amp;z=10&amp;m=bs</a> залив Ситка – Sitka Sound
10	Остров Лисянского, у коего корабль Нева стал на мель, 1805 года Октября 15 <sup>го</sup> числа.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=26.063260&amp;lon=-173.966360&amp;z=14&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=26.063260&amp;lon=-173.966360&amp;z=14&amp;m=bs</a>
11	Карта Проливов Гаспарского и Билинтонна.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-2.589145&amp;lon=106.998596&amp;z=9&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-2.589145&amp;lon=106.998596&amp;z=9&amp;m=bs</a> проливы Гаспарский и Билинтонна – пролив Келаса (Гаспар)
12	Карта Пролива Зондского Господина д'Апре де Манневилетта, поправленная по пеленгам корабля Невы.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-6.238855&amp;lon=105.735168&amp;z=9&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-6.238855&amp;lon=105.735168&amp;z=9&amp;m=bs</a>
13	Карта земного шара, выправленная по новейшим описаниям Ф. К. Ю. Лисянским, с показанием пути корабля Невы с 1803 <sup>го</sup> по 1806 <sup>й</sup> .	

Основные свои усилия Лисянский сосредоточил на исследованиях в северо-восточной части океана, их результаты отражены на пяти картах разного масштаба. Это одна обзорная карта (№ 6), а также три детальные карты острова Кадьяк и его бухт (№ 2, № 7 и № 8) и одна детальная карта залива Ситка (№ 9). По пути к основному району исследований Лисянский вместе с Крузенштерном пересёк Атлантический океан и проследовал вдоль восточных берегов Южной Америки. В результате изысканий, проведённых на этом этапе кругосветного плавания, была составлена единственная в «Собрании...» карта, относящаяся к Атлантическому океану (№ 1).

После того как Лисянский, обогнув мыс Горн, вышел на просторы Тихого океана, он по пути в Русскую Америку прошел мимо острова Пасхи, через Маркизские и Сандвичевы (Гавайские) острова, и все эти места также нашли своё отражение на картах, составленных мореплавателем (№ 3, № 4 и № 5). Один из объектов, открытых Юрием Фёдоровичем в Тихом океане, был им удостоен отдельной «памятной» карты (№ 10). Обратный путь мореплавателя из Тихого океана пролегал через Зондские острова. Проходя в начале 1806 г. через проливы Келаса (Гаспар) и Зондский, Лисянский воспользовался картами, уже составленными иностранными исследователями, но он их дополнил и зафиксировал все замеченные неточности. Карты этих двух проливов, «поправленные по пеленгам корабля Невы», также включены в «Собрание...» (№ 11 и № 12).

Вскоре, в 1813-м году, был опубликован и «Атлас к путешествию вокруг света Капитана Крузенштерна» на русском и немецком языках. По сравнению с атласом Лисянского это существенно более объёмное произведение, и его содержание по большей части состоит из гравюр разного размера и самой разнообразной тематики. Они занимают в атласе почти 70 л., в т.ч. несколько сдвоенных, в то время как картам и сопровождающим их гравированным зарисовкам панорам обследованных берегов отведено 40 л., в т.ч. 7 сдвоенных (табл. 2).

*Таблица 2. Список карт в атласе И.Ф. Крузенштерна (1813)*

<i>№ п/п</i>	<i>Название карты</i>	<i>Географическая привязка и современные названия упомянутых объектов</i>
1	Меркаторская карта всего света или генеральная карта к Путешествию Капитана Крузенштерна, с показанием пути Корабля Надежды вокруг Света Изданная в 1813	

	году.	
2	№ III. План Входа в Залив С. Екатерины. 1804 <sup>го</sup> Года.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-27.477816&amp;lon=-48.557510&amp;z=12&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-27.477816&amp;lon=-48.557510&amp;z=12&amp;m=bs</a> Залив С. Екатерины – бухта Баия-Норти (Baía Norte)
3	Карта островов Вашингтона и Мендоза. 1810.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-8.916489&amp;lon=-140.103364&amp;z=15&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-8.916489&amp;lon=-140.103364&amp;z=15&amp;m=bs</a> острова Вашингтона и Мендоза – Маркизские острова.
4	Карта Островов Вашингтона и Мендозы с корабля Надежды видимых 1804 <sup>го</sup> Года в 6 и 7 день Мая.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-8.916489&amp;lon=-140.103364&amp;z=15&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-8.916489&amp;lon=-140.103364&amp;z=15&amp;m=bs</a> острова Вашингтона и Мендозы – Маркизские острова.
5	План Губы Таио-гое на острове Нукагиве в долготе от Гренвича 139°39'45" W в широте 08°56'12" - склонение магнитной Стрелки 4°36'30" восточное. 1804.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-8.916489&amp;lon=-140.103364&amp;z=15&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-8.916489&amp;lon=-140.103364&amp;z=15&amp;m=bs</a> Губа Таио-гое – бухта Таиохаэ (см. Атлас океанов. Тихий океан. 1974. - С. 299-и). Остров Нука-Гива - о. Нуку-Хива
6	План порта Чичагова лежащего в долготе 139°42'15" западной от Гренвича, в широте 08°57'00" S - склонение компаса 4°36'30" О°. 1804.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-8.946060&amp;lon=-140.167286&amp;z=17&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-8.946060&amp;lon=-140.167286&amp;z=17&amp;m=bs</a> Порт Чичагова – безымянная бухта на южном берегу острова Нуку-Хива (неофициальное название – Daniel's Bay).
7	Карта Камчатского берега от Мыса Лопатки до	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=52.072754&amp;lon=158.192139&amp;z=8&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=52.072754&amp;lon=158.192139&amp;z=8&amp;m=bs</a>

	Шипунского Мыса. 1806.	
8	План Авачинской Губы. 1805.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=52.975108&amp;lon=158.546448&amp;z=11&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=52.975108&amp;lon=158.546448&amp;z=11&amp;m=bs</a>
9	Карта Островов Курильских. 1805.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=49.446700&amp;lon=154.544678&amp;z=8&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=49.446700&amp;lon=154.544678&amp;z=8&amp;m=bs</a>
10	План Бухты на Курильском острове Кетой, описанной Российскими Мореплавателями. Смотри Бротона Путешествие Стр. 124.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=47.139994&amp;lon=152.223816&amp;z=13&amp;m=ys">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=47.139994&amp;lon=152.223816&amp;z=13&amp;m=ys</a> Бухта Броутона на севере острова Симушир, по отношению к которому Крузенштерн ошибочно употребляет название соседнего острова Кетой. Карта ошибочно ориентирована на юг.
11	Карта Южного берега Японских островов и пролива Ван-Димена. 1805.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=33.422272&amp;lon=129.924316&amp;z=7&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=33.422272&amp;lon=129.924316&amp;z=7&amp;m=bs</a> Пролив Ван-Димена – прол. Осуми
12	План залива Нангасаки Находящегося в широте N 32°44'50" в долготе от Гренвича 230°07'20"W. Склонение компаса 1°45'36"W. Широта острова Папенберг 32°42'33", его долгота 230°10'32"W. 1805 Года.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=32.713644&amp;lon=129.839687&amp;z=13&amp;m=ys">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=32.713644&amp;lon=129.839687&amp;z=13&amp;m=ys</a> залив Нангасаки – залив Нагасаки остров Папенберг – остров Такабоко (Takaboko-jima 高鉾島)
13	Карта Залива Киузию. 1805 <sup>го</sup> года.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=32.583849&amp;lon=129.278870&amp;z=10&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=32.583849&amp;lon=129.278870&amp;z=10&amp;m=bs</a> Залив Киузию – северная часть залива Амакуса-Нада между островами Гото и городом Нагасаки.
14	Карта Острова	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=36.3">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=36.3</a>

	Нипона и Японского моря с Проливами Ван-Димена, Сангара и Корейского. 1807 <sup>го</sup> года.	68222&lon=134.846191&z=6&m=bs Остров Нипон – остров Хонсю. Пролив Ван-Димена – пролив Осуми. Пролив Сангара – пролив Цугару (Сангарский).
15	Карта Северо-западной части Великого Океана. 1806.	Обзорная карта, охватывающая пространство от 20 до 55 градуса северной широты и от 110 до 175 восточной долготы.
16	Карта Северо-Западной Части Нипона и Западных берегов Острова Ессо или Матзумаия. 1805.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=43.028745&amp;lon=141.295166&amp;z=7&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=43.028745&amp;lon=141.295166&amp;z=7&amp;m=bs</a> Нипон – остров Хонсю. Остров Ессо или Матзумаи – остров Хоккайдо
17	Карта открытий и описей, сделанных в 1804 и 1805 годах на Корабле Надежде под командою Капитана Крузенштерна.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=48.385442&amp;lon=146.425781&amp;z=6&amp;m=w">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=48.385442&amp;lon=146.425781&amp;z=6&amp;m=w</a> Обзорная карта, изображающая Сахалин, Курильские острова, южную часть Камчатки и остров Хоккайдо.
18	N. LXXXX. Карта полуострова Сахалина. 1805 года.	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=50.583237&amp;lon=142.888184&amp;z=6&amp;m=bs">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=50.583237&amp;lon=142.888184&amp;z=6&amp;m=bs</a> полуостров Сахалин – остров Сахалин
19	Исправленная карта, взятая Лордом Ансоном на Гишпанском корабле в 1743 году, с показанием курса, коим обыкновенно плавали Галеоны из Акапулко в Маниллу, и обратно. 1810 года.	
20	Карта мыса Доброй	<a href="http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-">http://wikimapia.org/#lang=ru&amp;lat=-</a>

	Надежды и банки Лагуллас. 1811.	35.191767&lon=23.049316&z=7&m=w Банка Лагуллас – отмель Мыса Игольного
--	------------------------------------	--

Все карты атласа носят характер своего рода отчётных документов о сделанных Крузенштерном открытиях и гидрографических наблюдениях и размещены в строго хронологическом порядке в соответствии с последовательностью ознакомления мореплавателя с теми или иными географическими объектами на своём пути. На всех картах со всеми подробностями прочерчен путь шлюпа «Надежда» с указанием дат местонахождения корабля в конкретных точках маршрута. В начале атласа размещена большая обзорная карта всего мира (№ 1), а остальные, более детальные, материалы посвящены отдельным архипелагам, островам, бухтам или участкам побережья. На «Карте острова Нипона...» (№ 14) Крузенштерн показал не только свой маршрут, но и пути своих предшественников – других европейских мореплавателей, исследовавших берега Японии и омывающие её моря.

Одна из небольших бухт (её современное неофициальное наименование – Daniel's Bay) на южном берегу острова Нуку-Хива (Маркизские острова) была обследована капитанами обоих экспедиционных кораблей и попала на отдельные детальные карты в обоих атласах, но под разными названиями. В атласе Крузенштерна это «План порта Чичагова» (№ 6), а в атласе Лисянского тот же объект закартографирован как «губа Жегауе» (№ 4).

Единственная карта в атласе Крузенштерна, не имеющая прямого отношения к результатам кругосветного плавания российских исследователей – это «Исправленная карта, взятая Лордом Ансоном...» (№ 19). Имеется в виду британский адмирал Джордж Ансон (George Anson, 1697-1762), захвативший одно из испанских судов, курсировавших между мексиканским портом Акапулько и городом Манилой на Филиппинах. На этой мелкомасштабной карте показана часть акватории Тихого океана от Японии и Филиппин на западе до 145° з.д. на востоке.

В «Атласе к путешествию...» лишь только на двух картах не показаны берега, омываемые Тихим океаном. Это «План входа в залив С. Екатерины» (№ 2), куда Крузенштерн и Лисянский заходили по

пути в Тихий океан (см. также карту № 1 в атласе Лисянского), и «Карта мыса Доброй Надежды и банки Лагуллас» (№ 20), изображающая самый юг Африки, который путешественники обогнули в апреле 1806 г., возвращаясь из Тихого океана к родным берегам.

Ещё во время своей кругосветки И. Ф. Крузенштерн приступил к осуществлению своего фундаментального проекта – составлению комплекта подробных карт Тихого океана, изданных в 1824-1826 гг. в виде двухтомного «Атласа Южного моря», главного картографического произведения великого мореплавателя. Помещённая в Атласе «Карта полуострова Сахалина» представляет собой точное повторение карты, уже опубликованной в атласе 1813 г., поскольку после произведённой Крузенштерном в 1804-1805 гг. описи южного, восточного и северного побережья острова Сахалин (который мореплаватель считал полуостровом) никаких новых данных об этом регионе не появилось.

Изучение картографического наследия первой российской кругосветной экспедиции 1803-1806 гг. позволяет по достоинству оценить ту важную роль, которую наши соотечественники И.Ф. Крузенштерн и Ю.Ф. Лисянский сыграли в многовековом процессе накопления географических знаний о Тихом океане.

### **Литература**

1. Собрание карт и рисунков, принадлежащих к путешествию Флота Капитана 1<sup>го</sup> ранга и Кавалера Юрия Лисянского, на Корабле Неве. – СПб: при Морской типографии, 1812.
2. Атлас к путешествию вокруг света Капитана Крузенштерна. – – СПб : при Морской типографии, 1813
3. Хропов, А.Г. Результаты первой русской кругосветной экспедиции в картах и атласах и другие картографические труды И.Ф. Крузенштерна. Outcomes of the first Russian circumnavigation depicted on maps, atlases and other cartographic works by I.F. Krusenstern // Атлас к путешествию вокруг света капитана Крузенштерна. Atlas of Captain Krusenstern's Voyage Around the World. — М. : Паулсен, 2021. — С. 183–190

## CARTOGRAPHICAL HERITAGE OF THE FIRST RUSSIAN CIRCUMNAVIGATION OF THE EARTH 1803-1806

A.G. Khropov

khropov@igras.ru

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow

**KEYWORDS:** circumnavigation of the Earth 1803-1806, Krusenstern, Lisyansky, cartographical heritage, Pacific Ocean

**ANNOTATION.** Review of maps and atlases compiled by A.J. von Krusenstern and Yu. Lisyansky on a base of their explorations carried out during the first Russian circumnavigation of the Earth 1803-1806.

УДК 528(091)

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФРАНЦУЗСКОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ МИССИИ В ПЕРУ 1735-1744 гг.

Е.В. Журавлева

tvarenie@yandex.ru

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** история геодезии, градусные измерения, французская геодезическая миссия.

**АННОТАЦИЯ.** В работе приведен обзор приборов, методов и обработки результатов измерений, к которым прибегали участники Французской Геодезической миссии в Перу при определении длины дуги меридиана в начале XVIII века, выполненный на основе их дневниковых записей и изданных ими научных трудов.

В 1686-1887 гг. свет увидел самый знаменитый труд в истории науки «Математические начала натуральной философии» (лат. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*), в которых, помимо трёх знаменитых законов движения, был сформулирован закон Всемирного тяготения и приведены рассуждения о сжатии Земли. В начале 1730-х гг. во Франции, в научных кругах Парижа разгорались споры о справедливости рассуждений сэра Исаака Ньютона о форме Земли – «*oblatum sive oblongum*» («сжатая или вытянутая»). 23 декабря 1733 г. на ассамблее Академии Наук, молодой астроном Луи Годен (1706-



1760) предложил отправиться в Перу с тем, чтобы там, на нулевой широте, измерить длину дуги меридиана или длину дуги параллели и, наконец, разрешить спор о форме земного эллипсоида.

В 1735 г. из Франции в сторону Кито (современный Эквадор) направилось судно с учёными, которым предстояло выполнить градусные измерения на нулевой широте. Они предполагали измерить дугу, которая на тот момент являлась длиннейшей в истории: четыре градуса меридиана, а сами измерения должны были стать беспрецедентными по точности. На решение этой задачи были выделены большие финансовые и организационные ресурсы: 30 000 ливров государственного кредита, который испанская казна обязалась предоставить Франции и почти 50 000 ливров средств частных инвесторов. Заказаны передовые геодезические приборы – квадранты мастера Ланглуа с двумя зрительными трубами, окуляром и сеткой нитей, точные маятниковые часы и зенитный сектор производства Джорджа Грэхема, а также эталонный «Экваториальный туаз», изготовленный специально для экспедиции. Работы планировалось выполнить за три года.

Однако плохая географическая изученность района работ привела к ошибочному планированию и значительным изменениям в сроках работ.

При обработке измерений не было инструкций и «золотых стандартов», поэтому каждая бригада исходила из собственного опыта и навыков измерений, имела своё мнение о величине и методах вводимых поправок. Явление рефракции только начали исследовать, и эта поправка тоже вызвала много разногласий. Пьером Буге было замечено отклонение отвесной линии в сторону крупных горных массивов, что, как следствие, привело к пониманию неоднородности гравитационного поля.

В этой экспедиции было сделано множество открытий, которые повлияли на развитие геодезии и геодезического приборостроения, равно как на представление о природе и окружающем мире.

Опыт измерений Экваториальной градусной экспедиции – это опыт тщательнейшего для своей эпохи подхода к измерениям и их обработке, который из-за взаимной враждебности участников,

замалчивания результатов и просто несчастного стечения обстоятельств продлил работы на восемь долгих лет.

Автор уверена, что пристальное рассмотрение опыта трёхсотлетней давности, когда того, что мы считаем «золотым стандартом измерений» – проверок, введения стандартных поправок, уравнивания – не существовало, позволит свежим благодарным взглядом посмотреть на свою работу сегодняшним специалистам.

### **Литература**

1. Ferreiro, Larrie (2011). Measure of the Earth: The Enlightenment Expedition that Reshaped Our World. – New York : Basic Books. – 376 p. ISBN 978-0-465-01723-2

2. Jorge, Juan. Observaciones astronómicas y phisicas hechas de orden de S. Mag. en los Reynos del Peru: de los cuales deduce la figura y magnitud de la Tierra y se aplica a la navegación / Jorge Juan. – Madrid : Juan de Zuñiga, 1748. – 396 p

3. The Quest for the True Figure of the Earth: Ideas and Expeditions in Four Centuries of Geodesy (Science, Technology and Culture, 1700-1945) / Michael Rand Hoare. – Routledge, 2017. – 288 p. ISBN 1351883313, 9781351883313

## **GEODETIC APPROACH OF FRENCH GEODETIG MISSION TO PERU (1735-1744)**

E. Zhuravleva  
tvarenie@yandex.ru

**KEYWORDS:** history of geodesy, degree measurements, French geodetic mission.

**ANNOTATION.** This is an overview of instruments used by French scientists during Degree Measurements in Peru (XVIII century). Also a glance to how measurements were performed and the basis on which calculations were made is discussed. We also offer an overview of complicities scientists have experienced through the mission: from snow storms and local robbery to hiding calculation results from one of the groups.

**ГРАВЁР И ИЗДАТЕЛЬ КАРТ  
АЛЕКСАНДР ДМИТРИЕВИЧ САВИНКОВ (1769-1859)**

С.В. Свириденко

svirlan@nlr.ru

Российская национальная библиотека,  
Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** издание карт, старые карты и атласы конца XVIII - начала XIX вв., история картографии, Российская национальная библиотека.

**АННОТАЦИЯ.** Доклад посвящен А.Д. Савинкову (1769-1859), гравёру, участвовавшему в подготовке карт для атласа Российской империи 1792 г., служившему в Военно-топографическом депо, Главном штабе и Морской Типографии, а также издававшему собственные карты. Описываются материалы Отдела картографии РНБ, атрибутированные А.Д. Савинкову.

В истории отечественного издательского дела картоиздание является отдельным течением, подчиняющимся общим тенденциям развития полиграфического производства, но, тем не менее, формирующим особые закономерности и хронологию. Здесь уместно перечислить основные этапы становления картоиздания в России, и отметить, что картоиздание не ограничивалось только тиражированием карт, но и включало их создание. Причём, постоянно расширялся перечень выполняемых работ. С 1698 г. картографические и гравёрные работы осуществлялись в Москве при Оружейной палате, под руководством голландского гравёра А. Шхонебека. С 1705 г. – в Гражданской типографии, где под руководством В.О. Киприянова издавались пособия для Математико-навигационной школы и часть карт, созданных по материалам первых геодезических съёмок в стране. В 1714 г. открылась Гравировальная мастерская при Гражданской типографии в Санкт-Петербурге. С 1721 г. типография при Морской академии в Санкт-Петербурге осуществляла издание морских карт. С 40-х годов XVIII в. основная роль в создании карт принадлежала Академии наук, а именно учрежденному в 1739 г. Географическому

департаменту, карты которого печатались в Гравировальной Палате. В 1785 г. начал работу Географический департамент (ГД) Кабинета Её Императорского величества, карты и атласы которого печатались в типографии при Горном училище. В 1796 г. учреждается Чертёжная Его императорского величества, которая в 1797 г. была переименована в Собственное Его величества Депо карт, с присоединением к нему штата гравёров ГД Кабинета. В 1812 г. Депо карт переименовано в Военно-топографическое депо (ВТД). Его функциями стали: ведение астрономических наблюдений и тригонометрических съёмок, составление, гравирование и печатание карт, надзор над архивами карт, хранение военно-исторических документов. ВТД осуществляло не только топогеодезическое обеспечение войск, но и стремилось удовлетворять потребности гражданского населения, в частности подготавливало и издавало учебные карты и атласы. Также на него были возложены контроль над всеми топографическими и картографическими работами в государстве и цензура готовых к публикации картографических произведений [1].

Издателями карт, помимо государственных учреждений, становились частные лица – составители карт, гравёры, которые также могли выступать в роли составителей. Среди них был Александр Дмитриевич Савинков. Наше внимание обращено к нему в силу того, что его деятельность приходится на период становления частного картоиздания. В отличие от книжного дела, где широко развивалось частное предпринимательство, картографирование непосредственно входила в сферу государственных интересов и ответственности военного ведомства и достаточно строго регламентировалось [2, 3]. Но главным сдерживающим фактором для развития коммерческой картографии являлась сложность и трудоёмкость картографического производства, необходимость долгой и кропотливой подготовки кадров. Все это делало производство карт высокочрезвычайно затратным и слабоокупаемым.

Как высокопрофессиональный картограф Савинков оставил заметный след не только состоя на государственной службе, но и как частный предприниматель. Исследования его жизни и деятельности немногочисленны: небольшая статья в «Словаре русских гравёров» А.Д. Ровинского [4], где отмечено, что А.Д. Савинков – «словорез,

составитель и издатель географических карт и прописей; род<ился> 1769; с 1799 состоял в Депо карт», подготовил карту Германии и ряд гравюр для книг; а также одна статья Ф.А. Шибанова 1971 г. [5]. Выявленные в Российском государственном историческом архиве и Российском государственном архиве Военно-морского флота ранее не известные специалистам документы об А.Д. Савинкове позволяют уточнить биографические данные о нем и охарактеризовать его наиболее яркие картографические работы, большая часть которых отложилась в фонде Отдела картографии Российской национальной библиотеки.

Согласно формулярному списку в документе «О присоединении Географического департамента в ведение Экспедиции»<sup>1</sup> Савинков поступил на службу в 1787 г. учеником-гравёром. После присоединения департамента к Депо карт в «Списке о находящихся в учрежденном при Кабинете Географическом Департаменте г(оспо)д географов, учителях гравированья, граверах и протчих служителях» отмечено: «Александр Савинков от роду лет 25, из солдатских детей, определен на службу 20 января 1787 <...> упражняются в гравировании посредственных ландшафтов, а наиболее упражнялись в вырезывании на ландкартах подписей, но в случае праздного времени раскрашивали и ландкарты; <...> по доброму поведению, и по отменному прилежанию к должности и особливо и по успехам в их мастерстве, устаиваются к производству мастерами»<sup>2</sup>. Сведения о том, где он получил образование как гравёр и составитель карт, пока не выявлены.

Согласно формулярному списку, приведённому в Родословной книге дворян, Савинков «1798 года февраля 18 числа произведен коллежским регистратором, того же года октября 15 по высочайшему повелению из оногo Департамента определен в Депо карт, где и произведен был 1799 года октября 22 губернским секретарем, 1802 года декабря 31 – титулярным советником, 1811 года 10 января по прошению уволен от службы»<sup>3</sup>. То есть, начав службу в 18 лет, Савинкову было 28 лет, когда он стал Мастером, в 29 лет получил

---

<sup>1</sup> РГИА: Ф. 1285. Он. 7. Д. 3. Л. 56-61.

<sup>2</sup> РГИА: Ф. 1285. Он. 7. Д. 3. Л. 56-61.

<sup>3</sup> РГИА: Ф. 1343. Он. 51. Д. 455. Л. 81.

первый чин, еще через год – следующий и через 3 года – 9 класс. Такое повышение в чинах на гражданской службе человека недворянского происхождения, помимо собственно признания мастерства, может еще говорить и о том, что в этот период гравёры ВТД выполняли очень важную государственную работу и труд Савинкова высоко ценился. Мы знаем, что именно в это время в ВТД шли обширные работы по составлению и гравированию т. н. Столистной карты – Подробной карты Российской империи и близлежащих заграничных владений в масштабе 20 верст в дюйме (1:840 000). Поэтому есть основания утверждать, что Савинков принимал в них активное участие.

Рассмотрим некоторые работы, подписанные Савинковым-гравером в период с 1787 по 1811 гг. Впервые его фамилия появляется на картах в атласе Российской империи<sup>4</sup> 1792 г., составленным А. М. Вильбрехтом<sup>5</sup> и изданным ГД Кабинета Е. и. вел.. Это крупноформатный настольный атлас справочного характера, отражающий административное устройство Российской империи, установившееся после «Нового положения о губерниях» 1775 г., и дающий сведения о географии России (гидрографии, густоте и характере населенных пунктов, о разработках полезных ископаемых, растительности). Все карты этого атласа имеют подписи о граверах, создававшими их. Савинковым подписаны 6 карт. Отметим, что при следующем издании атласа 1800 г., вызванного изменением административно-территориального деления России, подписи о гравёрах уже не приводились. В 1793 и в 1794 гг. Савинковым подписаны карты в справочно-учебных атласах, это «Карта Германии» в атласе мира<sup>6</sup> и 4 карты в атласе Российской империи<sup>7</sup>.

---

*4 Российский атлас из сорока четырех карт состоящий и на сорок на два наместничества Империи разделяющий. / сочин., гравир. и печат. при Горном училище. Соч. А. Вильбрехт; гравировали А. Савинков, И. Леонов, К. Ушаков. СПб., 1792. – 1 атл. (тит. л., реестр картам, 44 разв. л.).*

*5 А. М. Вильбрехт (1757–1823) – русский математик, географ, картограф, астроном.*

*6 Карта Германии // Новый атлас или собрание карт всех частей земного шара, почерпнутый из разных сочинителей и напечатанный в Санктпетербурге для употребления юношества в 1793 г. / Грав. А. Савинков, Т. Михайлов; [Сост. А.М. Вильбрехт]. – СПб. : [Географический департамент Кабинета], 1793. – 1 атл. (тит.л., [1] с., 58 л.).*

*7 Карта Смоленского, Калужского и Могилевского наместничеств // Атлас Российской Империи изданный для употребления юношества в 1794 году в Санктпетербурге. [Соч. А. Вильбрехт]; Грав. Ал. Савинков. – СПб. :*

Детальное изучение атласов показало, что в этих изданиях приведены подписи только о гравёре Савинкове. Аналогичная ситуация выявляется в «Морском атласе»<sup>8</sup> – только под первой картой атласа стоит подпись «Гр<авировал> Ал<ександр> Савинков». Можно предположить, что в это время А.Д. Савинков, будучи гравером Депо карт, начал работать «на заказ», в частности для Морской типографии (или Адмиралтейств-Коллегии). Возможно, Савинков настаивал на подписях своих работ в связи с тем, что осуществлял полное гравирование листа, тогда как в то время практиковалось последовательное гравирование листов разными мастерами.

До 1811 г., служа в Депо карт, Савинков выгравировал ряд различных карт, сюжетных иллюстраций и портретов к книгам. В этот же период, а точнее в 1807 г. вышло в свет первое издание, где А.Д. Савинков указан как издатель – «Атлас или собрание карт всех частей Земного шара»<sup>9</sup>. Атлас представляет собой перегравировку атласа Дж. Пинкертон<sup>10</sup> на русском языке. В 1809 г. Савинков выгравировал и издал «Генеральную карту Российской империи»<sup>11</sup>, ставшую ярким примером российской картографии начала XIX в.

Уволившись в 1811 г. из Военно-топографического депо, Савинков в том же году был определен комиссионером в штат Провиантской экспедиции, но вскоре оставил службу<sup>12</sup>. При этом он

---

*[Географический департамент Кабинета]. 1794. – 1 атл. (тит. л., [1] с., 17 л.). Л. 9; Карта Саратовского, Воронежского и Кавказского наместничеств // Там же. Л. 14; Карта Иркутского наместничества с Прилежащими Островами и Западным Берегом Америки // Там же. Л. 15; Карта Минской, Изяславской и Брацловской губерний // Там же. Л. 17.*

*8 Карта Средиземного моря Содержащая берега Италии, Сицилии, Венецианского залива, Далмации, Албании и часть берега Варварии // Морской атлас к плаванью от Архипелага до Берегов Франции для Российской Императорской вспомогательной Эскадры с новейших иностранных карт / издал Морского Кадетского Корпуса ген. майор Голицев-Кутузов; Гравирован под смотрением Е. Кошкина. – СПб. : [Морская типография], 1799. – 1 атл. (тит. л., [1] с., 27 л.) – Л. 1.*

*9 Атлас или собрание карт всех частей Земного шара. / Соч. г-м Пинкертоном ; издан и гравирован Алекс. Савинковым. – СПб., 1807. – 1 атл. (тит. л., [1] с., 40 л.).*

*10 Pinkerton, J. Géographie moderne. – Dentu, 1804. – 224 p. – фр. яз.*

*11 Генеральная карта Российской империи на пятьдесят губерний разделенной. С показанием соседственных владений и больших дорог / Издана и гравирована титулярным советником Ал. Савинковым. – СПб., 1809. – 1 к.*

*12 РГИА: Ф. 1343. Оп. 51. Д. 455. Л. 81.*

продолжал гравировать и издавать карты самостоятельно. В 1811 г. им было издано 4 карты. Две из них, карта мира<sup>13</sup> и карта Азии<sup>14</sup>, отражают географические открытия, и ещё две, карты Европы<sup>15</sup> и Америки<sup>16</sup>, – административно-территориальное деление. Впоследствии эти карты Савинков переиздал как минимум еще 3 раза. В фонде Отдела картографии РНБ выявлены переиздания 1812 г., 1813 г., 1817 г.

С 1812 по 1816 г. Савинков состоял в Главном штабе в должности гравера<sup>17</sup>. За этот период им гравировано 4 карты, из которых 3 изданы ВТД, и одна – иждивением купца Ивана Заикина. Кроме того, в эти годы Савинков самостоятельно издал 13 карт: 5 карт явились переизданием ранее им выпущенных в свет; 4 карты новые, которые он, вероятно, составил и гравировал.

Интересными военно-историческими документами, созданными Савинковым в период Отечественной войны 1812 г., являются планы двух сражений: Бородинского<sup>18</sup> – решающего генерального сражения, ознаменовавшего кризис наполеоновской стратегии, и при реке Чернишне<sup>19</sup> или Тарутинского (по наименованию села), изменившего стратегическую обстановку в пользу русской армии и подтолкнувшего Наполеона к отступлению от Москвы. В 1813 г. Савинков издал также карты, на которых отразились территориальные изменения в России и Европе по итогам войны. Одна из них – «Карта, представляющая среднюю часть Европы...»<sup>20</sup> с художественным картушем, в аллегорической форме представляющим триумф

---

13 *Изображение Земного шара со включением новейших открытий / Издано Алек: Савинковым. – СПб., 1811. – 1 к.*

14 *Карта Азии с показанием новейших открытий Российскими мореплавателями / Издана и гравирована Ал. Савинковым. – СПб., 1811. – 1 к.*

15 *Генеральная карта Европы по новейшему разделению / Издана и гравирована Ал. Савинковым. – СПб., 1811. – 1 к.*

16 *Карта Северной и Южной Америки / Издана и гравирована Ал. Савинковым. – СПб., 1811. – 1 к.*

17 *РГИА : Ф. 1343. Оп. 51. Д. 455. Л. 81.*

18 *План позиции при селе Бородине близ гор. Можайска 1812 г. августа 25 / Грав. А. Савинков. – [СПб. : Военно-топографическое депо, 1812?]. – 1 к.*

19 *План сражения при речке Чернишне между войсками российскими и французскими в 1812 году октября 6-го дня / Грав. титул. советн. Ал. Савинков. – [СПб. : Военно-топографическое депо, 1813?]. – 1 к.*

20 *Карта представляющая среднюю часть Европы с показанием прежних в Германии владений / Издана титул. советн. Ал. Савинковым. – СПб., 1813. – 1 к.*



российского императора Александра I и благоговение Европы перед победителем Наполеона.

В 1816 г. Савинков уволился из Главного штаба и получил аттестат о службе<sup>21</sup>. Сведений о службе с 1816 по 1818 гг. выявить не удалось. Однако в это время им было издано 5 карт и 1 атлас<sup>22</sup>. Последний, вышедший в свет в 1818 г. без указания автора и издателя, является переизданием атласа 1807 г., поэтому может быть ему же атрибутирован [6, № 11].

В 1818 г. Савинков поступил на службу в Морскую типографию, а в 1820 г. был награжден орденом Святой Анны 3 степени<sup>23</sup>. Пожалованный Савинкову чин 8 класса дал ему право на получение потомственного дворянства<sup>24</sup>. В этом же 1820 г., Савинков представил план Санкт-Петербурга<sup>25</sup>, обратившись с рапортом к Директору Морской Типографии фон Гейзеру за разрешением на «выпуск в публику <...> плана <...> обгравированного» им «в свободное время и своим иждивением»<sup>26</sup>. Он стал самым известным произведением Савинкова. Первое издание разрешённого к изданию Адмиралтейским департаментом плана 1820 г. хранится в Государственном историческом музее [7, № 197]. В отделе картографии РНБ есть только переиздание плана 1825 г., на котором нанесена граница затопления при наводнении 7 (19) ноября 1824 г.<sup>27</sup> План окаймляют двадцать великолепно исполненных гравюр архитектурных памятников Санкт-Петербурга.

Во время службы в Морской типографии с 1818 по 1822 гг. Савинков, помимо гравирования карт по долгу службы (им

---

21 РГАВМФ: Ф. 384. Оп. 1. Д. 40. Л. 77.

22 Атлас или собрание карт всех частей Земного шара собранной из разных сочинителей / Издан и гравирован в Санктпетербурге 1818 года. – СПб., 1818. - 1 атл. (тит. л., [1] с., 40 л.).

23 РГИА: Ф. 1343. Оп. 29. Д. 189. Л. 5.

24 РГИА: Ф. 1343. Оп. 29. Д. 189. Л. 7.

25 План столичного города Санкт-Петербурга. Означенная глубина в реке Неве и форватерах в футах = Plan de la ville capitale de S-t. Petersbourg / Издан и гравирован : А:С: [авинков]. – СПб., 1820; То же Испр. и доп. СПб., 1825.

26 РГАВМФ: Ф. 384. Оп. 1. Д. 45. Л. 302.

27 Самое разрушительное наводнение за всю историю города, когда вода поднялась на 4,14-4,21 м выше ординара, было разрушено 462 дома, поврежден 3 681 дом, погибло 600 человек (не считая без вести пропавших), общий ущерб составил 15-20 млн. р.

неподписанных), выпустил 3 карты, которые являются переизданиями ранее им изданных.

В 1822 г. Савинков подал прошение об увольнении от службы «по слабости здоровья». Прошение Савинкова было удовлетворено, и он был уволен с получением чина 7 класса<sup>28</sup> и отмечен отзывом директора типографии: «В знании же своего искусства то довольно известен публике своими географическими изданиями ландкарт и планов, по службе же всегда вел себя честно и добропорядочно за что и отличаем был монаршими наградами»<sup>29</sup>. В 1822 А.Д. Савинков поступил на службу в Гоф-Интендантскую контору Смотрителем при загородных селениях. Прослужил там до 1824 г. Уволен был по состоянию здоровья<sup>30</sup>.

После 1822 г. Савинков продолжил издавать карты и планы. Нами было выявлено 11 изданий: планы Санкт-Петербурга (с переизданиями)<sup>31</sup> в м-бе 1:21 000<sup>32</sup> (1830, 1831, 1832, 1835, 1838, 1849 гг.), в м-бе 1:25 200<sup>33</sup> (1836, 1839, 1841 гг.); план Москвы с видами города по рамке<sup>34</sup>; атласы Российской империи<sup>35</sup> и мира<sup>36</sup>. Причем «Всеобщий атлас...» оказался весьма конкурентоспособен и имел несколько переизданий (1832, 1836 гг.) [6, №87-90, С. 190-197].

---

28 РГИА: Ф. 468. Оп. 4. Д. 452. Л. 5-6

29 РГАВМФ: Ф. 384. Оп. 1. Д. 48. Л. 41.

30 РГИА: Ф. 470. Оп. 4. Вн.оп. 539/1546. Д. 153. Л. 47.

31 В переизданиях основные изменения касаются застройки города. Для печатания каждого плана была использована одна доска, заметны подчистки в тех местах, где вносились изменения в гравюре.

32 План столичного города Санктпетербурга / [Издан А. Савинковым]. М-б 250 саж. в 1 дм. (1: 21 000). – СПб., 1830. – 1 к.

33 План города Санктпетербурга с довол. Воен.-Топогр. Дено / издан 1830. Вновь поправлен 1836 года Г-м Савинковым. + Описание к плану города С.Петербурга, изд. г. Савинковым 1836 года. М-б 300 саж. в 1 дм. (1:25 200).

34 План столичного города Москвы [Карты] = Plan de la ville capitale de Moscou / Изданный надв. сов. Савинковым 1827 года. – СПб. : А. Д. Савинков, 1827. – 1 к.

35 Атлас Российской империи содержащий в себе 51 губернию, 4 области, Царство Польское и Княжество Финляндское: с показанием больших и малых почтовых и проселочных дорог, с означением числа верст: служащий для пользы юношества, обучающегося российской географии, и путешествующим в дорогах / Изданный с одобрения Военно-топографического дела надворным сов. и кав. А. Савинковым. – СПб., 1829. – 1 атл. (тит. л., [1] с., 63 л.)

36 Всеобщий атлас или собрание карт всего Земного шара Изданный для пользы юношества по руководству Г-на Арсеньева и других / с одобрения Военно-топографического Дено. – СПб. : А. С[авинков], 1829. – 1 атл. (тит.л., [1], 32 л.).

Произведениям Савинкова свойственен высочайший художественно-графический уровень. Особо следует отметить мастерское шрифтовое оформление, плотную информационную и топонимическую нагруженность, при этом элементы разного уровня легко читаются, они чётко акцентированы и пропорционально начертаны.

А.Д. Савинков прожил долгую жизнь, был женат (с 1793 г.) на Екатерине Алексеевне Ярославцевой, имел двух сыновей и 5 дочерей. У Савинковых был собственный дом на ул. Бассейной, № 51<sup>37</sup> и усадьба в селе Дворищи на реке Иловка в Вышневолочковском уезде Тверской губернии (современная деревня Дворищи Лесного района Тверской области на реке Иловец). Старший сын Михаил (1804–?), служил квартальным надзирателем в Петербургской полиции, вышел в отставку в чине коллежского асессора. Благодаря хлопотам Михаила Александровича Савинкова о выдаче его детям наследственных дворянских грамот, и сохранились выявленные документы, в которых отмечено «о внесении рода Савинковых в третью часть Дворянской Родословной книги»<sup>38</sup> в 1849 г. Младший сын – Петр (1816–1893), учился в Морском кадетском корпусе, служил на Балтийском флоте, руководил гидрографическими работами, вышел в отставку в чине капитана 1-го ранга.<sup>39</sup> Именно от Петра Александровича остались выявленные документы о смерти его отца в 1859 г.<sup>40</sup>

Родившись в екатерининское правление и завершив свой путь на пороге «великих реформ» Александра II, А.Д. Савинков был современником пяти царствований и испытал все перипетии политической, культурной и общественной жизни России конца XVIII – первой половины XIX в., отражение которых мы находим в его произведениях. В начале XIX в., в непростых для частного картоиздания условиях, А. Д. Савинков добился успеха благодаря не только предприимчивости и решительному характеру, но, в первую очередь, высокому уровню картосоставительского и гравировального

---

37 Атлас тринадцати частей С.Петербурга С подробным изображением набережных, улиц, переулков, казенных и обывательских домов / Сост. Н. Цылов. – СПб., 1849. С. 207.

38 РГИА: Ф. 1343. Оп. 29. Д. 189. Л.14, 19.

39 РГАВМФ: Ф. 432 Оп. 5. Д. 2200. Л. 429.

40 РГИА: Ф. 468. Оп. 4. Д. 452. Л. 8.

мастерства. Это дает основания отнести А.Д. Савинкова к числу видных картографов Отечества конца XVIII – начала XIX вв.

### **Литература**

1. Исторический очерк деятельности Корпуса военных топографов, 1822-1872. – СПб : [б. и.], 1872. – [787] с. разд. паг., [6] л. к.

2. Орлов, М. Ю. Становление коммерческой картографии в России // Геодезия и картография. - 2016. – № 7. – С. 50-61.

3. Орлов, М. Ю. Истоки развития частной гражданской картографии в России // Геодезия и картография. - 2019. – Т. 80. № 6. – С. 50-64.

4. Подробный словарь русских граверов XVI-XIX вв. / Сост. Д.А. Ровинский : С 720 фототип. и 210 цинкограф. : [В 2-х т.]. – СПб, 1895. – Т. 2. Стб. 857.

5. Шибанов, Ф.А. Русские картографы-граверы XVIII–XIX вв. А.Д. Савинков // Очерки по истории отечественной картографии. – Л. : Изд-во Ленинградского ун-та, 1971. – С. 79-85.

6. Русские географические атласы XIX век. Сводный каталог. Выпуск 1. 1801-1840 гг. – Л. : ГПБ, 1967.

7. Печатные планы Петербурга-Петрограда. 1703-1917. Сводный каталог. – Л., 1966.

## **THE ENGRAVER AND MAP PUBLISHER ALEXANDER DMITRIEVICH SAVINKOV (1769-1859)**

S. Sviridenko.

svirlan@nlr.ru

The National Library of Russia, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** map publishing, old maps and atlases of the late 18th - early 19th centuries, history of cartography, National Library of Russia.

**ANNOTATION.** This report is dedicated to a famous engraver A.D. Savinkov (1769-1859). He was one of those who prepared maps for the Atlas of Russian Empire 1792, he served in the Military Topographic Depot, in the Main Headquarters and in the Marine Typography, and also published his own maps. The materials attributed to A.D. Savinkov from

the Cartography Department of the National Library of Russia are described in this report.

УДК 528

**СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ»**

А.С. Богданов<sup>1\*</sup>, С.В. Тюрин<sup>2</sup>, А.Д. Воитков<sup>2,3</sup>

\*agikspb@mail.ru

<sup>1</sup> Ассоциация Геодезии и Картографии, Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский Государственный Университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>3</sup> Сахалинский Государственный Университет, Российская Федерация, Сахалинская область, Южно-Сахалинск

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** история геодезии, интерактивная карта, онлайн картография, веб ГИС.

**АННОТАЦИЯ.** Описание процесса создания адаптивного сайта с интерактивной картой на основе данных истории развития картографии и геодезии в городе Санкт-Петербург.

Неотъемлемой частью истории Санкт-Петербурга является история развития геодезии и картографии. Многие исторически значимые объекты не выдерживают нескончаемого течения времени и неостановимого антропогенного воздействия. Трудности возникают также из-за их большого количества, накопленного за годы жизни и роста Санкт-Петербурга. Контролировать состояние всех памятников истории из одной лишь области геодезии и картографии непросто. Отсутствие подобных ресурсов с отображёнными историческими объектами отрицательно сказывается на возможностях знакомства и изучения данной тематики у людей, интересующимися историей развития картографии и геодезии в городе Санкт-Петербург.

Исходя из этого возникает потребность в создании общедоступного ресурса для просмотра исторических объектов, связанных с геодезией и картографией, с географической привязкой,

что упростит контроль и наблюдение за сохранностью культурного наследия. Наиболее подходящим решением для отображения местоположения самых значимых памятников истории отрасли, их характеристик, гиперссылок на источники, фотографий и прочей полезной информации является – интерактивная карта.

Главным же преимуществом интерактивной карты и ключевым отличием от классических печатных карт, которые являются «слепок» текущей ситуации в момент её подготовки и издания, представляется возможность обновления и актуализации данных в соответствии с происходящими изменениями. Это играет достаточно важную роль в ситуации, когда создаётся проект, рассчитанный на долгосрочную перспективу использования.

Изученные материалы о геодезических и картографических работах, проводимых на территории города Санкт-Петербурга [1-4], послужили основой для формирования баз геоданных ресурса. Рассмотренные возможности веб-картографии и анализ существующих примеров интерактивных карт [5-10], помогли определиться с выбором платформы для реализации проекта, подчеркнуть основные достоинства и недостатки имеющихся в сети проектов и учесть их в своей работе.

На интерактивной карте «Санкт-Петербург геодезический» размещены различные исторические объекты, являющиеся историческим наследием отрасли, – важные точки геодезической и картографической истории, предприятия, учебные заведения картографического, геодезического и изыскательского направлений, а также результаты трудов по созданию и развитию геодезических/нивелирных сетей и др.

Особое внимание уделено обеспечению кроссплатформенности, так как наиболее удобно будет иметь возможности воспользоваться интерактивной картой как находясь на местности с помощью мобильного устройства (рис.1), так и в офисе или из дома через стационарный компьютер или ноутбук (рис. 2). Нами разработан и опубликован интернет-сайт, включающий в себя элементы геоинформационной системы (<http://spbgeo.xyz/>). Создание подобного ресурса может сыграть важную роль в популяризации истории

развития геодезической и картографической отрасли в Санкт-Петербурге.

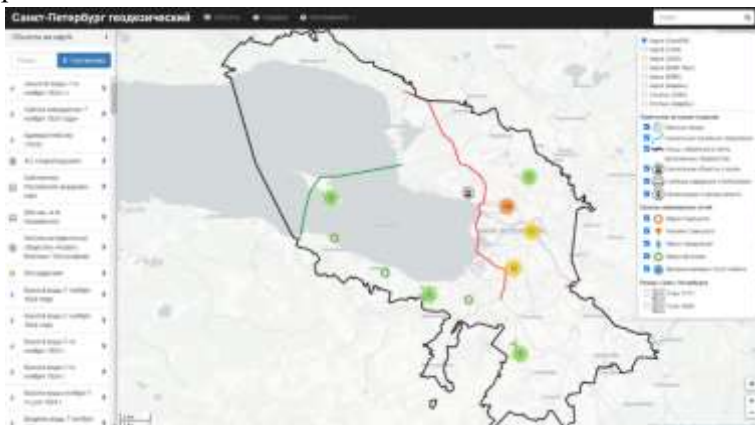


Рисунок 1. Макет мобильной версии.



Рисунок 2. Скриншот интерактивной карты «Санкт-Петербург геодезический»

В настоящее время рассматриваются перспективы роста и расширения интерактивной карты, подводятся промежуточные итоги, а также поднимаются вопросы дальнейшего совершенствования применяемых технологий.

### **Литература**

1. Богданов, В. И., Малова, Т. И. Геодезические и картографические работы Ф.В. Бауера в связи с катастрофическим наводнением Невы 1777 г. // Немцы в Санкт-Петербурге. Биографический аспект. XVIII – XX вв. Вып. 5. – СПб : Изд-во МАЭ РАН, 2009. – С. 12-29

2. Савицкий, М.А. Записка об исследованиях относительно местности города С. Петербурга, произведенных по поводу предположенного составления проекта для отвода нечистот из города и для устройства в оном мостовых. – СПб : Тип. т-ва "Обществ. польза", 1882.

3. Витрам, Ф.Ф. Нивеллировка между Кронштадтом и С.-Петербургом в 1892 году. – Санкт-Петербург: Тип. Морского министерства, 1894.

4. Капцюг, В.Б. Центр пункта «Кабози» астрономо-геодезической сети СССР. Научный паспорт памятника истории науки и техники. — Л : Ленинградское отделение ИИЕиТ АН СССР, 1983.

5. StoryMapJS: официальный сайт (дата обращения 01.09.2021). URL: <https://storymap.knightlab.com/> –URL: <https://maphub.net/> – MapHub: официальный сайт (дата обращения 01.09.2021).

6. СПбГид.рф: карта Санкт-Петербурга (дата обращения 01.09.2021). URL: <https://www.spb-guide.ru/map.htm> –URL: <https://www.etovidel.net/sightsmap.php> – Карта достопримечательностей (дата обращения 01.09.2021).

7. Карта возраста домов: официальный сайт (дата обращения 01.09.2021) URL: <https://how-old-is-this.house/>

8. Геодезическая дуга Струве: официальный сайт (дата обращения 01.09.2021) URL: <https://www.struvearc.ru/>



**CREATING AN INTERACTIVE MAP  
«SAINT PETERSBURG GEODETIC»**

A. Bogdanov<sup>1\*</sup>, S. Tjurin<sup>2</sup>, A. Voitkov<sup>2,3</sup>

\*agikspb@mail.ru

<sup>1</sup> Association of Geodesy and Cartography, Russian Federation, Saint Petersburg

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

<sup>3</sup> Sakhalin State University, Russian Federation, Sakhalin Oblast, Yuzhno-Sakhalinsk

**KEYWORDS:** History of geodesy, interactive map, online cartography, web GIS.

**ANNOTATION.** Description of the process of creating an adaptive website with an interactive map based on the history of cartography and geodesy in the Saint Petersburg.

УДК 528.91

**ТОПОНИМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО РУССКОГО СЕВЕРА  
НА НИДЕРЛАНДСКИХ КАРТАХ XVII В. ИЗ ФОНДОВ ОТДЕЛА  
КАРТОГРАФИИ РОССИЙСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ  
БИБЛИОТЕКИ**

Е.С. Драницына

cart@nlr.ru

Российская Национальная библиотека, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нидерландские картографы, приполярный регион, Кольский полуостров, Новая Земля, Вайгач, названия географических объектов.

**АННОТАЦИЯ.** краткий обзор географического и топонимического содержания нидерландских карт XVII в. из фонда Отдела картографии РНБ.

Русский приполярный регион с XVI в. был ареной геополитической и торговой конкуренции европейских стран, в первую очередь Великобритании и Нидерландов, прорывающихся в

Индию и Китай северными морями. Конечной их целью было вытеснить местных жителей с “холодных земель” и овладеть их промысловыми угодьями. Однако европейские проекты встретили отпор. Преодолев Смуту (1598–1613 гг.), Москва усилила контроль над Северным морским путём, дорогу в Сибирь закрыли крепости и остроги, а каждый иностранный торговый корабль подвергался тщательному досмотру. Попытки достигнуть Индии и Китая через Россию также оказались бесплодны, но открытие русского рынка дало мощный толчок развитию экономики. На новый виток в XVI–XVII вв. вышла и западноевропейская картографическая наука благодаря возможности вести собственные наблюдения, а в первую очередь благодаря доступу к сведениям русских землепроходцев. Побережье Северного Ледовитого океана в XV–XVI вв. было уже освоено русскими, и в русских лоциях и чертежах правильно отображался Северный морской путь на всей его протяжённости. Благодаря высокому качеству судов и морской выучке, они ходили на Грумант (Шпицберген) и Новую Землю, проходили за Вайгач к сибирскому побережью, основывая поселения, изучая природные условия, совершенствуя технику судостроения и судовождения. Европейцам за пределы Югорского полуострова продвинуться не удавалось из-за незнания ледовых условий и правильных сроков навигации, из-за отсутствия должного навигационного обеспечения и навыков выживания в суровых природных условиях [1, 2, 3, 4].

Фонд Отдела картографии Российской национальной библиотеки (РНБ) позволяет увидеть образ Русского Севера на различных исторических этапах, в частности рассмотреть его как объект картографирования в XVII в., на рубеже Средних Веков и Нового времени в истории России. Сегодня, за недоступностью русских карт этого периода, степень изученности приполярных территорий показывают зарубежные картографические источники, и наиболее ярко – материалы доминировавших на международных рынках XVII в. Нидерландов. В Отделе картографии хранятся произведения ведущих нидерландских картографов: карта Арктики В. Баренца (1550–1597), сохранённая выжившими участниками экспедиции, гравированная Б. ван Дутхумом (1555–1611) и выпущенная в свет К. Класом (1551–1609); работы Я. Янссония (1588–1664), Я. Тёниса

(16??–1679), Я. Колома (1600–1673), Х. Донкера (1626–1699), Я. Блау (1596–1673), П. Госа (1616–1675), Й. ван Лона (1611–1686), Н. Висхера II (1649–1702), Ф. де Вита (1629/1630–1706), Й. ван Кёлена (1654–1715). Названные издания – преимущественно обзорные навигационные карты, показывающие побережье от северо-западной оконечности Кольского полуострова до Югорского полуострова в целом и участки побережья более детально [5].

Нидерланды в своей экономической экспансии достигли Русского Севера в конце XVI в., а в XVII в. уже поставляли на русский рынок товары из Франции, Италии, Испании. После изгнания из России в 1649 г. английской “Морской торговой компании”, позиции Нидерландов значительно укрепились. Накопление сведений о географии и хозяйственной деятельности России осуществлялось как в ходе экспедиций, так и через представителей нидерландских торговых домов. И сегодня дневники, описания и отчёты путешественников остаются для исследователей ценнейшим источником информации [6].

Нидерландам досталась и победа в картографической конкуренции XVII в. Нидерландские карты русского полярного региона дают подробную характеристику акваторий и прибрежных территорий: показывают глубины, мели, подводные скалы и камни, якорные стоянки, некоторые формы рельефа, прибрежные населённые пункты, стойбища, захоронения, служащие одновременно навигационными ориентирами отдельно стоящие строения (сторожка, дом лоцмана, колокольня) и кресты (поклонные, обетные, памятные). Рисунки и тексты рассказывают о природе региона, о промыслах местного населения, об иноземных путешественниках.

Ярко высвечивается картина жизни и освоения полярного региона в названиях географических объектов. Они дают информацию о физико-географических свойствах и облике местности, процессах заселения территории, особенностях хозяйственной деятельности, хранят память о людях и произошедших здесь событиях.

На нидерландских картах топонимический слой отличается этимологическим разнообразием. Русскоязычные топонимы даны в переводе или в латинской графике, причём их орфография меняется от карты к карте и порой значительно изменяет оригинальное название.

Фиксируются топонимы не только русского происхождения, но и напоминающие о давнишнем соседстве топонимы саамского, карельского, финского, ненецкого происхождения – топонимы северных народностей, ассимилированные русскими. Некоторые объекты находились в зоне особого интереса иноземцев и свободы их топонимической фантазии. Они представлены под названиями, которые им присвоили экспедиции В. Баренца в 1594–1597 гг., внесшие значительный вклад в исследования Новой Земли [7, 8].

Обращение к картам выявляет некоторые закономерности в распределении топонимической нагрузки. Так, при изображении акваторий и территорий Кольского полуострова преобладают исконные названия:

- регион **Лапландия**, *Lappia* [15], *Lapland* [16]. Это название произошло от устаревшего названия народности – “лопь, лопари, лапландцы”, т. е. “народ, живущий на краю света, у северных пределов”, и заимствовано из скандинавских языков; термин “лопь” появляется в русских источниках с конца XIV в. Русская Лапландия включает территории Кольского полуострова. Фигурируют на картах название “*Laponie moscovite*” и бытовавшее до XVIII в. название “*Terskoj volok*” [17], т. е. “Терский волок”, название, образованное предположительно от финского “тэрма” или саамского “терь”, т. е. “обрыв, высокий берег”; также это название связывают с волостью Тре в Новгородской Республике. Среди географических объектов Кольского полуострова на картах отмечены: полуостров **Рыбачий** – до начала XVI в. ещё бытовали русские названия “Мотка” и “Мотовский наволок” (от саамского “перешеек”); англичанин С. Барроу в своих отчётах называет его “мыс Кегор”, а голландец Г. ван Линсхотен, участник экспедиции 1594 г., – “землёй Кегот, называемой рыбачьим полуостровом”. Такие названия мы чаще всего и видим на картах: “*Kegor*” и “*Visschers Eylant*” [16]. Кегорами у поморов именовались олени пастбища, а название “Кегор” впоследствии закрепилось за мысом Кекурский на северной оконечности полуострова Рыбачий, представляющего собой высокие столбообразные чёрные скалы, по-поморски “кекуры”; река **Кола**, *Kola* [16], получившая название предположительно от саамского “коль”, т. е. “золото” или от финно-угорского “куль” т. е. “рыба”; город

**Кола**, Cola [15], Kola [16], основанный в 1565 г., к концу XVI–началу XVII в. единственный опорный пункт в Заполярье; остров **Кильдин**, i. Kilduyn [16], предположительно названный от финно-угорского слова “куль” т.е. “рыба”; мыс **Святой Нос**, Swetenoes [16], опасный в прибрежном плавании, название которого связано с деяниями св. Варлаама Керетского, в частности с преданием о заклании огромных червей, топящих корабли; остров **Лумбовский**, Lombascho [16], название которого образовано от саамского “лумбал”, т.е. “проточное озеро”;

- город **Архангельск**, Archangel [16], “S. Michael Archangel” [18], в XVII в. центр русской внешней торговли, начало ему было положено основанием крепости Новые Холмогоры в 1584 г. вокруг монастыря во имя архангела Михаила;

- мыс **Канин Нос**, Candenoës [17], получил название предположительно от ненецкого диалектного “канинз’ь”, т.е. “мёрзнуть”;

- остров **Колгуев** (устаревшее название Калгуев, ненецкое Холгюв), Colgoyen [16], Kolgoi ostrof [18]. Название ему дано поморами в честь погибшего рыбака Ивана Калгова или произошло от древнефинского “коллагуе”, т.е. “треугольник, треугольный”.

- остров **Моржовец**, Morsonowitz [17], был назван так из-за некогда обильного моржового промысла.

Часто одному объекту соответствуют два названия, иноземный и исконный; в качестве примера назовём острова **Нокуев** и **Сосновец**. Остров **Нокуев** чаще всего обозначен как “Noock ostrove al Nagel Eylant” [16], от нидерландского “nagel”, т.е. “коготь, гвоздь”; позже Ф. П. Литке описывал его так: “Он каменист и высок, а особенно северная его оконечность, отличающаяся крутым, кругловершинным холмом, превосходящим высотой даже и прилежащий матёрый берег, по которому остров со всех сторон весьма легко узнать можно. Южная его оконечность соединяется с матёрым берегом каменным рифом, в малую воду высыхающим” [9]. Остров **Сосновец** закрывает губу Сосновку, в которую впадает берущая начало в Сосновском озере река Сосновка; остров служил ориентиром для мореплавателей, а восточная часть Сосновской салмы предоставляла безопасную

рейдовую стоянку; на картах он получает второе название “Крестовый” из-за обилия крестов: “i. Sousnowits al Cruys Eyl.” [16].

При изображении удалённых от торговых центров побережий Вайгача и Новой Земли топонимическое наполнение карт меняется. Более красноречивыми становятся попытки вовлечь регион в орбиту нидерландского влияния. Неоспоримое первенство освоения Новой Земли принадлежит русским промысловикам. Однако новоземельский регион был важен для иностранцев как в контексте его изучения, так и в промысловых перспективах. Здесь они выказали “особенную страсть давать свои имена землям и местам, уже прежде открытым и названным” [9]. Среди нидерландских названий выделяются те, что имеют антропонимический или политический подтекст, в отличие от названий русских, мотивировкой которых чаще всего служат физико-географические характеристики и облик местности. Нидерландские названия соперничают с русскими, и многие из них сохранились до сего дня.

Под укоренившимися русскими именами фигурируют:

- остров **Вайгач**, Vaygats [19], название которого предположительно происходит от ненецкого “Вай Хабць”, т.е. Остров страшной гибели или Земля смерти; по мнению В. Даля – от северорусского “наносной, намывной”; голландцы также называли его Енкгейзенским островом в честь города, где снаряжались суда для экспедиции 1594 г. (нидерл. Enkhuizen, в современном русском написании Энкхёйзен);

- архипелаг **Новая Земля**, Nova Zembla [20], Nova Zemla [21], сохраняет на картах название, данное новгородцами ок. XII в. и являющееся предположительно калькой с ненецкого “едей-я”; поморы же, чьи промыслы на Новой Земле датируются XVI в., называли архипелаг Маткой, что сохранилось в названии пролива Маточкин Шар.

Некоторые нидерландские наименования вошли в русскую топонимическую систему:

- полуостров **Адмиралтейства**, Admiraliteyts Eyl. [21], остров в 1594 г., когда получил это название, ныне полуостров в результате тектонических поднятий суши;

- мыс **Медвежий**, Berefioert [22], получил название в 1594 г. из-за увиденного там белого медведя;

- **Оранские острова**, D'Eylanden van Orange [22], получили название в 1594 г. в честь правящей династии Нидерландов, младшей ветви графского рода Нассау;

-мыс **Желания**, den hoeck des begeerte [22], получил название в 1596 г.; Г. де Вер, “летописец” экспедиций В Баренца, рассказывает, что к мысу путешественники подошли при благоприятном ветре, и к ним вернулась надежда;

- мыс **Флиссинген**, Vlissinger hoost [22], получил название в 1596 г. в честь нидерландского города Флиссинген, который в 1572 г. поддержал гэзов в борьбе с испанцами;

- бухта **Ледяная гавань** и мыс **Ледяной гавани** (северный входной мыс), den verwinter hoeck [22], где голландцы зимовали в 1596–1597 гг.;

Среди названий, которым суждено было остаться лишь на картах, отметим:

- мыс **Мушерона**, Moucheroës hoeck [19], назван в честь купца Б. Мушерона, одного из инициаторов экспедиций 1594–1596 гг., ныне мыс **Гребень**;

- мыс **Идолов**, Afgoden hoec [16], приобрёл такое название по обилию увиденных идолов ещё в 1556 г. благодаря англичанину С. Бэрроу, ныне это мыс **Дьяконова** в честь лейтенанта В. В. Дьяконова (1873–1905), участника гидрографической экспедиции под начальством А. И. Варнека в 1901–1902 гг.;

- мыс **Планция**, с. Plantio [15], который В. Баренц назвал в 1594 г. в честь своего наставника, учёного П. Планциуса (1552–1622), ныне это мыс **Черницкого**, названный так в 1839 г. прапорщиком корпуса флотских штурманов С. А. Моисеевым в честь сослуживца по описи финских шхер лейтенанта Д. И. Черницкого (1812–1880);

- залив **Ломсбэй**, Loms bay [20], ныне залив **Северная Сульменова губа**; В. Баренц назвал его в 1594 г. по обилию там толстоклювых кайр (лат. uria lomvia, они изображены на карте и подписаны как “Loms Vögel oder Norts Papegaÿ” [20]), а в 1822 г. Ф. П. Литке назвал в честь И. С. Сульменова, будущего адмирала и генерал-аудитора флота;

- остров **Штатов**, Staten Eylandt [21], назван в 1594 г. в честь Генеральных штатов, высшего законодательного органа Нидерландов; русское название – остров **Местный**;

- полуостров **Новая Голландия**, Nieu Hollant [19]. Русское название “**Югорский** полуостров” связано с племенем югра и с путями в Югорскую землю, т.е. в нижнее Приобье;

- пролив **Нассауский**, Fretum Nassovicum [19], или **Вайгачский**, Fretum Weygats [18]. Русское название – “**Югорский шар**” (где слово “шар”, заимствованное поморами из языка коми, и означает “пролив”);

- **Новый Валхерен**, Nieu Walcheren [19]; так обозначена северная оконечность **Большеземельской тундры** между губами Паханчская и Хайпудырская в честь Валхерена, острова (полуостров после возведения в 1871 г. дамбы) на юге Нидерландов.

Отдельно рассмотрим основные гидронимы:

- **Баренцево** море фигурирует под старым русским названием Мурманское, Mourmanskoj more [18], встречаем также название “Московское море”, Mare Moscoviticum [23];

- **Белое** море (название предположительно появилось в русском языке как калька с карельского “Vienanmeri, Valgiemer”) фигурирует под переводными названиями – нидерландским “Witte Zee” [24] или латинским “Mare Album” [18]; появляется в латинской графике и русское название “Bela-more ou Mer Blanche” [17];

- **Карское** море фигурирует под старым русским названием “Нярзомское море” или “Нарземское море” в латинской графике “Niaren more” [22], а также под названиями “Тартарское море”, Tartaricum mare [21], встречается и “нидерландский вариант” – “Nieuwe Noort Zee” [19], т.е. “Новое Северное море” [10, 11, 12, 13, 14].

Нидерландские карты XVI–XVII вв. зафиксировали как русские, так и иноземные топонимические реалии и, следовательно, через саму вариативность географических названий и через разные признаки, лежащие в основе номинации, запечатлели разные картины мира, разные способы восприятия географического пространства, разные политико-экономические стремления. Мы ещё не видим на этих картах ни достоверного изображения территории, ни устойчивого



корпуса топонимов, но добытые нидерландскими путешественниками данные послужили накоплению и распространению европейских знаний об Арктике, а также развенчанию многих географических заблуждений. Для анализа исторических событий нидерландские картографические материалы и сегодня обладают особой значимостью.

### **Литература**

1. История открытия и освоения Северного морского пути : в 4 томах. – М.: Морской транспорт, 1956–1969. – Том 1. Белов М. И. Арктическое мореплавание с древнейших времён до середины XIX в. – М. : Морской транспорт, 1956
2. Корякин, В. С. Русанов. – М. : Молодая гвардия, 2005
3. Платонов, С. Ф. Прошлое Русского Севера. – Прг : Время, 1923
4. Ушаков, И. Ф. Избранные произведения : историко-краеведческие исследования. В 3 т. - Мурманск : Мурманское книжное издательство, 1997–1998
5. Каталог иностранных карт России XV–XVII вв. в фондах ГПБ. Вып. 3. Европейская Россия и омывающие её моря. – Л. : ГПБ, 1972
6. Велувенкамп, Я. В. Архангельск. Нидерландские предприниматели в России. 1550–1785. – М., 2006
7. Голев, Н. Д., Дмитриева, Л. М. Единство онтологического и ментального бытия топонимической системы (к проблематике когнитивной топонимики) // Вопросы ономастики. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2008. - №5
8. Березович, Е. Л. Топонимия Русского Севера. – Екатеринбург, 1998
9. Литке, Ф. П. Четырёхкратное путешествие в Северный Ледовитый океан <...>. – СПб, 1828
10. Кольская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Мурманск, 2008. – URL : <http://ke.culture.gov-murman.ru/>
11. Белов, М. И. Мангазея. — Ленинград : Гидрометеоздат, 1969
12. Немирович-Данченко, В. И. Страна холода. – СПб : М. О. Вольф, 1877
13. Попов, С. В., Троицкий, В. А. Топонимика морей советской Арктики. – Л., 1972

14. Минкин, А. А. Топонимы Мурмана. – Мурманск : Мурманское книжное издательство, 1976

**Картографические источники:**

15. *Delineatio cartae trium navigationum per Batavos <...> / auctore Wilhelmo Bernardo.* – [Amsterdam : C. Claesz], Að. 1598. К 0-Мир 7/7. – URL : [https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR\\_LMS012308604](https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR_LMS012308604)

16. *Pascaert van Ruslant <...> // Klaer-Lichtende Noort-star ofte Zee-Atlas.* – T'Amsterdam : by Joannes Janssonius van Waesberge en Joannes van Loon, 1668. К 0-Мир 8/160. - URL : [https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR\\_LMS012308572](https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR_LMS012308572)

17. *Nouvelle carte géographique du Grand Royaume de Moscovie <...> / par Nicolas Visscher // Atlas minor <...>* – Amsteladami [Amsterdam] : apud Nicolaum Visscher, [ca. 1690]. К 0-Мир 8/145. – URL : [https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR\\_LMS012307243](https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR_LMS012307243)

18. *Poli Arctici <...> / per Fredericum de Wit // Atlas.* – [Amsterdam : F. de Wit, ca. 1675]. К 0-Мир 8/176. - URL : [https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR\\_LMS012316087](https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR_LMS012316087)

19. *Delineatio Freti Vaigats // P. Bertij Tabularum Geographicarum contractarum <...> .* – Amstelodami : sumptibus et typis oeneis Jodoci Hondij, anno 1618. К 0-Мир 5/61. – URL : [https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR\\_LMS012307239](https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR_LMS012307239)

20. [Nova Zembla] // [Auszug aus des Abrahami Ortely Theatro orbis]. – Francfort am Main : prostant apud Johañem Keerbergium et Levinum Hulsium, MDCIII [1604]. К 0-Мир 5/54. – URL : [https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR\\_LMS012569961](https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR_LMS012569961)

21. *Nova Zemla // Geographie <...>.* – T'Amsterdam : chez Jean Blaeu, MDCLXVII [1667]. К 0-Мир 8/124. – URL : [https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR\\_LMS012308593](https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR_LMS012308593)

22. *Novae Zemlae delineatio // P. Bertij Tabularum Geographicarum contractarum <...>.* – Amstelodami : sumptibus et typis oeneis Jodoci Hondij, anno 1618. К 0-Мир 5/61. – URL : [https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR\\_LMS012307238](https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR_LMS012307238)

23. *Russiae et Novae Zemlae Maritimae / apud F. de Wit // Atlas.* – [Amsterdam : F. de Wit, ca. 1675]. К 0-Мир 8/176. - URL: [https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR\\_LMS012311980](https://primo.nlr.ru/permalink/f/df0lai/07NLR_LMS012311980)

24. Pascaarte van de Witte Zee <...> // Le Grand et Nouveau miroir ou flambeau de la mer. – A Amsterdam : imprimé chez Jaques & Gaspar Loots-Man, libraires, 1680. К 0-Евр 8/14. – URL : [https://primo.nl.ru/permalink/f/df0lai/07NLR\\_LMS012307251](https://primo.nl.ru/permalink/f/df0lai/07NLR_LMS012307251)

**TOPONYMIC SPACE OF THE RUSSIAN NORTH ON THE DUTCH MAPS OF THE XVII CENTURY FROM THE COLLECTION OF THE MAPS DEPARTMENT OF THE NATIONAL LIBRARY OF RUSSIA**

E. Dranitsyna

National Library of Russia, Russian Federation, St.Petersburg

**KEYWORDS:** Dutch cartographers, circumpolar region, Kola Peninsula, Novaya Zemlya, Vaygach, names of geographical objects.

**ANNOTATION.** A brief overview of the geographical and toponymic content of the XVIIth-century Dutch maps from the collection of the Maps Department of the National Library of Russia.

УДК 528(091); 528(092)

**РАЗВИТИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ТУЛЬСКОЙ ГУБЕРНИИ. ИСТОРИКО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

Р.Р. Барков<sup>1\*</sup>, О.В. Павловский<sup>1</sup>

barkovrr@gmail.com

<sup>1</sup>Санкт-Петербургская Ассоциация геодезии и картографии, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** геодезические пункты, триангуляция, геодезические высотные сети, нивелирные знаки, Тульская губерния.

**АННОТАЦИЯ.** Историко-техническое исследование развития геодезии на территории Тульской губернии (в границах 1796-1923 гг.) на примере высотных геодезических знаков, заложенных как для работ по исследованию рек, так и для работ общегосударственного значения. Рассмотрены типы заложенных знаков. Изложена краткая характеристика нивелирных, сопутствующих и предшествующих им работ, находящихся с высотными знаками в непрерывной связи. Приводятся данные о результатах полевого обследования знаков и степени их сохранности.

Широко известно о том, что уроженцем г. Елифань (ныне – село) является великий геодезист и гравиметрист М.С. Молоденский. Но тульская земля издавна славилась своими исследователями окружающего пространства. Ещё до образования Тульской губернии, в XVIII веке отсюда вышли мореход и основатель г. Петропавловск-Камчатский Иван Елагин, исследователь северо-западного побережья Северной Америки Алексей Чириков, участник Великой северной экспедиции Алексей Скуратов и, конечно, энциклопедист Андрей Тимофеевич Болотов. Эти и другие известные туляки не были чужды геодезии и астрономии; многие из них занимались астрономическими наблюдениями и выполняли топографические съёмки.

В XIX веке территория Тульской губернии покрывается сетью триангуляции. В 1839 г. полковник Оберг выполнил рекогносцировку Калужской и Тульской губерний, а осенью 1842 г. начались работы по построению первоклассной сети триангуляции в северо-западной части Тульской губернии. К 1847 году построение сети по всей губернии было завершено.

В конце XIX века широкое распространение получили работы, связанные с исследованием рек. Они имели комплексный характер и включали в себя гидрологические, гидрографические, топографические работы и другие виды изысканий. Важной составляющей частью было определение высотных отметок, для чего развивались сети точного и технического нивелирования. В 1894-1895 гг. по всей губернии работала экспедиция Министерства земледелия и государственных имуществ, возглавляемая известным Алексеем Тилло. Экспедиция закладывала нивелирные марки «МЗиГИ». В первые десятилетия XX века подобные работы выполняло Тульское губернское земское управление, охватив сначала южные уезды – Чернский и Новосильский, но затем перейдя и к северу губернии, в Венёвский уезд. Заклаывались марки «ТГЗУ». Работой руководил А.С. Козменко, ставший в советское время известным агрономом.

Отдельной эпохой развития геодезических сетей стало проложение линий государственного нивелирования.

В 1885-1888 гг. штабс-капитан Ахновский, штабс-капитан Баранов и штабс-капитан Антонов проложили линию точного нивелирования Курск – Грязи. Через Тульскую губернию эта линия

прошла по Новосильскому уезду вдоль Грязе-Орловской железной дороги. Закладывались нивелирные марки «Гл. Шт.», номеров не имевшие.

В 1920-1922 гг. Корпус военных топографов по Московско-Курской железной дороге проложил линию Москва – Тула, в 1921 г. линия была доведена до Горбачёво, в 1922 г. – до Орла. Закладывались марки «КВТ», номеров не имевшие.

В 1923-1925 гг. Высшее геодезическое управление (ВГУ) проложило по Сызрано-Вяземской железной дороге линию точного нивелирования Тула – Павелец. Закладывались марки «ВГУ» с номерами.

В 1924-1925 гг. ВГУ по Павелец-Московской ветви Рязанско-Уральской железной дороги проложило линию нивелирования высокой точности Скопин – Москва. На территории Тульской губернии линия захватила Каширский уезд. Закладывались марки «ВГУ» с номерами.

В 1925 г. ВГУ проложило линию нивелирования высокой точности Горбачёво – Волово – Богоявленск, проведя её по Данково-Смоленской ветви Рязанско-Уральской железной дороги. Закладывались марки «ВГУ» с номерами.

В 1928 г. Военно-топографическое управление проложило линию точного нивелирования Брянск – Тула по Сызрано-Вяземской железной дороге. Закладывались по-прежнему марки «КВТ» без номеров.

Наконец, в 1929 г. была проложена линия нивелирования высокой точности Волово – Валуйки. Работали на ней разные организации – встречаются марки ГГУ и Ясногорской геодезической конторы с номерами.

Каждая из перечисленных работ оставила за собой материальный след в виде геодезических знаков. Некоторые из них сохранились и до настоящего времени. По данным открытых источников (каталогов, отчётов) составлены схемы расположения знаков, в течение года (с октября 2020 г. по сентябрь 2021 г.) выполнено полевое обследование.



*Рисунок 1. Сохранившаяся марка нивелирования ТГЗУ 1914 г.*

Приводятся результаты обследования знаков, в том числе статистика утрат и сохранности. На примере исторических геодезических знаков рассматривается связь и преемственность геодезических работ. Даются предложения по выполнению повторных измерений на сохранившихся пунктах и анализу их результатов.

### **Литература**

1. Описание триангуляции Тульской губернии – Записки Военно-топографической части Главного управления Генерального штаба. Часть XXVI [Текст]. – Санкт-Петербург, 1865. Отделение второе, стр. 45-53.

2. Краткий предварительный отчет по работам Гидротехнического отдела Экспедиции / [Соч.] Инж. Ф.Г. Зброжека. - [Санкт-Петербург]: тип. и лит. К. Биркенфельда, [1896]. - 22 с.; 24

3. Бассейн Дона: Исслед. Гидротехн. отд. 1895 г. под руководством нач. Отд. инж. Ф.Г. Зброжека: Бассейн верховьев р. Дона до устья р. Непрядвы; бассейн р. Непрядвы и бассейн верховьев р. Красивой Мечи до устья р. Гоголя: [Отчет Ф.Г. Зброжека]. - Санкт-Петербург: типо-лит. К. Биркенфельда, 1897. - [2], 61 с.; 32. - (Труды Экспедиции для исследования источников главнейших рек Европейской России, изд. начальником Экспедиции, генерал-лейтенантом Алексеем Андреевичем Тилло).

4. Козменко, Алексей Семенович (1878-1965). Каталог высот реперов и водоемов Тульской губернии, определенных инструментальными нивелировками Гидрологического отдела Тульского губернского земства под руководством А.С. Козменко / Сост. А.С. Козменко и Б.А. Можаровский. Вып. 1-. - Тула: Тул. губ. земство, 1914. - 26. - (Труды Гидрологического отдела Тульского губернского земства).

5. Геометрические нивелировки Военно-топографического Отдела Главного штаба, возобновлённые в 1881 году. Записки Военно-топографического Отдела. Часть XXXVIII [Текст]. – Санкт-Петербург, 1882. Стр. 243-249.

6. НКТП. Главное геолого-гидро-геодезическое управление. Каталог высот марок и реперов высокоточного и точного нивелирования, выполненных Главным геодезическим управлением и Управлением военных топографов в Европейской части СССР с 1875 г. по 1932 г. [Текст]: Приложения: Схема основных ходов нивелирования в Европейской части СССР, произведенных... по 1931 г. - [Б. м.] : [б. и.], 1935.

## **DEVELOPMENT OF GEODETIC NETWORKS IN TULA PROVINCE. HISTORICAL AND TECHNICAL RESEARCH**

R.R. Barkov<sup>1</sup>, O.V. Pavlovskiy<sup>1</sup>

barkovrr@gmail.com

<sup>1</sup>St. Peterburg association of geodesy and cartography, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** Geodetic points, Triangulation, Geodetic levelling networks, Levelling points, Tula province.

**ANNOTATION:** a historical and technical study of the development of geodesy on the territory of the Tula province (within the boundaries of 1796-1923) using the example of high-altitude geodetic signs laid down both for researching rivers and for works of national importance. The types of embedded signs are considered. A brief description of the leveling, accompanying and preceding works, which are in continuous communication with high-rise signs, is presented. The data on the results of field survey of signs and the degree of their preservation are given.

**ИЗ ИСТОРИИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЯКУТСКО-ОХОТСКОГО ТРАКТА: XVIII ВЕК**

О.А. Лазебник<sup>1\*</sup>, О.С. Романова<sup>2</sup>

\*o.lazebnik@spbu.ru

<sup>1</sup> ФГОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,  
Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> ФГБУ «Российская академия наук», Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** старые карты, картографическое наследие, рукописный атлас, река Мая, река Юдома, Г.А. Сарычев, Якутско-Охотский тракт, XVIII век.

**АННОТАЦИЯ.** Дается обзор и анализ рукописных карт XVIII в. Якутско-Охотского тракта. Особое внимание уделено водной части маршрута по рекам Мае и Юдومه и рукописному атласу, составленному во время экспедиции И. Биллингса и Г.А. Сарычева 1785-1793 гг.

Основание зимовья и острога Охотского российскими казаками и промышленниками в 1647 г. между устьями рек Охота и Кухтуй, впадающими в Ламское (Охотское) море, имело, несомненно, историческое значение в проведывании и освоении Восточной Сибири, северной части Тихого океана и Северо-Запада Северной Америки. Проложение путей на восток и поиски более благополучных проходов к морю считалось важной навигационно-географической задачей походов и экспедиций XVII-XVIII вв.

Первоначально, 1639-1640 гг., путь к «морю-окияну» был найден казаками Дмитрия Копылова под командованием Ивана Москвитина в поисках еще не объясненных земель и природных богатств – пушнины («соболоиной добычи»), металла («серебряной горы»), рыбы. Проводники и толмачи указывали пути и стойбища местных кочующих жителей – тунгусов и ламутов (совр. эвенки и эвены). Так, казаки узнали и впервые записали сведения «Роспись рекам и именам <...> куда ходят на Ламу из Якуцкаго острогу» [2], в т.ч. и о населённой реке, названной Охота (от тунгусского «акат» – река) [1, С. 9].



Отряд Семена Шелковникова позже поставил вблизи устья зимовье, которое за несколько лет переросло в острожек, где собирался ясак, установились и выполнялись административно-военные функции, строились из местного леса кочи для хождения вдоль побережья моря. В середине 70-х гг. XVII в. путь в Охотск был таким: «...От Якуцкого по Лене реке плыть до Адлана реки пять дней, а по Алдану реке вверх ходу до устья Майи реки четыре недели, а по Мае реке вверх ходу до устья Юдомы реки восемь дней, а по Юдоме реке вверх до Устьгорбинского зимовья десять дней, а от того зимовья осенним путем ходу на нартах до Охотцкаго острожку к морю полпяты недели через хребет...» [цит. по: 3, С. 5].

По указу Петра I 1713 г. об отыскании морского пути на Камчатку в 1715-1716 гг. в Охотск были направлены мореходы, кораблестроители, среди которых был голландец А. Буш, а также материалы и оборудование для строительства первого настоящего судна. Так, была построена и спущена на воду ладья «Восток» [1, С. 54], давшая начало морскому сообщению с Камчаткой. Охотский острог стал первым российским портом в Тихом океане и его по праву следует считать колыбелью Тихоокеанского флота. Это требовало картографирования и обустройства пути от Якутска до Охотска, превращения его в надежный тракт круглогодичного характера.

XVIII в. для Охотска – период бурного роста и расцвета, время связи с решением крупных государственных задач в ходе экспедиционного обследования севера Азиатского-Тихоокеанского региона. В 1783 г. Охотску придан статус областного города Иркутского наместничества, в 1790 г. учрежден герб города, а в 1796 г. образована Охотская область, охватившая Чукотку, Камчатку и побережье Охотского моря.

Якутско-Охотский тракт сочетал как сухопутный, так и водный маршрут, был важен для перевозки объёмных экспедиционных грузов, провианта, людей и почты.

Определяющий вклад в положения на карту северо-востока Евразии и северо-запада Северной Америки в целом и, в частности, Якутского-Охотского пути внесли Первая и Вторая Камчатские экспедиции В. Беринга (1725-1730 и 1733-1741 гг.) и Северо-Восточная географическая и астрономическая экспедиция под

командованием И. Биллингса и Г. Сарычева (1785-1793 гг.). При достаточно высокой научной изученности и освещенности в литературе хода и результатов экспедиций, в том числе картографических, на наш взгляд, знания о сообщении между ключевыми опорными пунктами Якутском и Охотском еще могут быть расширены путем расширенного вовлечения в научный оборот, в том числе, рукописных картографических материалов.

Из богатого картографического наследия экспедиций нами обращено внимание на рукописные изображения: «A Plain Chart of the Rivers Maya & Yudoma» (фонд РГАДА); [Чертеж местности от Якутска до Охотска] (фонд РГАДА); «Карта новой дороги от Якуцка к Охоцку» (фонд РГАДА); «Атлас рекам Мае и Юдоме» (фонд РГАБМФ).

- «A Plain Chart of the Rivers Maya & Yudoma». План рек Мая и Юдома. [Англ. яз.?]. Хранится в фонде Карты Иркутской губернии. Рукописная карта. Тушь. Охватывает регион от устья р. Алдан (правого притока р. Лена) до Юдомского Креста – перевалочной базы в верховьях р. Юдома, места начала волока для перевала в бассейн рек Охотского моря. Заглавие в центре вверху, без рамки и картуша. Рамка с градуировкой и оцифровкой от 59°00' до 61°00' с.ш. от 0° до 3° в.д. (градуировка через 10'). Координатная сетка прямоугольная, через 1°. Масштаб не указан. Показаны реки Мая и Юдома и их притоки, зимовья. Справа внизу подпись: «Commu..<??> ,Waxel 1737» Свен Ваксель. (РГАДА. Ф. 192. Оп. 1. Д. 96).

- [Чертеж местности от Якутска до Охотска]. Хранится в фонде Берг-коллегии. Рукописная карта. Цветная. Акварель. Охватывает обширный регион от среднего течения р. Лена, устья р. Алдан до [Охотского] моря; ориентирована на север; без координатной сетки; справа вверху масштабная линейка («Масштаб на 100 верст») на фоне свитка. Общегеографическая ситуация выведена в стиле С. Ремезова - мягкие извилистые линии рек, изменяющие ширину от истоков к устьям; общий рисунок рек указывает на знания речной сети. Показаны и подписаны реки двух бассейнов – реки Алдан (правые притоки Тыра, Мая, Юдом, Калда [Халыя?]) и Охотского моря (Кухту, Охота, Урак). Сравнивая с современными гидронимами, видим некоторые несоответствия, что свидетельствует о еще слабой

географической изученности региона. Характер растительности передан деревьями, равномерно размещенными вдоль линий рек. Между двумя правыми притоками р. Алдан нанесена подпись «Покосы». Рельеф показан холмиками, расставленными на водораздельных участках между реками. Между устьями рек Кухту и Охота, впадающими в «море», на острове, геометрическим значком показан Охотск («Охотцк»). От р. Тыра к Охотску мелкими, частыми красными точками показан некий маршрут. Возможно, это путь местных кочевников или одного из отрядов экспедиции. В центре внизу имеется подпись: «Рисовал Иван Новицкий». Чертёж выполнен, вероятно, в период от 1736 до 1741 гг. Рубежи датировки устанавливаются по размещению Охотска на острове (в 1736 г. большое наводнение пробило новый проток шириной около 60 сажен, оставив острог-порт на острове), и по завершению в 1741 г. Второй Камчатской экспедиции, сопровождавшемуся подготовкой отчетных материалов, которым могло быть и данное картографическое изображение (РГАДА. Ф. 271. Оп. 3. Д. 147).

- «Карта новой дороги от Якуцка к Охоцку» 1775 г. Хранится в фонде Карты Иркутской губернии РГАДА. Рукописная карта. Двухцветная. Масштаб 10 верст в дюйме. Градусная сетка отсутствует, имеется компасная роза. Охватывает территорию от г. Якутск на юго-восток до Охотского порта. Показаны довольно подробно: реки с притоками, озера, старая и новая дороги к Охотскому порту сплошной линией и точками, становья на дорогах с цифрами по порядку, рельеф холмиками, растительность – отдельно стоящими деревьями; покосы у рек – зелеными ареалами. Слева внизу обширный текст: «Экспликация», далее подпись Тимофея Шмалева (РГАДА. Ф. 192. Оп. 1. Д. 43).

- «Атлас рекам Мае и Юдоме». Хранится в фонде Атласы, карты и планы Архива Центрального картографического производства (Коллекция). Рукописный альбом. 31 л. Альбом-атласа отображает водную часть пути от Якутска до Охотска [4]. На каждом листе отображен отдельный участок водного пути: Усть-Майская пристань (устье р. Мая, правого притока р. Алдан) – по р. Мая (вверх по течению до устья р. Юдома, правого притока) – по р. Юдома (вверх по течению) до поста Юдомский Крест (РГАВМФ. Ф. 1331. Оп. 4. Д.

758). В атласе представлен картографический материал, созданный по данным, полученным в ходе прохождения водного пути со съёмкой с 14 июля по 27 августа 1788 г., что подтверждает «Журнал веденный по рекам Мае и Едоме во время доставления тягостей на плотках от Усть Майской пристани до Юдомскаго креста и оттудова берегом до города Охотска 1788 года флота капитан Сарычев» (РГАВМФ. Ф. 913. Оп. 1. Д. 208. Л. 1-47). Съёмки выполнялись, судя по Журналу, по общепринятой методике съёмки рек и береговых линий того времени: при прямолинейном движении судна по курсу угломерным инструментом измеряется направление движения (азимут) и вычисляется расстояние проходимое в данном направлении (из скорости и времени движения); при повороте реки (береговой линии) и смене направления движения вновь измеряется азимут и вычисляется проходимое расстояние; по ходу движения отмечается направление ветра; определяется ширина реки; в особых местах производится измерение глубин; получаемые данные записываются в журнале с описанием видимого пространства; характера берегов и течения, рельефа русла и местности, растительного покрова, островов, притоков, отмелей, затонов, строений и др.; наименования притоков, островов, проток, заводей, поселений, строений и др. (приведены редко); ежедневно также записывается состояние погоды и её перемены. Съёмка водного пути была, вероятно, учебной задачей пути, т.к. команда, которой предстояло выполнять съёмки побережий, была малоопытной. Основной же задачей похода из Якутск в Охотск в 1788 г. под руководством Г. Сарычева была доставка в Охотск 1200 пудов грузов для строительства судов и провианта. Караван состоял из 17 лодок (две из них в пути потерпели крушение и утонули), построенных на Усть-Майской Пристаней, которые по рекам Мае и Юдоме против течения тянули переменнo около 100 бурлаков. По результатам съёмки, проводившейся в тяжёлых условиях, вероятно, еще в ходе экспедиции, был составлен атлас, сохранившийся в единственном экземпляре.

Все карты имеют одинаковый масштаб – 500 сажений в дюйме; картографическая сетка отсутствует; элементы ориентира приведены на всех картах; все картографические изображения имеют один размер и одинаковые рамки. На картах показаны: русло; острова и протоки,

как правило с подписями названий, глубины в футах подписями (достаточно часто), песчаные отмели и косы точечным крапом; характер берегов, прибрежный рельеф грядами и холмиками, крутые берега (утесы) с подписями названий; растительный покров окраской и равномерно распределёнными фигурами деревьев; освоённость территории подписями «юрты», «покосы», «покосное место» (крайне редко). Топонимы приведены, как правило, к притокам, островам, протоками, утёсам, прибрежным озёрам. Например: Л. 3. Часть реки Май от речки у-урях в верх до островов Апкинских и до литеры А: озёра – Угут, Буганалды, Ани; притоки – У-урях, Серги (две одноименные реки), Апкан (две одноименные реки); острова – Албара, Серги, Апкинские; протока Имей; Л. 8. Часть реки Юдомы от ее устья в верх до литеры А: реки и притоки – Мая, Юдома, Ра-Уряль; протоки – Чапчунька, Кудатыр, Дарылах, Мымычан, Сей; утесы – Ичагы, Соурдах, Хамаяхтах. Условные обозначения, графические средства и стили подписей на картах единые. Сюжеты картушей на каждом листе оригинальные (заглавие на свитке, на раковине, на холсте, на постаменте и др.), но их размеры и стилистика идентичны. Окраска выполнена акварелью, цветовая палитра однородна. Художественное исполнение карт одним лицом очевидно и не вызывает сомнения. Карты, с высокой долей вероятности, могли быть вычерчены Лукой Ворониным – выпускником Академии художеств, рисовальным мастером экспедиции, сопровождавшим Сарычева, как в сухопутных, так и в морских маршрутах. Именно по рисункам Воронина подготовлены гравюры, вошедшие в отчетное издание экспедиции [5].

Безусловно, главным результатом и показателем картографической изученности Якутско-Юдомского тракта – пути к Охотскому морю, к концу XVIII в. следует считать печатный труд Г. А. Сарычева «Атлас карт и рисунков к путешествию в Северо-Восточную часть России и на острова северной части Тихого океана флота капитана Г. Сарычева». В него включена «Карта меркаторская от 59 до 62 градусов Северной Широты представляющая дорогу от города Якутска до города Охотска, по рекам Мае и Юдоме. Описывал и сочинял Флота Капитан Лейтенант Гаврила Сарычев в 1788 году. Долгота назначена от де Ферра». Гравюра. Масштаб [ок. 1:1 550 000].

Картографическая сетка через  $1^{\circ}$ , по градуированной рамке оцифровка через  $15'$  по широте, через  $20'$  по долготу. Карта в математически выверенном виде отображает Якутско-Охотский тракт, его сухопутные и водные части, и полосу прилегающей территории с показанием водных объектов – рек и озёр, населённых пунктов, включая острог Юдомский Крест; пристани, пороги, покосы, особенно выразительно показан рельеф (штрихами). Именно эта карта, подготовленная по результатам многолетних и поэтапных обследований региона разными силами и методами, долгие десятилетия служила основным источником пространственных знаний для обустройства почтовых станций, поддержания сообщения на всем протяжении тракта. Она также сохранилась и в рукописном виде – в Отделе картографических изданий Российской государственной библиотеки.

К середине XIX в., тракт из-за его труднопроходимости и необустроенности, а также и по другим обстоятельствам, перестал удовлетворять транспортным интересам, утратил свое значение и был переведён из государственного статуса в обывательский региональный. В настоящее время на местности с трудом можно найти признаки некогда оживленного пути к Тихому океану. Однако надо понимать и помнить кем и какими усилиями он прокладывался, создавая предпосылки закрепления российской государственности на северо-востоке Евразии.

### **Литература**

1. Пути великих свершений. Значение Якутии в освоении Дальнего Востока: исторический альбом. Том 2 / [науч. ред. П. Ф. Бровка]. – Владивосток : Русский Остров, 2012. – 120 с.

2. Степанов, В. В. Первая русская экспедиция на Охотском побережье в XVII веке // Известия ВГО. - 1958. – Т. 90. № 5. – С. 438–452.

3. Казарян, П. Л. Сухопутные сообщения Северо-Восточной России (XVII в. – 1920 г.) : монография / П. Л. Казарян. – Якутск : Издательский дом СВФУ, 2012. – 144 с.

4. Лазебник, О. А., Романова, О. С. Об Атласе рекам Мае и Юдоме – наследии Северо-Восточной географической экспедиции 1785-1793 гг. // Природное и культурное наследие:

междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. Коллективная монография по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, РГПУ им. А. И. Герцена, 28-29 октября 2019 года / Отв. ред. В. П. Соломин, Н. О. Верещагина, С. В. Ильинский, М. А. Бахир. – СПб : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена , 2019. – С. 436–439

5. Путешествие флота капитана Сарычева по Северо-Восточной части Сибири, Ледовитому морю и Восточному океану.... – Санкт-Петербург, 1802; [Атлас карт и рисунков к путешествию в Северо-Восточную часть России и на острова северной части Тихого океана флота капитана Г. Сарычева]. – [Санкт-Петербург, 1802]. – 51 л.

## **HISTORY OF MAPPING THE YAKUTSK-OKHOTSK TRACT: 18 CENTURY**

O.A. Lazebnik<sup>1\*</sup>, O.S. Romanova<sup>2</sup>

\*o.lazebnik@spbu.ru

<sup>1</sup>Saint Petersburg State University, Russian Federation, St. Petersburg

<sup>2</sup>Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** old maps, cartographic heritage, manuscript atlas, Maya river, Yudoma river, G.A. Sarychev, Yakutsk-Okhotsk tract, 18th century.

**ANNOTATION.** An overview and analysis of handwritten maps of the 18th century of the Yakutsk-Okhotsk tract is given. Special attention is paid to the water part of the route along the Mae and Yudoma rivers and to the manuscript atlas compiled during the expedition of I. Billings and G. A. Sarychev in 1785–1793.

**ИСТОРИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН УРБАНИЗИРОВАННЫХ  
ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ УШАКОВОЙ БАЛКИ (Г.  
СЕВАСТОПОЛЬ)**

И.Ф. Петрова

shushkovo@mail.ru

Институт географии РАН, Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** старинные карты, историко-картографический анализ, рекреационные зоны, урбанизированные территории, ООПТ.

**АННОТАЦИЯ.** Историко-картографический анализ показал, что один из первых рекреационных объектов Севастополя – Ушакова балка – уже с 1830-х годов стала обособленным элементом городской планировки, что нашло отражение на картах и планах города. Смена назначения этой территории во время Крымской войны повлекло за собой упрощение ее изображения и показа только рельефа территории. После окончания войны Ушакова балка вернула свой статус и на картах ее вновь стали показывать в виде отдельного контура со сложной внутренней структурой.

Термин «рекреационная зона» стал использоваться в научной литературе и нормативных документах только в XX в., однако рекреационные зоны как элементы функционального зонирования городов появились задолго до этого. Их изучение базируется на анализе археологических данных, архивных источников, старинных картин и фотографий, старинных карт. Историко-картографический анализ рекреационных зон позволяет не только определить их тип и предположительную форму использования, но и достаточно точно локализовать эти объекты в пространстве и во времени.

Возможности использования старинных карт для выявления рекреационных зон были показаны на примере ботанического памятника природы регионального значения «Ушакова балка» в г. Севастополь, созданного для охраны реликтовой рощи фисташки туполистой в 1978 г. Само название памятника природы несет в себе



информацию об истории этой территории: свое название балка получила по имени командующего Черноморским флотом адмирала Ф.Ф. Ушакова, который организовал в ней в начале 1790-х годов сад для гуляний.

Из-за небольшой площади Ушаковой балки (11,9 га) для историко-картографического анализа были подобраны крупномасштабные и среднемасштабные карты, на которых отчетливо видны территория будущей ООПТ и ее окрестности. Всего было проанализировано более 90 карт, созданных в XIX в. и размещенных в открытом доступе.

Первоначально Ушакова балка изображалась только как форма рельефа. Например, на «Военной топографической карте полуострова Крыма» [1] и на «Карте Южного Крыма» [2]. С середины 1830-х годов характер изображения Ушаковой балки изменился, это можно увидеть на крупномасштабной карте окрестностей Севастополя (рис.1) [3].



Рисунок 1. Фрагмент карты окрестностей г. Севастополя, 1836 г. [3]

На этой карте Ушакова балка также не подписана, но ее изображение отличается от предшествующих: помимо показа формы рельефа (собственно балки) с помощью штрихов автор ограничил часть балки прямыми линиями. Внутри контура изображена лесная растительность, которая отсутствует вокруг балки и в ее верховьях.

По-видимому, к этому времени заложенный Ф.Ф. Ушаковым парк превратился в своеобразный градообразующий объект, границы которого, как и границы городских кварталов, рисовались прямыми линиями. Подобный подход к изображению Ушаковой балки был впоследствии применен при составлении многих российских карт и планов. Например, в 1840 г. на карте Севастополя и бухты с промерами глубин [4], на созданном, предположительно, после 1840 г. обновленном плане Севастополя из «Атласа крепостей Российской Империи» [5] и др.

На картах, составленных во время Крымской войны, Ушакова балка вновь изображается только как форма рельефа, поскольку она находится в центре боевых действий и ее роль в городе меняется. Она не только окружена военными сооружениями, они строятся на ее склонах и в днище, через нее проходят дороги, часть территории используется для захоронения погибших. В этот период российскими и иностранными (английскими, французскими, испанскими, итальянскими) специалистами создаются многочисленные крупномасштабные карты города. Из опубликованных на русском языке наиболее показателен составленный штабс-капитаном Мотковым «План окрестностей городов Севастополя, Камыша и Балаклавы в 1854-1855 годах» [6].

Военная тематика прослеживается и в ряде послевоенных картографических произведений, многие из которых иллюстрируют книги и мемуары [7, 8 и др.]. При этом в некоторых из них Ушакова балка вновь изображается как городской рекреационный объект, несмотря на военную тематику карт. Так, на Генеральных планах г. Севастополя с окрестностями из «Атласа планов и чертежей к описанию обороны г. Севастополя» Тотлебена [9] Ушакова балка ограничена прямыми линиями, внутри показана растительность, отсутствующая за ее пределами. Хорошо прорисована дорожная сеть, в том числе широкая дорога, проходящая по днищу, показаны сооружения и виноградники вблизи устья, сооружения в центре балки на правом склоне (рис.2).



*Рисунок 2. Фрагмент Генерального плана г. Севастополя с окрестностями, с показанием укреплений Северной и Южной сторон к 2(14) сентября 1854 года [9]*

После завершения Крымской войны Севастополь много лет оставался разрушенным и безлюдным, что не могло не сказаться на количестве создаваемых карт – их становится значительно меньше. Но, тем не менее, Ушакова балка продолжает показываться на российских картах как самостоятельный градообразующий объект [10, 11 и др.], а на иностранных, чаще всего, только как форма рельефа.

В 1886 г. проведена топографическая съемка и составлен Лист XVII-9 одноверстовой карты Крыма, на который попадает территория Севастополя. На ней и на первых туристических картах Крыма Ушакова балка подписана и также показана отдельным контуром.

Анализ старинных карт и планов г. Севастополь, созданных в XIX в., позволил сделать следующие выводы. Один из первых рекреационных объектов Севастополя – Ушакова балка – уже с 1830-х годов стала обособленным элементом городской планировки, что нашло отражение на картах и планах города. Смена назначения этой территории во время Крымской войны повлекло за собой упрощение ее изображения и показа только рельефа территории. После окончания войны Ушакова балка вернула свой статус и на картах ее вновь стали

показывать в виде отдельного контура, ограниченного прямыми линиями, внутри которого есть древесная растительность, отсутствующая на окружающей территории.

Статья подготовлена по теме Государственного задания № АААА-А19-119022190168-8.

### **Литература**

1. Военная топографическая карта полуострова Крыма / составленная генерал-майором Мухиным. – СПб : Военно-топографическое депо, 1817. [В 1 дюйме 4 версты; 1:168 000].

2. Карта Южного Крыма, принадлежащая к сборнику Петра Кеппена. - СПб, 1836. Доп. карта: Севастопольский берег [1: 105 000].

3. Карта окрестностей Севастополя. Снята инструментально в 1836 г. / снимали Топографы 2-го класса Унтер-Офицеры: Осипов, Иванов и Краснаяров; чертил Топограф 2-го класса Унтер-Офицер Осипов. — Б. м., 1836.

4. Севастопольский порт, в древности Ктенус / описи Корпуса штурманов поручика С. Радионова; гравирован при Гидрографическом Черноморском депо. - [Б. м.], 1840. [1:53000].

5. План Севастополя / Атлас крепостей Российской империи. - 1: 16800. — СПб, после 1840 г. [100 сажен в англ. дюйме].

6. План окрестностей городов Севастополя, Камыша и Балаклавы в 1854 и 1855 г. / Составил штабс-капитан Мотков. - Хромофотография Полонской, СПб, Вознесенский пр. № 12. [750 сажен в дюйме; 1:63000].

7. Вейгельт. Осада Севастополя. 1854-1856 : с подробным изложением действий артиллерии. - СПб. : тип. Н. Тиблена и К°, 1863. - XIX, 412 с., 2 л. к.

8. Богданович, М.И. «Восточная война 1853-1856 годов». Т.3. - СПб. : Типография Сушевского, 1876. - IV, 418, 44 с. , [3] л. карт.

9. Атлас планов и чертежей к описанию обороны г. Севастополя / составлен под руководством генерал-адъютанта Эдуарда Тотлебена. - СПб, 1863[—1867]. - 1 атл. ([2, 30] отд. л.).

10. Проектный план г. Севастополь. 1857 г. Российский государственный архив древних актов. Ф. 1356. Оп. Д. 5538.

11. План г. Севастополя с окрестностями / рекогносцировал и чертил ... Капитан Карасев 1874 года. - Севастополь, 1874. - 1к.

# HISTORICAL AND CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF RECREATIONAL ZONES OF URBANIZED TERRITORIES ON THE EXAMPLE OF USHAKOVA BALKA (SEVASTOPOL)

I. Petrova

shushkovo@mail.ru

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** ancient maps, historical and cartographic analysis, recreational areas, urbanized territories, protected areas.

**ANNOTATION.** Historical and cartographic analysis has shown that one of the first recreational objects of Sevastopol – Ushakova Balka - has already become a separate element of the urban layout since the 1830s. This is shown on maps and city plans. The change in the purpose of this territory during the Crimean War led to a simplification of its image and showing only the relief of the territory. After the end of the War Ushakova Balka regained its status and it was again shown on maps as a separate contour with a complex internal structure.

УДК 528.88

## РАЗНОСТНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ NDVI ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СОКРАЩЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

М.Б. Каган<sup>1\*</sup>, Н.А. Позднякова<sup>1</sup>

\*st061179@student.spbu.ru

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** дистанционное зондирование, спутниковые снимки, рост городов.

**АННОТАЦИЯ.** Применение разностного изображения вегетационного индекса при рассмотрении сокращения зеленых территорий с помощью космических снимков Landsat 8 на примере Санкт-Петербурга.

В последнее время в Санкт-Петербурге наблюдается увеличение строительства во всех частях города. В связи с этим можно выделить разные варианты застройки территорий. Например, строительство на месте бывших промышленных зон или другими словами «серого пояса» города. Другой вариант производить дальнейшее увеличение земель намывом в Невской губе. Но главным местом для строительства остается растительный покров города, включающий в себя леса, сельскохозяйственные угодья, скверы и парки. В связи с актуальностью темы расширения города, важным будет рассмотреть сокращение растительного покрова на территории Санкт-Петербурга. Рост асфальтовых и бетонных покрытий в городе приводит к повышению температуры поверхности, из-за чего ухудшается уровень жизни и здоровье горожан, изменяется биоразнообразие региона, происходит загрязнение атмосферы и водных ресурсов.

Для исследования выбраны снимки спутника Landsat 8 за период в пять лет с 2015 - 2020 год. Космоснимки взяты вегетационного периода для достоверного построения индексных изображений. Перед работой проведена атмосферная коррекция и радиометрическая калибровка для получения реальных данных каждого пиксела. Для каждого снимка рассчитан индекс вегетации Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).

Для динамики изменения растительного покрова выбранной территории за определенный период времени применено разностное изображение. Оно позволяет выделять контрастные участки, где коэффициент отражения преобразован. Для создания разностного изображения использовали формулу [1]:

$$d' = S_1 * DN_2 - S_2 * DN_1$$

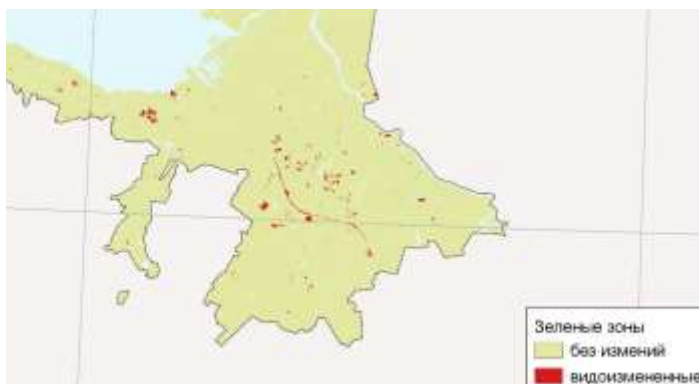
где  $DN_1$  и  $DN_2$  – значения пикселей в соответствующих спектральных каналах изображения в 2015 и 2020 г.

$S_1$  и  $S_2$  - средние арифметические величины DN в каждом из спектральных каналов изображения в 2015 и 2020 г.

Данные получены в виде сетки пикселей, в связи с чем было необходимо сконвертировать растр в вектор. В дальнейшем произведен расчет площади видоизмененной территории. После проверки полученного результата, были выявлены ошибки. Это связано с тем, что сельскохозяйственные угодья могут быть

распаханные (темные оттенки почвы) или засеянные (светлые оттенки) в разные периоды года. Поэтому сельскохозяйственным угодьям были присвоены разные значения. Следующим шагом произведен подсчет видоизмененных участков в таблице атрибутов. Результат был представлен в виде разностного изображения на Санкт-Петербург. На фрагменте этой карты (рис.) красным цветом выделены видоизмененные зоны, связанные с застройкой данной территории на месте растительного покрова.

Полученные данные показывают уменьшение растительного покрова, связанных с увеличившимся строительством за промежутком в 5 лет. Сокращение изменений составило 12 км<sup>2</sup>. Принимая площадь города, равную 1439 км<sup>2</sup> [2], сокращение составило 0.9 %. Но если так каждые последующие 5 лет застраивать территории, то может возникнуть дефицит растительного покрова – уменьшение зеленых зон для отдыха, прогулок, проблемы с очищением городского воздуха и т.д.



*Рисунок. Фрагмент Разностного изображения NDVI*

В заключении подчеркнем, что данный алгоритм можно использовать для проведения мониторинга окружающей среды и выявления сокращений в различных частях города. Данные Landsat 8 пригодны для исследования в больших агломерациях, где происходят изменения. При наличии снимков высокого разрешения данный алгоритм можно применять для небольших урбанизированных

территорий. Работа с разностными изображениями может помочь нам в оценке территории за определенный промежуток времени, изучать тенденции развития городов на примере других местностей с дальнейшим планированием в будущем.

### **Литература**

1. Серов, А.В. Методика мониторинга первичных экосистем Севера на основе данных дистанционного зондирования Земли. - Сыктывкар, 2010.

2. Сайт администрации города Санкт-Петербурга с доступной информацией о городе [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.gov.spb.ru/helper/day/> (дата обращения: 15.09.2021)

## **NDVI DIFFERENCE IMAGE TO STUDY CAPACITY REDUCTION IN SAINT - PETERSBURG**

M. Kagan<sup>1\*</sup>, N. Pozdnyakova<sup>1</sup>

\*st061179@student.spbu.ru

<sup>1</sup> Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** remote sensing, satellite images, urban growth.

**ANNOTATION.** Application of the difference image of the vegetation index when considering green areas using Landsat 8 satellite images using the example of St. Petersburg.

УДК 528.94

## **СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ "РЕКРЕАЦИОННЫЕ ЗОНЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ"**

А.А. Грицюк\*, О.В. Артемьева

\*want11kmmr@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** рекреация, геоинформационный анализ, рекреационные зоны, картографические модели.

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрено понятие «рекреация», приведены виды рекреационных зон. На основе геоинформационного анализа выполнен учет рекреационных зон Ставропольского края.



Ставропольский край – это южный регион нашей страны, находящийся в центральной части Предкавказья, куда ежегодно приезжают более 1 миллиона туристов [1]. Главной особенностью данного региона является наличие целебных вод. Этот факт дал экономический толчок развитию индустрии комплексного лечения для людей с различными заболеваниями. Помимо оздоровления, туристам предлагается множество иных видов отдыха, связанных с туристической направленностью региона [3]. Формы этого отдыха сложились благодаря климатической и физико-географической особенности местности. В рамках данной работы мы используем термин «рекреация», так как он включает в себя различный вид досуга отдыхающих. Итак, рекреация – это отдых вне жилища, который происходит для восстановления нормального самочувствия и работоспособности утомлённого человека. А рекреационные зоны - земельные участки, занятые городскими лесами, скверами, парками, городскими садами, прудами, озерами, водохранилищами, которые используются для отдыха граждан и туризма, занятий физической культурой и спортом [2].



Рисунок 1. Зоны рекреационного назначения

Поток туристов в Ставропольском крае ежегодно увеличивается, поэтому для администрации региона важно вести учет рекреационных зон и прогнозировать их развитие.

В рамках данного исследования использовалась программа Quantum GIS (QGIS) версии 3.10. С помощью подключаемого модуля QuickMapServices в качестве базовых карт были добавлены данные Google, Yandex, Bing. Дешифрирование рекреационных зон производилось на основе визуальных дешифровочных признаков, с помощью синтеза данных из всех источников данных, а также справочной информации из официальных источников. В результате были выделены все рекреационные зоны в пределах исследуемой территории в рабочих масштабах от 1:1000 до 1:5000. Так как слой «Туризм» - это точечные объекты, то они не вошли в итоговый результат в связи с отсутствием площадных данных и были убраны из проекта.

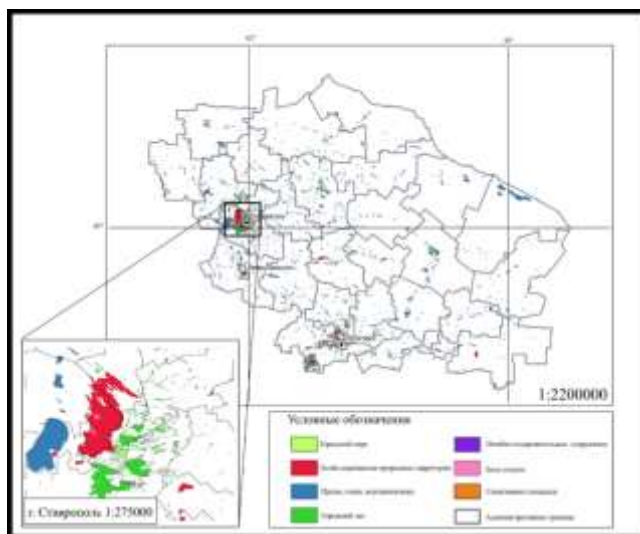


Рисунок 2. Рекреационные зоны Ставропольского края

После проведенного анализа с помощью инструментов геоинформационной системы были получены данные о площади

рекреационных зон Ставропольского края (Рис. 2): городские леса – 229.604 км<sup>2</sup>, городские парки – 14.76 км<sup>2</sup>, пруды, озера, водохранилища – 426.522 км<sup>2</sup>, спортивные площадки – 3.25975 км<sup>2</sup>, особо охраняемые природные территории – 142.702 км<sup>2</sup>, лечебно-оздоровительные сооружения – 2.952 км<sup>2</sup>, базы отдыха – 0.675 км<sup>2</sup>, общая территория рекреационных зон – 820.475 км<sup>2</sup>, что составляет 1.24% от общей территории региона. Итогом проделанной работы может служить вывод, что данный регион остро нуждается в увеличении площади рекреационных зон в связи с их минимальным количеством по отношению к общей площади территории. Поток внутреннего туризма в регион неуклонно растет и методические разработки нашего проекта (как создание самой картографической модели, так и элементы анализа) могут быть использованы для планирования мероприятий по увеличению рекреационных площадей, а также для упрощения принятия решений исполнительными органами разных уровней.

### **Литература**

1. Министерство туризма и оздоровительных курортов Ставропольского края [Электронный ресурс]. – URL : <http://mintourism26.ru> (дата обращения: 10.09.2021)

2. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и

сельских поселений / Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89. 2016 (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/456054209> (дата обращения: 10.09.2021)

3. Туристский информационный центр Ставропольского края [Электронный ресурс]. – URL : <https://stavtourism.ru> (дата обращения: 10.09.2021)

## **CREATION OF AN ELECTRONIC CARTOGRAPHIC MODEL "RECREATIONAL ZONES OF THE STAVROPOL TERRITORY"**

A. Gritsyuk\*, O. Artemeva

\*want11kmmr@yandex.ru

Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** recreation, geoinformation analysis, recreational zones, cartographic models.

**ANNOTATION.** The concept of "recreation" is considered, the types of recreational zones are given. With the help of geoinformation analysis, the recreational zones of the Stavropol Territory were taken into account.

УДК 528.8

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ КАРТОГРАФИРОВАНИИ ГОРОДОВ**

Ю.С. Ядрихинская<sup>1\*</sup>, А.В. Егоров<sup>1</sup>

\*yadrihinskaya\_ys@agspb.ru

<sup>1</sup>АО «Аэрогеодезия», Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** воздушное лазерное сканирование, крупномасштабное картографирование, цифровые модели местности

**АННОТАЦИЯ.** рассматривается опыт применения данных воздушного лазерного сканирования при крупномасштабном картографировании в рамках государственных контрактов. Обозначены преимущества применения данных сканирования при создании цифровых моделей рельефа, определении различных характеристик объектов местности. Представлены предложения по использованию результатов воздушного лазерного сканирования и требований к ним в России.

С 2020 г. АО «Аэрогеодезия» осуществляет аэросъемку с использованием цифровой камеры RCD30 и лазерного сканера ALS80-HP компании Leica. В течение 2020 и 2021 гг. была выполнена съемка площадью более 14000 км<sup>2</sup> территорий в Нижегородской и Саратовской областях, городов Липецкой, Рязанской, Вологодской областей, Ставропольского края, Республик Татарстан, Адыгея, Калмыкия. Впервые в предприятиях АО «Роскартография» при выполнении работ в рамках государственных контрактов выполнялось воздушное лазерное сканирование (далее – ВЛС).

Высокая точность и детальность данных лазерного сканирования являются ключевыми факторами при выборе технологий, используемых для решения задач, связанных с геопространственными

данными. В частности, ВЛС может быть использовано при крупномасштабном картографировании городов. Данные ВЛС были использованы АО «Аэрогеодезия» при создании топографической карты масштаба 1:2000 на город Пенза. При выполнении государственных контрактов, аэрофотосъёмка ряда территорий осуществляется в летнее время. По результатам съёмок создаются ортофотопланы, и на их основе составляются и обновляются цифровые планы городов. При создании цифровой модели рельефа (далее – МР) по данным съёмки в летнее время возникают трудности из-за высокой доли растительного покрова. С такой проблемой и столкнулось АО «Аэрогеодезия» при картографировании Пензы. Для получения качественной ЦМР было принято решение выполнить ВЛС.

Необходимо отметить, что требования к точности рельефа разные для создания ортофотопланов (далее – ЦОФП) и крупномасштабного картографирования. При создании ЦМР для топографического плана необходимо дорабатывать фотограмметрический проект, добиваясь необходимой точности по высоте. Однако, в случае выполнения аэрофотосъёмки в летний период, добиться требуемого результата сложно, а иногда практически невозможно. Решением этой проблемы является применение ВЛС. Качество информации о рельефе и высотах объектов по данным ВЛС выше, чем по фотограмметрическим данным. Использование ВЛС позволяет создать ЦМР с нужной точностью и применять её при создании ЦОФП.

Выполнение ВЛС способствует получению информации об истинном рельефе даже под кронами деревьев. Это позволяет получить достоверную информацию о земной поверхности в сравнении с результатами фотограмметрической обработки. Более того, благодаря использованию ЦМР, созданной по данным сканирования, сокращается время на доработку горизонталей по сравнению с применением ЦМР, созданной по фотограмметрическим данным.

Из опыта специалистов АО «Аэрогеодезия» выявлено, что при картографировании территорий в масштабе 1:2000 возникают значительные временные затраты, связанные с определением:

- высот и типов опор ЛЭП, растительности, арок, заборов, насыпей, трубопроводов, глубин канав;
- количества проводов ЛЭП и их местоположения;
- объектов, находящихся под плотным растительным покровом;
- геометрического положения фундаментов зданий, этажности.

В настоящее время, при выполнении государственных контрактов, эти задачи решаются с применением только стереофотограмметрической модели. Использование данных ВЛС увеличивает производительность этих работ. При наличии данных лазерного сканирования есть возможность создания цифровой модели местности (далее – ЦММ) в виде облака точек со значениями высот относительно земной поверхности. Такой метод позволяет ускорить получение необходимых характеристик объектов и не требует проведения измерений с использованием стереомониторов и полевых выездов. Использование ВЛС позволяет избежать ошибок, связанных с геометрическим расположением объектов как в плане, так и по высоте. По данным ВЛС определение абсолютных отметок высот, особенно на территории с лесной растительностью, выполняется точнее, чем по ЦМР, полученной фотограмметрическим способом.

Применение результатов ВЛС не ограничивается созданием ЦМР. АО «Аэрогеодезия» выполняет договорные работы для телекоммуникационных компаний по созданию ЦММ для частотного планирования. Эта задача эффективно решается с использованием ВЛС, так как затрачивается меньше времени на обработку данных и вычисление высот объектов по сравнению с аэрофотосъемкой. На облаке точек лазерных отражений высокой плотности контуры объектов выделяются однозначно. Отсутствуют искажения в ЦММ, связанные с растительностью и тенями от объектов.

По данным лазерной съемки реализуема задача создания высокоточной 3Д-модели, которая необходима для планирования застройки городов, проектирования инженерных и архитектурных сооружений, сохранения объектов культурного наследия и так далее. Благодаря использованию ВЛС, уменьшаются затраты на выполнение таких работ, как:

- автоматизированная векторизация зданий и контуров растительности;
- проведение точных измерений (например, расстояний между зданиями);
- создание моделей ЛЭП и определение потенциально опасной растительности в охранной зоне;
- проектирования строительства и реконструкции транспортных сетей;
- выделение речной системы вне зависимости от плотности растительности, определение береговой линии водных объектов;
- проведение геоморфологического анализа рельефа;
- экологический и лесной мониторинг.

Все перечисленные сферы применения результатов ВЛС могут быть направлены на поддержание развития концепции «Умный город», которая реализуется в рамках национального проекта «Цифровая экономика» [1]. Анализ международного опыта показывает, что такие аналогичные программы существуют во многих странах. Результатом их функционирования является высокоточная ЦМР, полностью покрывающая территорию страны. Так, в США на протяжении многих лет развивается программа 3DEP (3D Elevation Program), использующая только данные ВЛС и направленная на получение полного покрытия страны высокоточными цифровыми картами рельефа [2]. В рамках этих программ разработаны соответствующие стандарты и требования к точности и плотности данных ВЛС [3]. На сегодняшний день многие города сканируются с плотностью более 8 точек на 1 м<sup>2</sup> и требованием точности по высоте лучше 10 см.

Предлагаем использовать результаты ВЛС при выполнении государственных контрактов, в первую очередь, для создания крупномасштабных планов городов. Это должно сопровождаться разработкой отдельных требований к ЦМР и ЦММ в зависимости от решаемой задачи: крупномасштабного картографирования, создание 3D моделей и так далее. Существует потребность в разработке нормативной базы по использованию ВЛС для решения различных задач, в том числе стандарта для ЦМР и ЦММ как отдельных видов продукции. Необходимо также рассматривать ВЛС как отдельный вид

работ, где Росреестр мог бы стать поставщиком пространственных данных для других заинтересованных ведомств, например, Минстроя, МЧС, Минприроды, Росавиации.

### **Литература**

1. Приказ Минстроя России от 31 октября 2018 г. № 695/пр «Об утверждении паспорта ведомственного проекта Цифровизации городского хозяйства «Умный город»

2. 3D Elevation Program [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.usgs.gov/core-science-systems/ngp/3dep> (дата обращения: 15.09.2021)

3. Lidar Base Specification Online [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.usgs.gov/core-science-systems/ngp/ss/lidar-base-specification-online> (дата обращения: 15.09.2021).

## **AIRBORNE LASER SCANNING DATA APPLICATION FOR CITY MAPPING**

Y.S. Yadrikhinskaya\*, A.V. Egorov

\*yadrikhinskaya\_ys@agspb.ru

<sup>2</sup>JSC «Aerogeodesy», Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** airborne laser scanning, large-scale mapping, digital surface models

**ANNOTATION.** The article considers the experience of airborne laser scanning data application for large-scale mapping in the implementation of government contracts. It is outlined advantages of using laser scanning data in creating digital elevation models, determination of various characteristics of terrain objects. Proposals are presented to use the results of airborne laser scanning and the requirements for them in Russia.



УДК 528.9

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВА. ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ГИС АКСИОМА

А.С. Варущенко<sup>1\*</sup>, С.С. Варущенко<sup>2</sup>

\*asvar2000@mail.ru

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Российская Федерация, Москва

<sup>2</sup> ООО «ЭСТИ», Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** геоинформационная система, российское программное обеспечение, разработка отечественного ПО, полнофункциональная ГИС, ГИС Аксиома.

**АННОТАЦИЯ.** Обзор российского рынка геоинформационных систем. Возможности и особенности отечественной ГИС Аксиома. Использование ГИС Аксиома в народном хозяйстве Российской Федерации и подготовке специалистов в ВУЗах России.

С начала 90-х годов прошлого века в России накоплен большой опыт эксплуатации зарубежного геоинформационного программного обеспечения (ПО). В настоящее время эти системы стали недоступны для многих российских компаний. Зарубежные правообладатели интеллектуальной собственности на данное ПО запретили его использование в РФ. Для обеспечения суверенитета нашей страны от санкций был организован «Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных». Программы из реестра рекомендовано использовать в российских компаниях, и следовательно, в учебном процессе в государственных учебных заведениях при подготовке кадров для народного хозяйства РФ.

Включению в реестр российского ПО подлежат программные продукты, для которых нет ограничений, установленных иностранными государствами препятствующих использованию на территории РФ; которые не имеют принудительного обновления и управления из-за рубежа, а также, среди владельцев интеллектуальной собственности на программное обеспечение, российских граждан и компаний РФ должно быть более 50 процентов [1, 2, 3]. Кроме того, «Центр компетенций по импортозамещению в сфере информационно-

коммуникационных технологий» (ЦКИКТ) в своих рекомендациях для включения ПО в реестр указывает, что ключевые компоненты ПО не должны распространяться на условиях лицензий GNU GPL, MPL [4]. Таким образом, в последние несколько лет государство стало уделять гораздо больше внимания соблюдению авторских прав и лицензионных соглашений при внедрении и эксплуатации программного обеспечения.

В связи с изменением законодательства участились случаи незаконного получения исключительных прав в РФ на программное обеспечение, произведённое за рубежом. Для незаконного получения исключительных прав создаётся производное ПО. Используются следующие способы:

1. импортное ПО (или его часть) включается в состав программы без указания правообладателя. Могут применяться технические приёмы, затрудняющие обнаружение базового ПО. Новым лицензионным соглашением ограничиваются права конечного пользователя. Например, производить декомпиляцию с целью изучения состава программы;

2. за основу берётся свободное ПО и, в нарушение договоров с правообладателями, производится фактический ребрендинг.

К настоящему моменту в реестр отечественного программного обеспечения за короткое время его существования внесено более 11600 программ и 3600 их российских правообладателей. Однако, вызывает сомнение соблюдение лицензионных ограничений и авторских прав при разработке некоторых «российских» программ, включенных в реестр. Опасения вызывают также возможности дальнейшего развития отдельных отечественных программных продуктов в случае ужесточения санкций против РФ.

Современное ПО, в том числе отечественное, обычно не разрабатывается одной компанией от начала до конца. В программных комплексах используется множество разработанных другими программистами компонент (модулей/библиотек). У каждой библиотеки/модуля есть один или несколько правообладателей (проприетарное ПО), или они могут быть свободным ПО (СПО). В отечественном проприетарном программном обеспечении, которое включено в реестр, часто присутствуют как проприетарные, так и

свободно распространяемые компоненты зарубежных производителей. Рассмотрим риски для российских компаний, использующих данное ПО.

Проприетарное ПО является частной собственностью правообладателей. Правообладатель данного ПО сохраняет за собой монополию на его использование, копирование и модификацию, полностью или в существенных моментах. Проприетарные (чаще всего платные) лицензии зачастую содержат пункты о соблюдении экспортного законодательства, а также возможность изменения лицензии в будущем. Для примера можно привести инструменты разработки, предоставляемые некоммерческим объединением Open Design Alliance. В основе многих отечественных САПР и ГИС лежат библиотеки ODA. Эти разработки включены в Единый реестр российских программ. Доступ к программному обеспечению ODA предоставляется компаниям, которые делают ежегодные взносы на счёт данной организации. Объединение зарегистрировано в штате Аризона (США) и регулируется законами этого штата и, соответственно, федеральными законами США. В лицензионном соглашении объединения записана оговорка о действии экспортного законодательства США и применении ограничений, предусмотренных этим законодательством. В том числе запрет на предоставление лицензий в страны, в отношении которых действуют ограничения правительства США. Также в лицензионном соглашении есть пункт о том, что условия лицензионного соглашения могут быть изменены объединением в любое время с регрессивным действием таких изменений. В случае исключения российских ИТ-компаний из ODA, заменить или удалить библиотеки ODA без ущерба для их программ, состоящих в реестре российского ПО, будет довольно сложно. Таким образом, основной вопрос для российских пользователей состоит в том, насколько сильно зависит их отечественное ПО от ODA.

ПО со свободной лицензией (СПО) разрешено использовать в любых целях без чьего-либо согласия или разрешения, распространять, изучать принципы работы программы и изменять её. Доступ к исходным текстам является необходимым условием. При этом существуют различные лицензии СПО. Например, СПО с лицензией GNU GPL нельзя использовать в проприетарном ПО.

Производное ПО должно распространяться только как свободное. Обязательно разрешение на доступ и распространение исходных кодов. Показательным примером нарушения авторских прав создателей в РФ является СПО QGIS (Quantum GIS). Эта программа создана международным коллективом авторов в соавторстве, каждый из которых имеет исключительные права на созданную им часть ПО. QGIS распространяется бесплатно на условиях договора присоединения (GNU GPLv2 или выше) ассоциацией QGIS.ORG, которая зарегистрирована в Швейцарии. Комитет по управлению проектом QGIS состоит из иностранных физлиц. На официальном сайте QGIS в списке разработчиков отсутствуют россияне. Однако, в 2016 г. данная программа под названием NextGIS QGIS включена в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных под №528. В Едином реестре российских программ правообладателем NextGIS QGIS является российская коммерческая организация ООО «НекстГИС». В сведениях об исключительном праве указано «Собственная разработка (служебное произведение)». Таким образом, NextGIS QGIS, несмотря на включение в реестр отечественного ПО, как и QGIS - программное обеспечение иностранного происхождения.

Несмотря на некоторые проблемы с отбором ПО для «Единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных», основная масса включенных в него программ является отечественной интеллектуальной собственностью. Это должно обеспечить необходимую устойчивость развития экономики РФ.

Отечественное геоинформационное ПО хорошо зарекомендовало себя для решения различных прикладных задач, таких как обработка космических снимков, данных аэрофотосъемки, наземных геодезических измерений, обслуживание энергетических сетей, теплосетей и т.д. В тоже время, отечественных полнофункциональных ГИС, с возможностью разработки на их основе приложений для различных отраслей народного хозяйства, в реестре российского ПО не так много. В качестве примера можно привести ГИС Панорама (в реестре № 4227) и ГИС Аксиома (в реестре № 2174). Универсальные полнофункциональные геоинформационные системы весьма

востребованы российскими компаниями. По своим возможностям отечественные ГИС не уступают, а зачастую превосходят зарубежные аналоги. Однако, российские ВУЗы продолжают готовить специалистов на базе зарубежного геоинформационного ПО, как проприетарного, так и свободного (ArcGIS, MapInfo, QGIS и т.д.), несмотря на то, что отечественные геоинформационные системы предоставляются учебным заведениям бесплатно [5]. Отметим далее основные возможности ГИС Аксиома [6], исключительные права на которую принадлежат российской компании без иностранного участия.

При разработке ГИС Аксиома не использовались исходные коды с лицензией GNU GPL. Все библиотеки и модули сторонних производителей, которые использовались при разработке, указаны на официальном сайте ГИС Аксиома <https://axioma-gis.ru/>. Обычно разработчики отечественного ПО эту информацию не раскрывают.

ГИС Аксиома работает под операционными системами Windows, Linux, macOS.

ГИС Аксиома поддерживает все распространённые векторные и растровые форматы геоданных (MapInfo TAB, ESRI SHP, ГИС Панорама MAP/SIT/SXF, Autodesk DXF/ DWG, Microstation DGN и др.) и работу с картографическими веб-сервисами WMS, WFS и серверами тайлов TMS, WMTS. Позволяет одновременно без конвертации использовать данные в различных форматах и проекциях в одном проекте.

Поддержка известных картографических проекций с возможностью «на лету» перехода из одной проекции в другую. Возможность создавать собственные проекции и добавлять их в систему.

ГИС Аксиома поддерживает архитектуру клиент-сервер, т.е. подключается к СУБД PostgreSQL, MS SQL Server, Oracle, SQLite и т.д.

На основе ГИС Аксиома можно разрабатывать собственные геоинформационные приложения и плагины. Используя язык программирования Python можно модифицировать систему и дополнять ее новыми функциями.

Для работы с кадастровыми данными и взаимодействия с Росреестром для ГИС Аксиома разработано приложение КадОфис лайт (№7011 в реестре российского ПО) [7].

ГИС Аксиома имеет сертификаты совместимости с отечественными операционными системами ALT Linux и Astra Linux. Соответствует требованиям сертификации программного обеспечения маркшейдерских работ

ГИС Аксиома можно бесплатно использовать на личном компьютере, в том числе в коммерческих целях, если вы индивидуальный предприниматель, т.е. не работаете по найму.

Бесплатно использовать ГИС Аксиома могут:

любые государственные бюджетные образовательные учреждения (школы, колледжи, ВУЗы);

федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская академия наук»;

научные организации, находящиеся под научно-методическим руководством президиума ФГБУ «РАН»;

ФГБУ «Федеральный научно-технический центр геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных».

Сотрудники этих учреждений могут использовать ГИС Аксиома, даже если они ведут работы по договорам со сторонними организациями. Скачать бесплатную версию можно с официального сайта ГИС Аксиома - <https://axioma-gis.ru/free>.

Для коммерческих структур, государственных и муниципальных предприятий геоинформационная система Аксиома не является бесплатной. Однако, в целях ознакомления сотрудники этих организаций могут использовать ГИС Аксиома бесплатно.

### **Литература**

1. Постановление Правительства РФ от 16 ноября 2015 г. № 1236 [Электронный ресурс] // 2015. – URL: <http://government.ru/docs/20650/>

2. Постановление Правительства РФ от 20.12.2017 г. № 1594 [Электронный ресурс] // 2017. – URL: <http://government.ru/docs/30708/>

3. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы [Электронный ресурс] // 2017. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919/>

4. Методические рекомендации по подготовке заявок на включение ПО в Единый реестр [Электронный ресурс]// 2021. – URL: [https://ru-ikt.ru/metodicheskiye\\_rekomendatsi/](https://ru-ikt.ru/metodicheskiye_rekomendatsi/)

5. Бугаевский, Ю.Л., Варущенко, С.С., Ребрий, А.В. Географический атлас для учителей: геоинформационный аспект // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2017. – № 4. – С. 50-56

6. Варущенко, С.С. Отечественная геоинформационная система «Аксиома.ГИС» // Геодезия и картография. - 2015. – Спецвыпуск. – С. 32-33

7. Варущенко, С.С. Автоматизированный кадастровый офис // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. - 2011. – № 12. – С. 40-44

## **GEOINFORMATION TECHNOLOGIES AND STATE SECURITY. RUSSIAN GIS AXIOMA.**

A.S. Varushchenko<sup>\*1</sup>, S.S. Varushchenko<sup>2</sup>  
\*asvar2000@mail.ru

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Russian Federation, Moscow

<sup>2</sup> LLC «ESTI», Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** geoinformation systems, Russian software, russian software development, full featured GIS, GIS Axioma.

**ANNOTATION.** Review of geoinformational software market. Possibilities and features of domestic GIS Axioma. Usage of GIS Axioma in the Russian Federation's national economy. Educating specialists in Russian colleges and universities.

УДК 528.946:616-006

## **МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АТЛАС РОССИИ «ФАКТОРЫ РИСКА ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ»: КОНЦЕПЦИЯ И СТРУКТУРА**

С.М. Малхазова, Т.В. Котова\*

\*tatianav.kotova@yandex.ru

МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация,  
Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** онкологические заболевания, предпосылки онкологических заболеваний, факторы риска, атласное картографирование.

**АННОТАЦИЯ.** Атлас покажет распространение заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в РФ, осветит предпосылки и основные факторы онкологического риска, установленные на основе обобщения знаний и информации, накопленной в мировой и отечественной онкологии. Излагаются основные принципы подготовки Атласа, его структура и содержание по разделам.

Концепция атласа базируется на представлении о канцерогенных факторах и их условном подразделении на предпосылки заболеваний и собственно факторы риска.

Атлас разрабатывается на основе системы принципов, главные из которых:

- атлас – картографическое произведение, которое опирается на достижения системного комплексного картографирования; воплощает отечественный и зарубежный опыт онкологического картографирования;

- в основу исследования факторов риска положено знание этиологии возникновения опухоли человека и проверка особенностей комплекса этиопатогенетических факторов, проявляющих себя на данной территории;

- атлас – собрание взаимодополняющих карт, подготовленных в соответствии с принципами географического и статистического картографирования;



- атлас – издание, способствующее обеспечению научного поиска в области риска появления и развития онкологических заболеваний сообразно географическому разнообразию страны;

- атлас – компонент системы профилактики рака, обращенный к широким слоям населения.

В соответствии с обозначенными принципами основные задачи Атласа:

- наглядно представить онкологическую ситуацию РФ по данным о заболеваемости и смертности населения (детей и взрослых);

- показать распространенность злокачественных опухолей с учетом их морфологических форм в различных половозрастных, социальных, профессиональных, этнических группах населения на отдельных административных, географических, природно-климатических территориях;

- дать оценку онкологической ситуации в РФ на фоне других стран (мировой и национальный рейтинг);

- отразить географию и влияние основных внешних и внутренних факторов риска (репродукционное поведение, курение, алкоголь, питание и ожирение, загрязнение окружающей среды и т. д.);

- попытаться, несмотря на многообразие факторов риска и их синергизм, отразить их связь с онкологической заболеваемостью на примере отдельных форм рака, где прослеживается их явная корреляция;

- рекомендовать научную основу для разработки профилактических мер, опробованных и способных снизить заболеваемость раком;

- содействовать формированию грамотности населения по отношению к факторам риска в целях первичной профилактики, направленной на изменение онкологической ситуации к лучшему;

- использовать созданную базу данных в качестве информационной базы для исследования проблем онкологии и дальнейшего развития атласного онкологического картографирования РФ, успешно стартовавшего в конце XX в.

Для решения этих задач проведено:

- ознакомление с этиологией онкологических заболеваний по основным материалам ВОЗ и Международного агентства по изучению рака (МАИР), а также работ российских и зарубежных онкологов;
- анализ отечественных и зарубежных атласов по онкологии;
- систематизация основных канцерогенных факторов и их возможных классификаций;
- формирование материала для обзора и выводов, позволяющих идентифицировать и обосновать роль факторов риска в развитии онкологических заболеваний в условиях природного, социально-экономического и этнического разнообразия территории РФ;
- информационное обеспечение работ (сбор источников – картографических, статистических, литературных и т.д.; анкетирование населения) и создание базы данных;
- подготовка картографических моделей разного территориального уровня (национального, регионального, локального), отображающих географию различных факторов риска (демография, экологическое состояние окружающей среды, качество жизни, индекс развития человеческого потенциала, профилактика и др.);
- отображение заболеваемости и смертности населения РФ (по субъектам и модельным регионам) от различных видов рака;
- математико-картографическое моделирование для оценки роли различных факторов риска или их синергетического действия в формировании современной онкологической ситуации в РФ.

В качестве источников для разработки Атласа привлекаются различные материалы, довольно многочисленные, но крайне разнородные в методическом отношении и временной привязке, рассредоточенные по разным информационным ресурсам (текстовые научные публикации, картографические издания, фондовые рукописные источники, сетевые ресурсы). Используются материалы комплексных исследований Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, в том числе по экологическому состоянию регионов РФ.

В соответствии с концепцией структура Атласа раскрывается в пяти крупных тематических разделах: 1. Вводный, 2. Предпосылки онкологических заболеваний, 3. Основные факторы риска

онкологических заболеваний, 4. Распространение злокачественных новообразований, 5. Снижение факторов риска и профилактика онкологических заболеваний.

Обозначенное содержательное наполнение Атласа реализуется посредством карт, текстов, графических изображений и фотографий. Масштаб основных карт 1:30 000 000. Прочие карты выполняются в масштабе 1:40 000 000 – 1: 60 000 000. Для карт модельных регионов используются более крупные масштабы.

Вводный раздел дает представление об атласном онкологическом картографировании России как важном инструменте эпидемиологического исследования онкологической обстановки. Анализ атласных произведений по онкологии РФ в целом и ее отдельных регионов раскрывает возможности изучения онкологических проблем в контексте природного и социально-экономического разнообразия страны. Особое внимание уделяется факторам риска онкологических заболеваний, их роли в появлении и развитии рака [2, 3]. Приводятся возможные подходы к классификации факторов риска. Раздел содержит несколько карт (Физико-географическая, Административно-территориальное деление), необходимых и облегчающих изучение информации, размещенной далее, и ключевых в понимании среды жизнедеятельности общества.

Раздел «Предпосылки онкологических заболеваний» состоит из четырех подразделов: 2.1. Демография, 2.2. Здоровье, 2.3. Природные условия и 2.4. Социально-экономические детерминанты.

В подразделе 2.1. дается разносторонняя характеристика населения по таким показателям, как особенности размещения (численность и плотность, городское и сельское), половозрастной состав, воспроизводство и репродуктивные особенности, этническая структура и религиозная принадлежность.

Назначение подраздела 2.2. охарактеризовать здоровье населения в системе общепринятых и частных дополнительных показателей. Карты раскрывают общую заболеваемость населения и долю онкологических болезней в структуре неинфекционной. Потенциальный контингент населения, склонный к онкологической патологии, отображается на карте «Распространенность хронических

заболеваний», дополненной результатами анкетирования по вопросам оценки респондентами своего здоровья и причинами необращения или несвоевременного обращения за медицинской помощью, важными в оценке населением медицинского обслуживания и объективизации оценки его современного состояния.

Подраздел 2.3. дает представление о таких природных особенностях территории России, которые по наблюдениям медиков могут повлиять на возникновение онкологических заболеваний – разломы и вулканическая деятельность, высота местности, продолжительность периода с низкими температурами и т. д.

Подраздел 2.4. разносторонне характеризует посредством аналитических и комплексных показателей социально-экономические детерминанты: степень материального благополучия жизни населения и понимание возможностей целесообразного доступа к решению возникающих проблем, в том числе онкологического плана. Это передается посредством карт, показывающих уровень урбанизации, доходы населения и качество жизни, а также финансирование системы здравоохранения.

Раздел «Основные факторы риска онкологических заболеваний» включает четыре подраздела: 3.1. Окружающая среда, 3.2. Образ жизни, 3.3. Производственные условия и профессиональные риски, 3.4. Инфекционные агенты и предопухолевые заболевания.

Подраздел 3.1. представляет разнообразные факторы риска, кумулятивное воздействие которых включает ультрафиолетовое излучение, загрязнение атмосферного воздуха, радиационное загрязнение, загрязнение почв и воды. Комплексная оценка экологического состояния окружающей среды выносятся на отдельную карту.

Подраздел 3.2. посвящен канцерогенным факторам, связанным с особенностями индивидуального образа жизни, который, в свою очередь, обуславливается социально-экономическими и социокультурными факторами (величиной социальной прослойки, подверженностью канцерогенам на рабочем месте, культурными ценностями, рекламой и т. д.) и индивидуальными психологическими факторами. Серия карт отображает основные, по оценке ВОЗ, факторы риска рака, влияние большей части которых полностью

зависит от поведения индивидуума и которое можно изменить: курение, алкоголь, питание, избыточный вес, физическая активность и т. д.

Подраздел 3.3. показывает роль производственных условий и профессиональных рисков. Случаи профессионального рака выявляются в связи с неблагоприятными условиями труда, стрессами, ростом вредных для здоровья производств и созданием новых отраслей, особенно там, где не полностью соблюдаются стандарты и требования органов здравоохранения.

В Подразделе 3.4. рассматриваются инфекционные патогены, которые были классифицированы МАИР как канцерогенные для человека: бактерия *Helicobacter pylori*; ряд вирусов и паразитов.

Раздел «Распространение злокачественных новообразований» состоит из четырех подразделов: 4.1. Общая заболеваемость (2007-2018) /смертность (2000-2018) от злокачественных новообразований. 4.2. Основные формы локализации злокачественных новообразований, 4.3. Оценка онкологической ситуации в РФ по сравнению с другими странами мира и 4.4. Анализ мировых и российских тенденций онкологической заболеваемости в XXI в.

Подраздел 4.1. включает карты, которые отображают общую заболеваемость и смертность от злокачественных новообразований посредством стандартизированных показателей (все население, мужчины, женщины), структуру онкологической заболеваемости, наиболее часто диагностируемые формы рака. На отдельные карты выносятся показатели среднего возраста диагностирования рака и общей выживаемости как свидетельства эффективности применяемых методов излечения болезни.

Подраздел 4.2. показывает заболеваемость и смертность по основным наиболее распространенным на территории РФ видам рака (желудок, ободочная кишка, прямая кишка, поджелудочная железа и др.).

Раздел «Снижение факторов риска и профилактика онкологических заболеваний» включает ряд карт, представляющих инфраструктуру онкологической службы, систему массовой профилактики и скрининга, функционирующих в настоящее время в системе медицинского обслуживания и здравоохранения РФ [2].

Особое место в разделе занимает сводка по природным средствам (растительного и животного происхождения) профилактики и лечения онкологических заболеваний, подготовленная посредством обработки многочисленных научных трудов и рекомендаций практического здравоохранения, выработанных и опробованных опытом многолетнего применения в научной и народной медицине.

Медико-географический атлас России «Факторы риска онкологических заболеваний» – картографическое научно-популярное издание, ориентированное на актуальные запросы общества по сокращению онкологической заболеваемости [1, 7]. Атлас пополнит серию медико-географических атласов России, ранее подготовленных кафедрой биогеографии Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова [4, 5, 6].

### **Литература**

1. Голивец, Т. П., Коваленко, Б. С. Анализ мировых и российских тенденций онкологической заболеваемости в XXI веке/Сетевой журнал «Научный результат». Серия «Медицина и формация». - 2015 – Т. 1. - № 4 (6). – С. 79–86. DOI: 10.18413/2313-8955-2015-1-4-79

2. Заридзе, Д. Г., Максимович, Д. М. Профилактика злокачественных новообразований. Успехи молекулярной онкологии. - 2017. – Т. 4. - № 2.– С. 8–25

3. Малофеевская, Н. А. Геоэкологические детерминанты распространения злокачественных новообразований в России. – Автореферат. дис. канд. геогр. наук: 25.00.36–Геоэкология. СПб. – 24 с.

4. Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни»/под ред. С.М. Малхазовой. – М.: Географический факультет МГУ, 2015–208 с.

5. Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни»/под ред. С.М. Малхазовой. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Географический факультет МГУ, 2017–216 с.

6. Медико-географический атлас России «Целебные источники и растения»/под ред. С.М. Малхазовой. – М.: Географический факультет МГУ, 2019–304 с.

7. Национальная стратегия по борьбе с онкологическими заболеваниями на долгосрочный период до 2030 года. – 48 с.

[Электронный ресурс]. – URL :  
<https://nbp2030.ru/dokumenty/natsionalnaya-strategiya-po-borbe-s-onkozabolevaniyami-na-dolgosrochnyi-period-do-203--goda/> (дата обращения 20.11.2020)

## **MEDICO-GEOGRAPHICAL ATLAS OF RUSSIA «CANCER RISK FACTORS»: CONCEPT AND STRUCTURE**

S. Malkhazova, T. Kotova\*

\*tatianav.kotova @yandex.ru

Lomonosov Moscow State University, Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** oncological diseases, prerequisites of oncological diseases, risk factors, atlas mapping.

**ANNOTATION.** The Atlas will provide an analysis of the spread of morbidity and mortality from malignant neoplasms in the Russian Federation, will highlight the prerequisites and main factors of cancer risk, established on the basis of generalization of knowledge and information accumulated in world and domestic oncology. The basic principles of preparing the Atlas, its structure and content by sections are described.

УДК 912.44

## **РАЗРАБОТКА РАЗДЕЛА ПРОФОРИЕНТАЦИОННОГО АТЛАСА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

А.С. Алексейкова<sup>1\*</sup>, Т.А. Андреева<sup>1,3</sup>, И.С. Кузнецов<sup>1,2</sup>, Н.А. Позднякова<sup>1,3</sup>, В.Г. Коровка<sup>2</sup>, С.А. Горлышева<sup>1</sup>

\*anastasia.alekseikova@yandex.ru

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский НИИ Фтизиопульмонологии, Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>3</sup> Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** атласное картографирование, здравоохранение, медицинская картография

**АННОТАЦИЯ.** В современном мире у выпускников школ всё острее стоит вопрос выбора будущей специальности. Создание

профориентационного атласа нацелено непосредственно на информирование потенциальных абитуриентов о различных профессиях. Далее приводится описание разработки одного из разделов атласа, посвящённого медицинским учреждениям Санкт-Петербурга.

Актуальность создания профориентационного атласа на территорию Санкт-Петербурга связана с необходимостью расширить знания абитуриентов об учебных заведениях Санкт-Петербурга, а также специальностях, которые можно в них получить. Сейчас Северо-Западный регион активно развивается, а непосредственно Санкт-Петербург является крупным научным, учебным и производственным центром. Профориентационных занятий, проводимых в школах, зачастую бывает недостаточно для того, чтобы помочь выпускникам выбрать специальность. Поэтому возникает необходимость создания дополнительных материалов профориентационной тематики, которые давали бы абитуриентам более полное представление о том, где можно реализовать себя в будущем.

Ранее был разработан профориентационный атлас Ленинградской области [1], но территория, которую он охватывал, была достаточно велика, что затрудняло восприятие информации, представленной в нем. Свою роль в создании данного атласа сыграло то, что большинство учебных заведений, научных центров и производств, которые могли бы заинтересовать абитуриентов, расположены в Санкт-Петербурге. Соответственно, возникла необходимость создания комплексного профориентационного атласа на территорию Санкт-Петербурга.

Разрабатываемый атлас будет освещать множество разделов, таких как экономика, охрана окружающей среды, климат и т.д. Но, так как регион постоянно развивается, а население Санкт-Петербурга возрастает, необходимо также осветить один из самых главных аспектов – здравоохранение.

Раздел, посвящённый здравоохранению, направлен не только на привлечение будущих специалистов непосредственно в медицину, но также и в смежные профессии, например медицинскую картографию.



В раздел здравоохранения было решено включить три карты. Одна из них посвящена количеству и специализации медицинских учреждений в районах Санкт-Петербурга. Статистическая информация для данной карты была получена из открытых источников, которыми послужили как сайты администраций районов, так и сайты самих медицинских учреждений.

Следующая карта отображает количество и специализацию медицинского персонала в каждом из районов Санкт-Петербурга. Информация и статистические данные для этой карты также были получены из открытых источников, таких как сайты медицинских учреждений и федеральные службы статистики.

Третья карта раздела отображает данные по одной из социально значимых болезней – туберкулёзу [2]. Такие карты используются в отдельных медицинских отраслях, например, в противотуберкулёзной службе. Подобные карты строятся на информации, собираемой и обрабатываемой в сети городских диспансеров, и представляют собой специализированные издания, направленные на информирование специалистов данной отрасли. Информация для этой карты была предоставлена НИИ Фтизиопульмонологии.

Наличие подобного картографического изображения в профориентационном атласе должно привлечь подрастающее поколение к работе в сфере медицины, и не только в привычном аспекте: данная карта является примером медицинского картографирования, которое помогает наглядно отобразить информацию о болезни, что способствует своевременному предотвращению её распространения. Это наиболее актуально для социально-значимых болезней, таких как туберкулёз.

Разработка и создание всех картографических произведений осуществлялась в программном обеспечении Bentley Microstation, поскольку технологическая схема уже была отработана при составлении атласа ЛО и показала необходимые для достижения конечной цели результаты.

Помимо карт раздел дополнен информацией о различных учебных заведениях Санкт-Петербурга, а также сводной статистикой о профессиях в сфере медицины. Наличие текстовой составляющей, а

также сопутствующих иллюстраций служит необходимой информационной основой раздела.

Работа ведется представителями кафедры картографии СПбГУ и факультета географии РГПУ имени А. И. Герцена, в сотрудничестве со специалистами НИИ Фтизиопульмонологии.

В результате работы по созданию раздела о здравоохранении было представлено большое количество учебных заведений и научно-исследовательских центров различного медицинского профиля. Также хорошо развито медицинское обслуживание населения: Санкт-Петербург имеет широкую сеть районных поликлиник и больниц. Кроме того, медицина Санкт-Петербурга развивается и в симбиозе с другими дисциплинами и науками, как, например, геоинформатика и картография. Результаты совместной работы позволяют выявлять социально-значимые болезни, такие как туберкулёз, и контролировать их распространение, что позволяет формировать здоровую городскую среду, необходимую для дальнейшего развития региона. Все районы города в равной мере обеспечены медицинскими учреждениями и персоналом, но, тем не менее, в целом заметен недостаток квалифицированных кадров в данной отрасли.

### **Литература**

1. АТЛАС-СПРАВОЧНИК Ленинградской области / Т. А. Андреева, Ю. В. Дворников, Д. О. Елисеев, Л. М. Зарина, Л. О. Зелюткина, С. В. Ильинский, Л. А. Нестерова, Д. В. Орженовский, А. Н. Паранина, Н. А. Позднякова, С. Д. Полякова, М. Ю. Синай / под ред. С. И. Богданова, Д. А. Субетто. – СПб.: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. – 252 с.

2. Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2004 г. N 715 «Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и перечня заболеваний, представляющих опасность для окружающих» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. - Доступ из справ.-правовой системы «Гарант». – URL : <https://base.garant.ru/12137881/> (дата обращения 27.09.2021)

## ELABORATION OF THE PART OF CAREER GUIDANCE ATLAS OF ST. PETERSBURG

A. Alekseikova<sup>1\*</sup>, T. Andreeva<sup>1,3</sup>, I. Kuznetsov<sup>1,2</sup>, N. Pozdnyakova<sup>1,3</sup>, V. Korovka<sup>2</sup>, S. Gorlysheva<sup>1</sup>

\* anastasia.alekseikova@yandex.ru

<sup>1</sup> Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

<sup>2</sup> St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, Russia, St. Petersburg

<sup>3</sup> Herzen University

**KEYWORDS:** atlas mapping, healthcare, medical cartography.

**ANNOTATION.** In the modern world, school graduates are increasingly faced with the question of choosing a future specialty. The creation of a career guidance atlas is aimed directly at informing potential applicants about various professions. The following is a description of the development of one of the sections of the atlas dedicated to medical institutions in St. Petersburg.

УДК 528.91

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ И ПРИЕМОВ КАРТОГРАФИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИСТОРИИ ЦЕРКВИ

Г.Н. Озерова<sup>1</sup>, Т.А. Андреева<sup>1,2\*</sup>, прот. К. Костромин<sup>3</sup>,

Д.В. Орженовский<sup>1</sup>

\* chipro\_@mail.ru

<sup>1</sup> Российский государственный педагогический Университет им. А. И. Герцена

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский Государственный Университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>3</sup> Санкт-Петербургская духовная академия

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** карта, пространственный образ, атлас, история, епархии, приходы, монастыри, духовное образование.

**АННОТАЦИЯ.** Статья посвящена возможностям использования методов и приемов картографии при изучении истории Церкви (на примере создания заключительного атласа серии “Русская Православная Церковь из века в век” — “Русская Православная Церковь: Начало эпохи Патриарха Кирилла”).

Тема «История Русской Церкви» чрезвычайно широка, глубока и многогранна. Интерес общества к истории Русской Церкви неизмеримо возрос за последние десятилетия, но при современном уровне доступной информации не может быть удовлетворен в полной мере. Дело в том, что любые события, в том числе и события церковной жизни, происходят одновременно во времени и пространстве, но Церковь, предоставляя широкую информацию о происходящих внутрицерковных событиях, не дает пространственного образа этих событий и их результатов, без чего информацию нельзя считать полной. В свою очередь, пространственная ситуация может быть показана только на картах.

Историки почему-то считают достаточной эту незавершенность их трудов, или, не владея методиками картографической обработки материалов, не создают карт. Большинство картографов самостоятельно не берется за составление историко-церковных карт, так как недостаточно знакомы с особенностями этой тематики.

В конце 1990-х годов на кафедре картографии СПбГУ небольшая группа сотрудников под руководством д.г.н. Г.Н. Озеровой, понимая огромную значимость темы, занялась внимательным изучением истории Русской Церкви, созданием баз данных и компьютерным картографированием.

Изучение истории Русской Церкви началось с темы, для которой применение картографического метода — насущная необходимость: формирование пространства Русской Церкви, связанное с историей Русского, Российского государства и с общемировой историей. Вторая тема, для которой чрезвычайно актуален пространственный аспект — монастырское строительство. Карты разрабатывались на программном обеспечении фирмы Bentley-Microstation и в полиграфическом виде, и в электронном варианте. Постепенно список изучаемых тем расширялся: в него вошла деятельность высокочтимых святых Руси и Патриархов Российских, и последовало создание ряда карт-биографий. Затем началось углубленное изучение истории Русской Церкви по векам в самом широком спектре — в частности, рассматривались взаимоотношения с другими Поместными Православными Церквями. Результатом исследований и картографирования явились два большеформатных атласа (формат

А3: 41x29 см), хорошо иллюстрированных, имеющих более 100 карт каждый и значительный сопроводительный текст: атлас «Русская Православная Церковь: из века в век...», «История высшей иерархии и епархиального устройства» и атлас «Русская Церковь в семье Поместных Православных Церквей». Атласы были одобрены Санкт-Петербургской Духовной Академией. К сожалению, по независящим от авторов обстоятельствам, атласы еще не увидели свет. Третьим является атлас «Русская Православная Церковь: начало эпохи Патриарха Кирилла», прошедший презентацию на научно-богословской конференции «Священная иерархия в жизни Церкви», состоявшейся 11 ноября 2021 г. в Сретенской духовной академии. Атлас охватывает этап, очерченный интронизацией Святейшего Патриарха Московского и всея Руси Кирилла 1 февраля 2009 г. и Архиерейским Собором, назначенным на ноябрь 2021 г., по времени близким к юбилею Патриарха — 75-летию со дня рождения (из-за пандемии Ковид-19 Собор перенесен на конец мая 2022 г.).

Основная задача атласа — показать в пространственной форме результат развития за 12 лет важнейших институтов Русской Православной Церкви: епархий, епископского корпуса, приходов, монастырей и духовного образования. Атлас фактологический. Это значит, что он опирается на официально публикуемые, в основном статистические, данные о развитии основных институтов Церкви. Но, как учит народная мудрость, «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать». В данном случае официальная информация — это то, что можно «услышать» и не более, но «увидеть» происшедшее на необъятной канонической территории Патриархата — можно только с помощью карт. Карты драгоценны тем, что могут одновременно дать представление о распределении и состоянии любого числа объектов на любой территории в форме, позволяющей видеть их пространственные закономерности, качественные особенности и количественные характеристики, такие как максимумы, минимумы, плотность, соседство и др., а при сравнении карт — определять тенденции развития явлений и давать прогнозы.

Данный атлас разрабатывается, в основном, в структурных подразделениях РГПУ им Герцена. Ниже представлены его разделы.

#### **«МИРНЫЕ» и АРХИПАСТЫРСКИЕ ВИЗИТЫ ПАТРИАРХА**

Первые три карты Атласа посвящены визитам Патриарха и показывают поразительный пространственный размах его архипастырской деятельности.

### **ТЕРРИТОРИАЛЬНО-АДМИНИСТРАТИВНОЕ ЕПАРХИАЛЬНОЕ) УСТРОЙСТВО**

Этой теме посвящено 10 карт. С 2009 г. в Русской Церкви начались значимые реформы епархиального устройства. 137 епархий представлены на картах атласа.

Каноническую территорию Русской Церкви ныне составляют, прежде всего, 14 бывших республик СССР (то есть все, кроме Грузии, которая имеет свою Поместную Православную Церковь). Далее, в состав канонической территории решением Св. Синода в 2013 г. были включены давние миссионерские территории Русской Церкви — Китай и Япония (ныне — Китайская и Японская автономные Церкви Московского Патриархата), а в 2016 г. — Монголия. Японская Церковь имеет три епархии, на территории Китая и Монголии епархий нет.

В целом в 2009 г. на канонической территории Русской Православной Церкви было 137 епархий, в 2021 г. — 296 епархий и 61 митрополия. Сравнение карт 2009 и 2021 гг. отражает эти разительные перемены, как в изменении площадей епархий, так и в плане появления новых епархиальных центров — новых духовных центров — и в российской глубинке и в северных регионах, например в Нарьян-Маре, Воркуте, Салехарде, Норильске.

В 2009 г. в дальнем зарубежье Московский Патриархат имел семь епархий в Европе и одну епархию — Аргентинскую и Южноамериканскую — в Южной Америке. Все они были образованы после 1945 г.

В 2021 г. Русская Церковь имела за пределами канонической территории 22 епархии, а ее общее епархиальное поле составили 318 епархий, и все они легко прочитываются на картах.

### **ПРОСТРАНСТВЕННО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ РПЦ**

Все епархии Русской Церкви равны между собой — это равнозначные местные церкви, возглавляемые архиереями, хотя с позиций общего церковного управления это поле неоднородно.

Отдельные его части имеют разные права и обязанности в отношении с Патриархией и разную степень самостоятельности в решении внутренних проблем, что прописано в Уставе РПЦ и в уставах соответствующих канонических единиц. Этой теме посвящена отдельная карта и значительный пояснительный текст.

### **ЕПИСКОПАТ**

Теме епископат посвящено в совокупности 9 карт на 2009 и 2021 гг. Карты «Архиерейские кафедры» канонической территории на эти даты разительно отличаются друг от друга. В 2009 г. епископат Русской Церкви составляли 200 архиереев. Из них правящих архиереев было 149 — то есть меньше числа епархий, и некоторые управляли двумя епархиями. В последующие годы быстрого увеличения числа епархий лично Патриархом Кириллом было совершено 200 епископских хиротоний (на ноябрь 2021 г.), совершались хиротонии и в Украине и Белоруссии. В результате ныне епископат Русской Церкви составляют более 400 архиереев. Карты дают возможность оценить распределение плеяды новопоставленных епископов и увеличение числа митрополитов, связанное, прежде всего, с образованием 61 митрополии. Легко проследить и за конкретными изменениями в составе епископата дальнего зарубежья.

### **ПРИХОДЫ**

Это чрезвычайно важная и сложная тема и ей в атласе посвящено 6 карт для канонической территории и 9 карт для дальнего зарубежья.

В 2009 г. существовало более 29 тыс. приходов, в начале 2019 — уже более 38 тыс. Эта информация — констатация факта. При желании из разного рода источников можно получить отдельные данные о числе приходов по епархиям. Но, если перед читателем карта, то он сразу видит полную совокупную картину пространственного распределения приходов (по епархиям) как на всей территории, так и в любом регионе, относительную плотность приходов, может определить конкретную численность приходов в епархиях, которая легко считывается с карты визуально, с небольшой ошибкой, естественной для любых исследований, может определить максимальное, минимальное, среднее число приходов в епархиях, увидеть разницу «нагрузки» на епархиальных архиереев и многое другое. Возможно и представление всех без исключения приходов,

если это соответствует задачам исследования и позволяет масштаб карт. Так в атласе адресно показаны все приходы Японии, Китая и Монголии на канонической территории и все приходы Русской Православной Церкви за ее пределами — приходы отдельных епархий Московского Патриархата, Экзархатов Западной Европы и Юго-Восточной Азии, приходы РПЦЗ и Архиепископии западноевропейских приходов русской традиции.

Вне епархий в дальнем зарубежье существуют ставропигиальные приходы — приходы прямого подчинения Патриарху. Часть их объединена в Благочиния Патриарших приходов (в США, Канаде, Италии, Швеции, Норвегии, Финляндии); в других странах — например в Австралии, Индии, Непал — они единичны. Все ставропигиальные приходы представлены в атласе адресно.

### **МОНАСТЫРИ**

В 2009 г. на канонической территории Русская Церковь имела 804 монастыря (395 мужских и 409 женских). В 2019 г. монастырей было уже 972 (474 мужских и 498 женских). В последующие «коронавирусные» годы открытие монастырей было единичным. Кроме имеющейся характеристики («мужские» и «женские») нами дополнено деление монастырей на «городские» и «сельские»; на «старые» (существовавшие до 1917 г., но закрытые или разрушенные в годы репрессий и гонений, и постепенно возрождаемые с конца 1980-х гг.) и «новые», не имеющие дореволюционных корней. Карта «Монастыри канонической территории» дает возможность увидеть всю исторически сложившуюся систему монастырей — от монастырей Калининградской митрополии до маленького женского Софийского монастыря в Токио, относящегося к Токийскому подворью МП, и до монастырей Петропавловска-Камчатского и Магадана — при этом со всеми особенностями географического положения и качественных характеристик. Эта возможность отображения на картах в наглядной и поддающейся анализу форме множественных объектов с дополнительной информацией поистине драгоценна.

Отдельная карта посвящена монастырям дальнего зарубежья. В разных источниках их число значительно различается. Отчасти это объясняется неоднозначностью понятий монастырская



община/скит/монастырь в разных странах. В Атласе представлена сводная таблица и карта зарубежных монастырей — их распределение по странам мира, подразделение на монастыри и скиты (мужские, женские, смешанные; при этом смешанный монастырь св. Силуана Афонского во Франции, где на одной территории расположены мужская и женская общины, считается двумя объектами). Согласно таблице, в дальнем зарубежье находится 41 монастырь и 12 скитов. Учитывая терминологическую и содержательную неоднозначность понятий монастырь и скит, корректнее употреблять обобщающее понятие «монашеская обитель» — таким образом, в 2021 г. Русская Церковь за пределами канонической территории имела 53 монашеские обители.

### **ОБРАЗОВАНИЕ**

В тексте отмечено, что успехи в развитии духовного образования, как в церковных, так и в светских вузах, в рассматриваемый период очень велики: от совершенствования учебных программ, перехода на трехуровневую систему: бакалавриат/магистратура/аспирантура, от забот о лицензировании и аккредитации духовных учебных заведений - до утверждения паспорта научной специализации «теология» в системе ВАК и признания научных степеней по теологии на государственном уровне. Представлена карта духовных учебных заведений Русской Церкви.

Атлас завершает карта «Присутствие Русской Православной Церкви в мире», на которой выделены 17 государств канонической территории и 76 за ее пределами, всего 93 государства.

Атлас «Русская Православная Церковь: Начало эпохи Патриарха Кирилла», позволяющий самому широкому кругу читателей увидеть успехи Русской Церкви за первые 12 лет патриаршества Святейшего Патриарха Московского и всея Руси Кирилла, может быть полезен на приходах, может быть использован в преподавании истории Русской Церкви, в миссионерской деятельности, в первую очередь за рубежом, а также в межправославном общении, поскольку отражает состояние всех основных институтов Русской Церкви на 2021 г.

## APPLICATION METHODS AND TECHNIQUES OF CARTOGRAPHY OF RESEARCH THE HISTORY OF THE CHURCH

G. Ozerova<sup>1</sup>, T. Andreeva<sup>1,2\*</sup>, prot. K. Kostromin<sup>3</sup>, D. Orzhenovsky<sup>1</sup>  
\* chippo\_@mail.ru

<sup>1</sup>The Herzen State Pedagogical University

<sup>2</sup>Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

<sup>3</sup>Saint Petersburg Theological Academy

**KEYWORDS:** map, spatial image, atlas, history, dioceses, parishes, monasteries, spiritual education.

**ANNOTATION.** The article is devoted to the possibilities of using the methods and techniques of Cartography in the study of the history of the Church (on the example of the creation of the final atlas of the series "The Russian Orthodox Church from century to century" - "The Russian Orthodox Church: The beginning of the epoch of Patriarch Kirill")

УДК 528.91

### СОСТАВЛЕНИЕ СЕРИИ КАРТ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНИЦ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.В. Орженовский<sup>1</sup>, Т.А. Андреева<sup>1,2\*</sup>

\* chippo\_@mail.ru

<sup>1</sup> Российский государственный педагогический Университет им. А. И. Герцена

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский Государственный Университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Ленинградская область, исторические карты, административные границы.

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассматриваются вопросы создания серии карт изменений границ Ленинградской области и предшествовавшей ей Петроградской – Ленинградской губернии за период 1914-2021 гг. Приводится краткий обзор и анализ важнейших изменений границ области.

В настоящее время в РГПУ им. А.И. Герцена ведётся подготовка к изданию комплексного научно-справочного атласа Ленинградской

области. В атлас будет включено большое количество карт, показывающих различные объекты, процессы и явления, имеющие или имевшие место на территории области. В частности, немаловажным вопросом является история формирования границ региона, начиная с Первой мировой войны и до настоящего времени.

Вкратце историю изменения границ региона в рассматриваемый период можно изложить следующим образом.

К началу первой мировой войны значительную часть территории современной Ленинградской области и север Псковской занимала Санкт-Петербургская губерния (переименованная в 1914 г. в Петроградскую, а в 1924 г. – в Ленинградскую в связи с изменением названия её административного центра). В первое десятилетие советской власти она претерпела несколько изменений, самым заметным из которых было включение двух уездов упразднённой Олонецкой губернии. Затем произошло резкое укрупнение административно-территориального деления – в 1927 г. на месте прежних пяти губерний Северо-Запада была создана огромная Ленинградская область [6].

Вскоре после образования области началось её разукрупнение, вызванное плохой управляемостью столь крупной административно-территориальной единицы [6]. По мере создания относительно меньших по размерам областей, смежных с Ленинградской, к ним отошёл ряд периферийных районов. Этот процесс завершился в 1944 г., когда из Ленинградской области были выделены Псковская и Новгородская. Кроме того, в 1940 г. по окончании советско-финской войны в состав СССР вошла территория Карельского перешейка, южная часть которой была включена в состав Ленинградской области сразу, а северная – первоначально отдана Карело-Финской ССР, но позже передана в Ленинградскую область. В 1956 г. были незначительно изменены границы на юго-востоке области [8]. После этого внешняя граница области стабилизировалась [5].

Однако ещё до этого, в 1931 г., центр области – город Ленинград (с Кронштадтом) был выделен из состава области в особую административно-территориальную единицу. Несколько лет спустя ему были переданы отдельные пригороды – Петергоф, Детское Село (Пушкин), Колпино, ставшие эксклавами Ленинграда, окружёнными

территорией области. После войны в подчинение Ленинграда была передана пригородная зона, включившая территории между городом и его эксклавами, а также курортное побережье Финского залива [4]. Процесс формирования территории, подчинённой Ленинграду, завершился в 1978 г., когда в её состав был включён город Ломоносов [5].

В целом, как можно видеть, история границ региона на протяжении рассматриваемого периода была достаточно сложной. Одни и те же территории то присоединялись к губернии и Ленинградской области, то выходили из её состава. Исходя из этого, для отображения территориальных изменений был выбран метод разбиения рассматриваемого отрезка времени по моментам наиболее значительных изменений контуров области.

К числу таких моментов, безусловно, относится формирование Ленинградской области на базе пяти губерний (1927 г.) Другие моменты, когда происходили важнейшие изменения очертаний области – это 1929, 1935 и 1937 гг., когда происходила масштабная передача районов в состав вновь образуемых областей (Западной, Калининской и Вологодской), и год выделения из Ленинградской новых Псковской и Новгородской областей – 1944. Особо следует отметить также 1938 год, когда Мурманский округ, отделённый от основной части области территорией Карельской АССР, был преобразован в самостоятельную область. Менее значительные, но тоже достаточно важные изменения происходили в 1940 г. (присоединение Карельского перешейка), а после войны – в 1956 г. (окончательное формирование внешнего контура области) и в 1978 г. (последнее изменение границы Ленинградской области и территорий, подчинённых Ленинграду). В качестве исходного рубежа был выбран 1914 г. (момент первого переименования губернии).

В качестве основы для составляемых карт была взята картографическая основа, разработанная для создаваемого сейчас на кафедре картографии и геоинформатики СПбГУ и в РГПУ им. А. И. Герцена Атласа Православия, и близкая по масштабу к составляемым картам Ленинградской области. С той же основы были взяты современные границы области и исторические границы, совпадающие с современными – например, юго-восточная граница области до 1944

г., превратившаяся в границу между Новгородской и Калининской (Тверской) областями и сохранившаяся в качестве таковой до наших дней. Исчезнувшие к настоящему времени исторические границы были взяты с различных карт подходящего масштаба, изданных в соответствующие периоды времени [1, 2, 3, 7].

На каждой из создаваемых исторических карт была показана территория области в выбранный отрезок времени, а также произошедшие за тот же период территориальные изменения – присоединения и потери земель, с годами, когда они происходили. Кроме того, для облегчения восприятия были обозначены основные города на территории области. Как правило, в пределах каждого присоединяемого или отделяемого участка территории был показан как минимум один город (при наличии таковых). Для всех городов давались исторические названия, актуальные на соответствующий промежуток времени. С целью облегчения сопоставимости разных карт на каждой из них был обозначен также современный контур Ленинградской области. Для обеспечения возможности размещения всех карт на листе атласа Ленинградской области был выбран масштаб составления, равный 1:8 000 000.

Всего было составлено 10 карт. На первой из них были показаны изменения границ Петроградской – Ленинградской губерний, начиная с 1914 г. и до момента упразднения губернии. Вторая показывает объединение губерний Северо-Запада страны в Ленинградскую область. Следующие 7 карт отображают изменения, произошедшие в Ленинградской области между выбранными годами, вплоть до последнего изменения областных границ. Отдельная карта посвящена Мурманскому округу в составе Ленинградской области.

Таким образом, составленная серия исторических карт отразила все изменения границ региона в рассматриваемый период времени. Для её составления был проведён анализ изменений границ, эти изменения были разделены на две группы по уровню их значимости. Кроме того, была продумана система условных обозначений, обеспечившая читаемость карт, несмотря на их относительно мелкий масштаб.

## Литература

1. Административная карта Европейской части СССР. – М. : НКВД, 1929
2. Атлас СССР. – М. : ГУГК, 1947
3. Большой советский атлас мира. Т. 2. – М. : ГУГК, 1939
4. Дегусарова В. С., Мартынов В. Л., Сазонова И. Е. Геодемографические особенности пригородной зоны Санкт-Петербурга // Балтийский регион. - 2018. - Т. 10. - №3. - С. 19-40
5. История формирования Ленинградской области [Электронный ресурс]. – URL : <https://lenobl.ru/ru/o-regione/istoriya/> (дата обращения: 26.01.2022)
6. Манаков А. Г. Изменение административно-территориального деления Северо-Запада России в советскую эпоху // Псковский регионологический журнал. - 2015. - №24. - С. 72-87
7. Настольная генеральная карта Европейской России. – СПб : Картографическое заведение А. Ильина, 1913
8. Справочник по истории административно-территориального деления Ленинградской области (1917-1969 гг.). / сост.: Дубин А. С., Лебедева П. Г. – Л., 1969

## CREATING A SERIES OF MAP FORMATION OF THE BORDERS OF THE LENINGRAD REGION

D. Orzhenovsky<sup>1</sup>, T. Andreeva<sup>1,2\*</sup>

\* chippo\_@mail.ru

<sup>1</sup>The Herzen State Pedagogical University

<sup>2</sup>Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** Leningrad region, historical maps, administrative borders.

**ANNOTATION.** The article deals with the issues of creating a series of maps of changes in the borders of the Leningrad region and the Petrograd-Leningrad province that preceded it for the period 1914-2021. A brief review and analysis of the most important changes in the boundaries of the region is given.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ  
ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В  
ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ  
ОБЛАСТИ**

И.Е. Сидорина<sup>1\*</sup>, А.И. Ракова<sup>1</sup>, Е.М. Шишмолина<sup>1</sup>  
\*i.sidorina@spbu.ru

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский Государственный Университет, Российская  
Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** геоинформационное картографирование, картография, ГИС, этнографические исследования

**АННОТАЦИЯ.** С помощью геоинформационного картографирования (ГК) появилась возможность создавать изображения принципиально нового типа, применять аналитические функции ГИС. Методы ГК можно эффективно применять для сопровождения этнографических исследований. В статье представлены результаты применения и перспективы развития картографирования средствами ГИС на основе данных проекта «Этноконфессиональный иллюстрированный атлас Ленинградской области» Российского этнографического музея.

С середины XIX века процессы урбанизации и индустриализации стали приводить к исчезновению элементов традиционной культуры в развитых промышленных странах. Это серьезно обеспокоило ученых-этнографов, которые стали призывать к изменению методики сбора и обработки материалов исследований и созданию национальных историко-этнографических атласов. Изначально картографирование использовалось как вспомогательный иллюстративный прием и служило для пространственного отображения расселения этносов (чаще всего с помощью способов: ареалов, качественного фона или значков). Но этнография нуждалась в изучении динамики процессов развития, выявлении взаимосвязей между географическими характеристиками территории и закономерностями расселения народов. Вместе с тем развивались тематическая картография и картографический метод исследований, и с середины XX в.

картографирование стало особым методом этнографического исследования, с помощью которого можно было выявлять изменения различных объектов и явлений в пространстве и во времени.

Еще в 70-х гг. XX в. С.И. Брук писал о необходимости создания региональных этнографических атласов на всю территорию страны, с последующим изданием Этнографического атласа СССР [1]. Эта задача до сих пор не решена.

Важным событием стало издание Этноконфессионального атласа Ленинградской области, подготовленное Российским этнографическим музеем (РЭМ). Атлас включает в себя более 100 карт, пояснительные тексты, справочные материалы и иллюстрации [3].

Для карт атласа используются классические способы отображения расселения народов Ленинградской области (ЛО). Но современная картография обладает существенно большими возможностями. Развитие информационных технологий и создание геоинформационных систем упростило процесс хранения и обработки данных, а также последующего их анализа. Для современных исследований важна не только визуализация материала, но и возможность получения новых результатов на основе анализа и синтеза имеющихся данных. Это широко используется, например, в современной археологии, но практически не реализуется в этнографических исследованиях. Было решено применить методы геоинформационного картографирования к этнографическим данным ЛО.

В данном исследовании мы использовали следующие методы ГК [2]:

- Преобразование систем координат. Включает все операции по перепроецированию и определению систем координат. Это дает возможность корректно «привязывать» картографические материалы прошлых эпох, геокодировать населенные пункты, добавлять данные дистанционного зондирования.

- Операции пространственного анализа. Пространственные и атрибутивные запросы к базе данных (БД). Метод заключается в совместном анализе атрибутов объектов и/или их положения в пространстве при решении задач, основанных на взаимосвязях



тематических слоев БД ГИС. Сюда входят такие операции как, оверлей, построение буферных зон, объединение и т.д.

- Классификация. Служит для группировки данных по одному атрибутивному признаку для выявления закономерностей параметра. Для создания карт в большинстве ГИС-пакетов предлагается типичный набор способов изображения: отдельный символ, цветовая шкала, уникальные значения, локализованная диаграмма и другие.

Для изучения новых способов картографирования с помощью встроеного инструментария ГИС были выбраны данные первой Всесоюзной переписи населения 1926 г. по: малым коренным народам (карелы, вепсы, ижора, водь); прибалтийским народам (латыши, литовцы, финны и эстонцы).

Перепись 1926 г. дает основную и самую полную информацию об этнической специфике региона - она была проведена до трагических событий 30–40 х гг. XX в. (после Великой Отечественной войны ситуация по численности и расселению этносов, в том числе в ЛО, сильно изменилась).

**В первую очередь**, для создания геоинформационного проекта нужно было решить следующие вопросы: найти и «привязать» исходные карты (разновременные), создать корректную электронную основу, геокодировать населенные пункты, создать базу геоданных. На этом этапе возникало много сложностей, связанных с разным качеством исходных карт, неоднократным изменением границ ЛО, недостаточно точной информацией по населенным пунктам и т.д.

**Во время второго этапа** необходимо было решить вопросы поиска автоматизированных способов и инструментов ГИС, максимально подходящих для анализа и отображения информации. Традиционный прием - пространственное отображение этносов по координатам населенных пунктов (способом значков), не дает информации о численности народов, соотношении разных национальностей на одной территории, плотности поселений, характера распределения поселений и т.д. Применяя методы геоинформационного картографирования, можно не только отобразить разные показатели, но попытаться найти взаимосвязь между разными явлениями, выявить зависимость этнографических данных от рельефа, климата, экономических и исторических событий.

Изучая новые возможности обработки и визуализации данных, были опробованы разные инструменты анализа и картографирования в программе ArcGIS. Например:

- *операции агрегирования* помогают эффективно отобразить сгруппированные явления. В единый знак "собираются" все пункты, попадающие в выбранный диапазон радиуса поиска;

- *матричные ареалы*. На территорию накладывается сетка регулярных ячеек, и каждому квадрату присваиваются значения всех попавших в его границы точек исходного слоя;

- еще более прогрессивным вариантом, демонстрирующим показатели внутри ограниченной области, считается *способ ареалов с отображением плотности явления или способ «тепловых пятен»*. В зарубежной литературе можно встретить термин «тепловая карта» (Heatmap). С помощью данного способа целесообразнее отобразить плотность поселений, где градиентом обозначено наибольшее скопление мест обитания и выделены границы возможного ареала жизнедеятельности;

- достаточно перспективным направлением анализа пространственной информации выступает *построение поверхностей (2,5 D моделей)*. Если результаты пространственного распределения отобразить на цифровой модели рельефа, можно увидеть приоритеты при выборе мест поселений (такой анализ был выполнен для поселений карел и вепсов) (рис.1).



Рисунок 1. Карелы. 2,5-D модель местности с поселениями карел

В современной картографии мы постоянно сталкиваемся с проблемами ограниченных возможностей встроенного инструментария ГИС. Например, для отображения национального состава Ленинградской области по районам при создании карты народов ЛО (по данным 2010 г.) был выбран способ картодиаграмм (рис. 2). Круговые диаграммы, которые показывают соотношение

русских и других народов (2 показателя), были созданы с помощью встроенного инструментария ArcGIS. Чтобы отобразить другие этносы (24 показателя), пришлось использовать «вафельную» (Waffle Chart) или «матричную» диаграмму (в классической картографии способ «разменной монеты»), которая точно показывает процентное соотношение разных показателей. Так как в современных ГИС нет инструментов для создания таких диаграмм, был использован язык программирования Python, созданы диаграммы, которые потом были конвертированы в ArcGIS.

**Третий этап** связан с поисками новых форм картографических изображений, включая веб-картографирование, создание интерактивных карт, 4D картографирование (с использованием временной переменной). Последнее особенно актуально для историко-этнографического анализа данных. Современные геоинформационные этнографические проекты появляются пока, в основном, в зарубежных странах. В статье Дианы Лавери (Diana Lavery) говорится об эффективных методах картографирования в ArcGIS Online для создания этнографических веб-карт. Такими методами являются диаграммы, интерактивные списки, метод сопоставления «сверху и снизу», точечный способ, метод картографирования преобладания и т.д. [4].

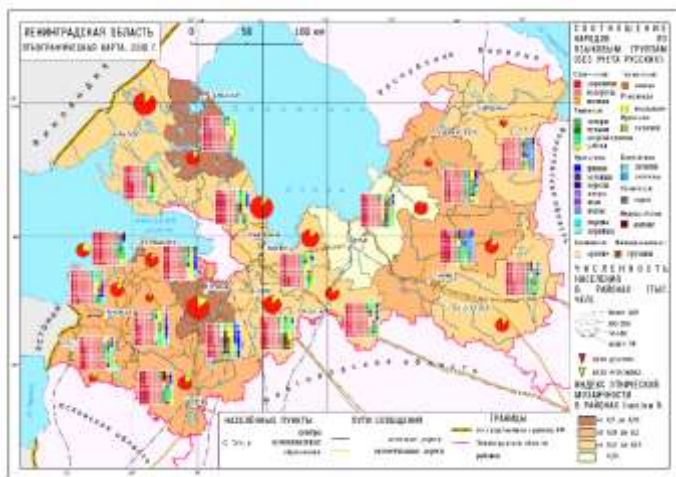


Рисунок 2. Этнографическая карта Ленинградской области, 2010

В исследованиях этнографии ЛО с использованием методов ГК, мы пока оцениваем возможности разработки разнообразных проектов, с учетом наших технических возможностей и доступного программного обеспечения.

### **Выводы:**

Для эффективного применения методов геоинформационного картографирования в этнографических исследованиях ЛО необходимо:

1. Продолжить создание геоинформационного проекта по этнографии ЛО, развивая базу геоданных, привлекая картографические, статистические и другие источники этнографических данных.

2. Искать наиболее эффективные инструменты анализа и визуализации данных, используя разные технические приемы и средства.

3. Создавать геоинформационные проекты и новые картографические произведения для максимально эффективного отображения результатов исследований.

### **Литература**

1. Брук, С.И. Историко-этнографическое картографирование и его современные проблемы // Советская этнография – 1973. - N 3.

2. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник/ И.К.Лурье.- 2-е издание, испр. – Москва : КДУ, 2010. - 424 с.

3. Этноконфессиональный иллюстрированный атлас Ленинградской области / О. М. Фишман, М. Л. Засецкая, Г. А. Исаченко, Л. В. Королькова, О. А. Красникова, А. И. Терюков и др. СПб. : ИД «Инкери», 2017

4. Lavery, D. Presenting breakdowns by race/ethnicity (or any groups) in your maps / <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/techniques-for-presenting-breakdowns-by-race-ethnicity-or-any-groups-in-your-maps>

## PROSPECTS FOR USING GIS-BASED MAPPING METHODS IN ETHNOGRAPHIC RESEARCH IN THE LENINGRAD REGION

I. Sidorina<sup>1\*</sup>, A.I. Rakova<sup>1</sup>, E. Shishmolina<sup>1</sup>

\*i.sidorina@spbu.ru

<sup>1</sup> Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** GIS-based Mapping, Cartography, GIS, ethnographic research

**ANNOTATION.** With the help of GIS-based mapping, it became possible to create images of a fundamentally new type, to apply the analytical functions of GIS. GIS-based mapping methods can be effectively used to accompany ethnographic research. The article presents the results of the application and prospects for the development of mapping by means of GIS based on the data of the project "Ethno-confessional illustrated atlas of the Leningrad region" of the Russian Museum.

УДК 528.91

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ В АТЛАСАХ

И.Е. Фокин<sup>\*</sup>, С.А. Крылов

\*fokin@cartlab.ru

Московский государственный университет геодезии и картографии,  
Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** атлас, атласное картографирование, картографическая база данных, справочная информация

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрены подходы к размещению справочной информации о пространственных объектах в печатных и электронных атласах, атласных информационных системах. Предложены основные принципы автоматизированного формирования и размещения справочных сведений в атласах.

Для получения общего представления о природных объектах, инженерных сооружениях, государствах применяется систематизированная справочная информация, представленная, как

правило, в форме диаграмм, таблиц, блоков структурированного текста, схем, картографических иллюстраций. Используемые для визуализации справочной информации способы представления наглядны, разнообразны и позволяют сосредоточить внимание на каком-нибудь одном аспекте данных [1]. Справочные данные о пространственных объектах являются неотъемлемой частью любого атласа, с их помощью можно увеличивать информативность карт: подчеркивать какие-то детали или давать информацию, которую напрямую с помощью карты в данном случае отобразить нельзя. В географических атласах тексты, другие сведения и иллюстрации могут применяться вместе с картами или использоваться равноправно с ними. В последнем случае можно отметить атласы популярного характера, в которых карты нередко уступают место тексту, фотографиям и пр. [2].

При проектировании печатных изданий географических и комплексных атласов можно выделить два подхода к размещению справочной информации, применяемых либо по отдельности, либо в сочетании друг с другом:

– первый подход основан на разработке либо самостоятельного справочного раздела, в котором будет отображена важнейшая статистическая информация о наиболее значимых объектах картографируемой территории, либо справочных подразделов в составе разделов атласа, посвященных отдельным территориям: частям света, регионам, странам и т.п. Справочные сведения в данном случае представляются, как правило, в виде таблиц, серии блоков структурированного текста, серии картографических иллюстраций. Расположение отдельного справочного раздела может быть, как вначале, так и в конце атласа после карт, иногда его помещают на одной или нескольких сторонах обложки. Название раздела может быть различным, например, «Статистика»; «Справочные географические сведения»; «Facts»; «Geographical Comparisons»; «World Statistic»; «World Facts and Figures» и т.п. В атласах, где используются только табличный способ представления справочных сведений, раздел может называться «Справочные таблицы». В составе раздела атласа на определенную территорию набор справочных сведений размещается на отдельной странице, предваряя или

завершая данный раздел атласа, при этом дополнительно может использоваться как текстовый, так и иллюстративный материал;

– второй подход предусматривает дополнение карты справочной информацией путем использования различных способов визуализации: таблиц, диаграмм, блоков структурированного текста, структурных схем и картографических иллюстраций. Карта при этом может полностью занимать всю страницу атласа или быть размещена на части страницы. В первом случае справочные сведения даются на сопредельных территориях внутри рамки карты, во втором – на свободных местах страницы, при этом карты нередко даются в плавающей компоновке. Помимо указанных способов визуализации справочной информации нередки случаи размещения на страницах атласа иллюстраций (фотографий, государственной символики и т.п.) и текстового описания.

В случае электронных атласов и атласных информационных систем размещение справочной информации осуществляется в отдельных областях вывода, например, в элементе компоновки страницы (сайта), новом или всплывающем окне. Состав и способы представления справочных сведений могут быть определены для класса пространственных объектов как на стадии проектирования атласа, так и в результате сформированного пользователем запроса путем выбора параметров. В отличие от печатных изданий размер области вывода не ограничен из-за возможности использования полос прокрутки и масштабирования результатов. При этом при выводе информации во всплывающем окне, его размер должен быть ограничен размером экрана. Также для сравнения значений количественных параметров разных объектов всплывающие окна могут быть размещены на экране одновременно.

В соответствии с предложенной на кафедре картографии МИИГАиК концепцией автоматизированного создания атласов [1], разработаны основные принципы формирования и размещения справочной информации в атласах:

1. автоматизированное формирование справочной информации о пространственных объектах для атласов осуществляется в соответствии с разработанной структурой атласа, с учетом отображаемых объектов карты и на основе выбранных способов

визуализации. Основным источником справочно-статистических сведений является картографическая база данных – совокупность массивов цифровой картографической информации, организованных на основе различных общегеографических и тематических источников.

2.результатом формирования справочной информации является информационный блок, преимущественно прямоугольной формы, содержащий изображение одного из способов визуализации (таблицу, диаграмму, структурированный текст, схему, картографические иллюстрации) и дополнительные данные (заголовки, ссылки на источники, легенду и т.п). Для диаграмм, структурированного текста и картографических иллюстраций возможно помещение в блок серии однотипных изображений с одинаковой структурой данных.

3.размещение на странице и в области вывода атласа блоков, содержащих справочные сведения, должно осуществляться с учетом проектируемых свойств издания и других компонентов. Среди значимых свойств издания следует выделить размер страницы (области вывода) и особенности шрифтового и цветового оформления. К элементам, положение которых необходимо учитывать при размещении справочной информации, относятся: карты, легенды и система обозначений цифрами (для печатных изданий), иллюстрации (фотографии, рисунки), текстовые описания. Также следует учитывать особенности отображения компонентов на странице и развороте атласа, например, возможность разбиение их на колонки или на части, расположенные на разных страницах.

4.определение положения компонентов на странице атласа может выполняться либо с учетом свободного места на странице, либо на основе известных размеров информационных блоков, либо путем сочетания этих двух способов.

Предложенные принципы позволят автоматизировать размещение справочной информации в разделах атласа, обеспечат согласованность различных компонентов. В совокупности с методами формирования справочной информации и ее визуализации в форме таблиц, схем и т.п., они упростят создание атласов, использующих широкий спектр визуальных средств.



## Литература

3. Крылов, С. А., Загребин, Г. И., Дворников, А. В., Логинов, Д. С., Фокин, И. Е. Теоретические основы автоматизации процессов атласного картографирования // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2018. – Т. 62. № 3. – С. 283–293

4. Проектирование и составление карт / Ю.С. Билич, А.С. Васмут.–М. Недра, 1984. – 364 с.

## BASIC PRINCIPLES OF AUTOMATED CREATION AND PLACEMENT OF REFERENCE INFORMATION IN ATLASES

I. Fokin\*, S. Krylov

\*fokin@cartlab.ru

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation,  
Moscow

**KEYWORDS:** atlas, atlas mapping, cartographic database, reference information

**ANNOTATION.** Approaches to the placement of reference information about spatial objects in printed and electronic atlases, atlas information systems are considered. The basic principles of automated creation and placement of reference information in atlases are proposed.

УДК 323.1

## ПРОБЛЕМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ЭТНОКОНФЛИКТОГЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ НА КАРТЕ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

А.А. Тенчиков<sup>1\*</sup>, Н.В. Каледин<sup>2</sup>

\*iamalexten@gmail.com

<sup>1</sup>Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Академия управления городской средой, градостроительства и печати», Российская Федерация, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** картография, межэтнические конфликты, этноконфликтогенный потенциал территории, Республика Казахстан

**АННОТАЦИЯ.** Представлен анализ показателя «этноконфликтогенный потенциал территории», выявлены его недостатки и возможные способы их устранения.

Межэтнические противоречия и конфликты – неизбежная составляющая полиэтничного общества, ярким примером которого является современная Республика Казахстан. Они отражают сложность конкретно-исторического геопространства страны и являются интегральным результатом длительного взаимного развития и самоорганизации природных и общественных систем и процессов, а также единством геосферного, общественного и общественно-природного пространства. Каждое из них, как и геопространство в целом, являются как условием, так одновременно фактором, формируя постоянно меняющийся и практически значимый геопространственный рисунок общественных процессов и проблем с этнической составляющей [1]. При этом в полиэтничном обществе любая общественная проблема может быть воспринята как имеющая межэтнический характер и вызвать межэтнический конфликт различного геопространственного (территориального) масштаба [2].

Для оценки вероятности возникновения и развития межэтнических конфликтов требуется оценка этноконфликтогенного потенциала территории (ЭПТ) – совокупности различных объективных и субъективных факторов и противоречий, приводящих к возникновению межэтнических конфликтов на определённой территории и их дальнейшему развитию не напрямую, а под воздействием различных факторов, которые не всегда относятся непосредственно к сфере межэтнического взаимодействия, но способны обострять эти противоречия, приводя, таким образом, к возникновению и дальнейшей эскалации межэтнических конфликтов на этой территории. Очевидно, что ЭПТ является интегральным показателем, рассчитываемым на основании многих статистических данных, имеющих как непосредственное отношение к данной проблеме (этническая структура населения, наличие неавтохтонных общин, миграции населения, религиозный фактор и др.), так и

опосредованное (плотность населения, уровень урбанизации, доля мужского населения и др.) [3].

Производить оценку ЭПТ крупных геопространственных регионов – таких как Республика Казахстан или даже вся Средняя Азия – удобнее всего при составлении картографических материалов и выделении районов или областей с высоким значением ЭПТ. При визуализации значения ЭПТ на карте используется метод картограммы, поскольку ЭПТ является интегральным показателем, рассчитываемым на основании статистических данных, которые, как правило, имеют строгую привязку к сетке административно-территориального деления (АТД). Однако такой метод не является идеальным, у него имеются недостатки, выявление которых будет задачей этого исследования, а целью – поиск более оптимальных способов отображения ЭПТ на картах.

Как уже было сказано, по причине использования для расчёта ЭПТ различных статистических данных, этот показатель оказывается достаточно сильно привязан к сетке АТД. Такая особенность обладает, как минимум, тремя существенными недостатками:

1. межэтнические конфликты в реальности не имеют строгой привязки к сетке АТД и могут распространиться на соседние территории (при условии свободы перемещения между районами или областями, или отсутствия ЗАТО, или других запретов или ограничений на перемещение между районами и областями);

2. следствием привязанности данных к сетке АТД является также равномерное распределение, «размазанность» значения ЭПТ по всей территории административного образования, что может плохо описывать реальное состояние. Например, население или этническая мозаичность могут быть неравномерно распределены в пределах административно-территориального образования, что характерно практически для всех областей Республики Казахстан (рис.);

3. при таком методе возможность долгосрочных исследований становится зависимой от постоянства сетки АТД. Если же в исследуемой стране или регионе часто проводятся административные реформы, такие как: объединение, разъединение, выделение новых территориальных единиц (районов, областей и т. д.), то в этом случае долгосрочные исследования значительно усложняются. В Республике

Казахстан административно-территориальные реформы проводятся практически ежегодно, ярким примером является выделение в 2018 году из территории Южно-Казахстанской области города Шымкент с приданием ему статуса города республиканского значения, и переименование самой области в Туркестанскую.



*Рисунок. Казахстан: неравномерность расселения населения (данные 2018 г.)*

Таким образом, можно сделать вывод, что метод картограммы «в чистом виде» неидеален для отображения ЭПТ на карте. С другой стороны, нельзя не отметить его достоинства и, в определённой степени, неизбежность в данном случае, поскольку, как было сказано выше, большинство статистических данных имеют строгую привязку к конкретным единицам АД.

Одним из путей решения этой проблемы представляется интегральное использование метода картограммы вместе с какими-

либо другими картографическими способами при оценке ЭПТ. Наиболее подходящими в данном случае представляются следующие дополнения:

1. метод ареалов – для отображения основного ареала проживания различных этнических меньшинств; в таком случае наибольшая вероятность межэтнических конфликтов будет, очевидно, вблизи границ таких ареалов или – в случае небольшой площади расселения – по всей территории;

2. способ псевдоизолиний – для выделения территорий наибольшей концентрации представителей этнических меньшинств;

3. метод локализованных диаграмм – для отображения территорий сверхкомпактного проживания меньшинств, такие как крупные промышленные предприятия, например, месторождения нефти и газа, – что характерно для западных регионов Казахстана: Атырауской и Мангистауской областей.

Использование в совокупности нескольких картографических методов даёт возможность избежать однозначной привязки к сетке АТД, что, в свою очередь, позволяет эффективнее прогнозировать возникновение и распространение межэтнических конфликтов в Казахстане.

### **Литература**

1. Каледин, Н.В. Географическая научная картина мира: деятельностно-геопространственный контекст // Вестник Санкт-Петербургского ун-та. Серия 7. Геология. География. - 2003. – № 4. – С. 112

2. Завалишин, А.Ю. Этническая конфликтогенность молодежи как предпосылка этнических конфликтов. 1 декабря 2018 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.opkhv.ru/files/files/2015/6абса28с89б622065413.docx> (дата обращения: 03.09.2021)

3. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – URL: <https://stat.gov.kz/> (дата обращения: 03.09.2021)

**THE PROBLEMS OF DISPLAYING OF THE ETHNO-CONFLICT  
POTENTIAL OF A TERRITORY ON MAPS ON THE EXAMPLE OF  
THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND POTENTIAL WAYS OF  
THEIR SOLUTION**

A. Tenchikov<sup>1\*</sup>, N. Kaledin<sup>2</sup>  
\*iamalexten@gmail.com

<sup>1</sup> Saint Petersburg State Budget Professional Educational Institution  
"Academy of Urban Management, Planning and Printing", Russian  
Federation, Saint Petersburg

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** cartography, ethnic conflicts, ethno-conflict potential  
of the territory, Republic of Kazakhstan.

**ANNOTATION.** Analysis of the indicator of the ethno-conflict  
potential of the territory is represented, identification of its imperfections  
and potential ways to eliminate them.

УДК 006.85+004.6

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ  
ОБРАЩЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ**

A.B. Кошкарёв  
akoshkarev@yandex.ru

Институт географии РАН, Россия, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** стандарты, пространственные данные,  
метаданные, геопорталы

**АННОТАЦИЯ.** Ставится задача анализа использования  
стандартов в области геоинформатики, в том числе разрабатываемых  
Теническим комитетом ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics  
(Географическая информация/Геоматика) и его одноименным  
русским аналогом, Техническим комитетом 394 Росстандарта.  
Приводится пример стандартов на содержание пространственных  
метаданных, используемых при создании геопорталов.

**Введение.** Разработка любой информационной системы должна  
покоиться на стандартах в области информационных технологий. Тем

самым обеспечивается их важнейшее свойство - интероперабельность (взаимосовместимость). Международные, национальные и отраслевые стандарты в области геоинформатики обеспечивают обращение пространственных данных и управление ими. Из международных организаций, лидирующих в деле стандартизации, следует, прежде всего, назвать Международную организацию по стандартизации (ИСО) в лице ее Технического комитета ISO/TC 211 «Geographic information/Geomatics («Географическая информация/геоматика»). В его активе 88 стандартов серии 19100, и 21 стандарт находится в стадии разработки. Аналогичные задачи возложены на одноименный российский комитет ТК 394 Росстандарта. Им разработаны 19 стандартов и несколько стандартов находятся в стадии утверждения. По перспективному плану его работы в период 2022-2024 гг. предполагается разработка еще 14 стандартов и пересмотр пяти ныне действующих. Аналогичный ISO/TC 211 европейский комитет по стандартизации (Comité Européen de Normalisation, CEN) имеет в своем составе Технический комитет CEN/TC 287 «Geographic Information» («Географическая информация»), адаптирующий, в числе прочего, стандарты ISO/TC 211. Многие из спецификаций для сетевой среды (де-факто стандартов) разрабатывает Консорциум OGC (Open Geospatial Consortium).

Можно с уверенностью утверждать, что совокупность этих стандартов почти полностью покрывает нужды отраслей, связанных с обращением пространственных данных, то есть с их производством, хранением, обработкой и распространением. Область их использования, однако, остается мало изученной. Из зарубежных примеров можно привести результаты обобщения опыта 20 лучших практик в апрельском номере бюллетеня ISO/TC 211 со 80 ссылками на стандарты комитета [1]. Более обстоятельный документ на эту тему был подготовлен тремя ведущими организациями в деле стандартизации: ИСО, Международной гидрографической организацией и Консорциумом OGC [2]. В 2020 г. его содержание обсуждалось в комитете экспертов по управлению пространственными данными при ООН [3], в сентябре 2021 г. была подготовлена его третья версия (<https://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/11th-Session/documents/UN->

GGIM\_Stds\_Guide\_Ed3\_Core\_Team\_Final\_Check\_Version.pdf).

Материалы по использованию стандартов можно найти на странице семинара «Стандарты в действии» в рамках 51 Пленарного заседания ISO/TC 211 в ноябре-декабре 2020 г. (<https://committee.iso.org/sites/tc211/home/standards-in-action/presentation-archive/2020-11-virtual.html>).

Об использовании российских национальных стандартов в упомянутой области ничего неизвестно, хотя показатели эффективности их использования могли бы служить одним из критериев оценки Росстандартом его комитетов. Согласно Постановлению Правительства РФ от 17 июня 2004 г. N 294 «О Федеральном агентстве по техническому регулированию...» ему вменяются в обязанность мониторинг и оценка эффективности их деятельности (пункт 5.4.36 раздела II. Полномочия).

Рассмотрим возможные области использования геоинформационных стандартов, проиллюстрировав их на одном из примеров.

#### **Основные типы стандартов и области стандартизации.**

Область использования стандартов охватывает производство, технологию, науку и образование. Например, серия российских национальных стандартов «Карты цифровые топографические» (ГОСТ Р 51605-2000, ГОСТ Р 51606-2000, ГОСТ Р 51607-2000, ГОСТ Р 51608-2000). Стандарты на изготовление информационных продуктов (продукции, работ и услуг) в целом вполне могут быть обязательными для использования в рамках определенной сферы производственной деятельности (например, отрасли). Иное дело - терминологические стандарты (например, ГОСТ Р 52438-2005 Географические информационные системы. Термины и определения). Использование стандартов этого типа ограничено лексикографией, то есть сочинением словарей и энциклопедий, в дополнение или в замену авторских определений терминов; нормативной правовой документацией, которая должна опираться на существующие стандарты; собственно стандартизацией, то есть взаимной гармонизацией терминологии стандартов. Опыт показывает, что существуют расхождения между стандартами и нормативными документами [4].



Области возможного использования стандартов зависят от их типа. Разработкой стандартов ISO занимается семь рабочих групп («Геосевисы», «Изображения» и т.п.), включая группу по взаимодействию с ISO/TC 204 (<https://committee.iso.org/sites/tc211/home/about/working-groups.html>).

Путеводитель по стандартам TC/211 [5] делит их на шесть групп: «Инфраструктурные стандарты», «Кодирование», «Модели данных», «Управление данными», «Геосервисы», «Стандарты предметных областей». Российские национальные стандарты из числа действующих и планируемых к разработке можно разделить, выделив, прежде всего, оригинальные стандарты и профили ISO, аналогичным образом на целевые группы. При этом следует также иметь в виду стандарты ТК 404 «Геодезия и картография» и ТК 321 «Ракетно-космическая техника», разработчика серии стандартов «Данные дистанционного зондирования Земли из космоса». Относительно последних стоит заметить, что в Федеральном законе от 7 марта 2018 г. № 46-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О космической деятельности», вступившем в силу 6 июня 2018 г., содержится утверждение, что «Пространственные данные не относятся к данным дистанционного зондирования Земли из космоса» (пункт 2 статьи 31 «Назначение и содержание федерального фонда данных дистанционного зондирования Земли из космоса»). Научная абсурдность такого утверждения очевидна и нацелена на «разделение прав и ответственности между фондами разных министерств и ведомств [Роскосмоса и Росреестра] в соответствии с их правовыми и финансовыми интересами» [6].

Для выяснения того, как используются стандарты и используются ли вообще, необходимо проанализировать большой набор документации разработчиков информационных систем и сетевых сервисов в предположении их соответствия требованиям, сформулированных в технических заданиях, системных проектах. Оставляя эту задачу на будущее, обратимся к стандартам на содержание пространственных метаданных.

**Стандарты на содержание пространственных метаданных.** Под метаданными принято понимать данные о данных. Применительно к пространственным данным это те их свойства,

которые необходимы и достаточны для их идентификации, эффективного поиска в сети, отыскания, оценки и возможного использования, то есть повторного (многократного) использования уже готовых данных для решения тех или иных задач. Инструментом поиска обычно служит геопортал как объект, доступный и удобный для анализа [7].

Первый стандарт на содержание пространственных метаданных CSDGM (Content Standard for Digital Geospatial Metadata), известный ныне как «Стандарт FGDC-STD-001-1998», был разработан еще в 1992 г. Федеральным комитетом по географическим данным США FGDC. Он послужил основой всех международных стандартов, включая, прежде всего, стандарты ISO/TC 211 и его профили, в том числе российские национальные стандарты; среди них:

ISO 19115:2003 Geographic Information – Metadata.

ISO 19139:2007 Geographic information – Metadata – XML schema implementation.

ISO 19115-1:2014 Geographic information — Metadata — Part 1: Fundamentals.

ISO 19115-2:2009 Geographic information – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data.

ISO 19115-2:2019 Geographic information – Metadata – Part 2: Extensions for acquisition and processing.

Geographic information – Metadata – Part 3: XML schema implementation for fundamental concept.

Dublin Core (Дублинское ядро).

Atom (Atom Syndication Format), разработанный некоммерческой организацией по стандартизации.

IETF (Internet Engineering Task Force).

ebRIM (CSW-ebXML Registry Information Model), профиль OGC Catalogue Service.

DIF (Global Change Master Directory Interchange Format), совместимый с ISO 19115 и FGDC-STD-001-1998, используемый в NASA (США).

ГОСТ Р 51353-99 «Геоинформационное картографирование. Метаданные электронных карт. Состав и содержание» (не использовался).

ГОСТ Р 52573-2006 «Географическая информация. Метаданные» (заменен новыми версиями).

ГОСТ Р 57668-2017 (ИСО 19115-1:2014) «Пространственные данные. Метаданные. Часть 1. Основные положения».

ГОСТ Р 57656-2017 (ИСО 19115-2:2009) «Пространственные данные. Метаданные. Часть 2. Расширения для изображений и матричных данных»

ГОСТ Р «Пространственные данные. Метаданные. Часть 3. Реализация XML-схемы для основных понятий» (в стадии разработки).

Табл. иллюстрирует на избранных примерах результаты анализа российских и зарубежных геопорталов, использующих те или иные стандарты из перечисленных выше.

*Таблица. Поддержка стандартов*

Ресурс/URL	Стандарты	
	ISO 19115	Другие
Геопортал Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН: <a href="http://geportal.kscnet.ru">http://geportal.kscnet.ru</a>	+	
Геопортал Тихоокеанского института географии ДВО РАН: <a href="http://gis.dvo.ru">http://gis.dvo.ru</a>	+	
Геопортал «Металлогения» (нет доступа): <a href="http://geportal.sgm.ru">http://geportal.sgm.ru</a>	+	+
Информационно-аналитическая среда для поддержки научных исследований в геологии: <a href="https://service.geologyscience.ru">https://service.geologyscience.ru</a>	+	
Региональный геопортал ИВМ СО РАН: <a href="http://gis.krasn.ru">http://gis.krasn.ru</a>	+	
Геопортал Республики Коми: <a href="https://gis.rkomi.ru">https://gis.rkomi.ru</a>		
Федеральный фонд пространственных данных: <a href="https://cgkipd.ru/fsdf">https://cgkipd.ru/fsdf</a>		
Банк данных ЦК и ДЗЗ КБ ПАНОРАМА: <a href="https://spatialdb.net">https://spatialdb.net</a>	+	
Новый геопортал Роскосмоса: <a href="https://next.gptl.ru">https://next.gptl.ru</a>	+	

Геопортал программы INSPIRE: <a href="https://inspire-geportal.ec.europa.eu">https://inspire-geportal.ec.europa.eu</a>	+	
Геопортал ИПД Арктического региона (Arctic SDI): <a href="https://geportal.arctic-sdi.org">https://geportal.arctic-sdi.org</a>	+	
ИПД Кавказского региона, Scientific Network for the Caucasus Mountain Region: <a href="https://sustainable-caucasus.unepgrid.ch">https://sustainable-caucasus.unepgrid.ch</a>	+	+
Сервис поиска данных (Scientific Data Search), NSIDC, США: <a href="https://nsidc.org">https://nsidc.org</a>		+
Геопортал GeoPlatform Национальной ИПД США NSDI (US National Spatial Data Infrastructure): <a href="https://www.geoplatform.gov">https://www.geoplatform.gov</a>	+	
Геопортал национальной ИПД Испании IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España): <a href="https://www.idee.es">https://www.idee.es</a>	+	

**Заключение.** Анализ показал, что ни один из обнаруженных геопорталов не использует российские профили международных стандартов на содержание пространственных метаданных. Наиболее используемыми стандартами остаются и останутся стандарты ISO/TC 211 и их профили. Требуется оценка других стандартов ТК 394 Росстандарта с точки зрения их использования в сфере управления пространственными данными и связанными с ними сетевыми сервисами. Пока трудно сказать, какой из путей окажется более эффективным и малозатратным. Возможны, по крайней мере, два пути решения этой задачи: анкетирование разработчиков систем и анализ технических заданий, сопровождающих государственные закупки и опубликованных на соответствующем сайте. Не исключено, что более широкий и глубокий анализ поставит под сомнение необходимость разработки российских национальных профилей стандартов ИСО.

*Исследование выполнено в рамках темы государственного задания Института географии РАН АААА-А19-119022190168-8 (FMGE-2019-0010).*

### **Литература**

1. Engberg, A. Advancing implementation of standards // ISO/TC 211Newsletter. - April 2021. — P. 3. - URL :

<https://committee.iso.org/files/live/users/fh/aj/aj/tc211contributor%40iso.org/files/Newsletters/TC%20211%20Newsletter%20April%202021.pdf>

2. A Guide to the Role of Standards in Geospatial Information Management. Companion document on Standards Recommendations by Tier. OGC, ISO, and IHO. Version 2. — Published August 2018. — URL : [https://committee.iso.org/files/live/users/fh/aj/aj/tc211contributor%40iso.org/files/Resources/UN-GGIM/Standards\\_Guide\\_2018.pdf](https://committee.iso.org/files/live/users/fh/aj/aj/tc211contributor%40iso.org/files/Resources/UN-GGIM/Standards_Guide_2018.pdf)

3. Implementation and adoption of standards for the global geospatial information community. Joint report to UN-GGIM 9th session (2019) from ISO/TC 211 - OGC – IHO. — URL : [http://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/9th-Session/documents/E-C.20-2020-16-Add\\_1\\_Implementation\\_and\\_Adoption\\_of\\_Standards.pdf](http://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/9th-Session/documents/E-C.20-2020-16-Add_1_Implementation_and_Adoption_of_Standards.pdf)

4. Кошкарев, А.В. Нормализация основных терминов геоинформатики // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Наука и образование. Сборник III Всероссийской научно-практической конференции / Под ред. О. Лазебник. — Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена СПб, 2019. — С. 417–425

5. STANDARDS GUIDE. ISO/TC 211 GEOGRAPHIC INFORMATION/GEOMATICS, 2009-06-01. — URL : [https://wvgis.wvu.edu/data/otherdocs/metadataResources/ISO\\_TC\\_211\\_Standards\\_Guide.pdf](https://wvgis.wvu.edu/data/otherdocs/metadataResources/ISO_TC_211_Standards_Guide.pdf).

6. Кошкарев, А.В. Геоинформатика в инфраструктурном обеспечении цифровой экономики // Геодезия и картография. - 2019. — Т. 80. — № 1. — С. 119-126. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-943-1-119-126

7. Кошкарев, А.В. Пространственные метаданные и геопорталы как средства интеграции геоинформационных ресурсов и сервисов // Изв. РАН. Серия геогр. - 2009. — № 1. — С. 121–123

## **ON THE USE OF SPATIAL DATA HANDLING STANDARDS**

A. Koshkarev

[akoshkarev@yandex.ru](mailto:akoshkarev@yandex.ru)

Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

**KEYWORDS:** standards, spatial data, metadata, geoportals

**ANNOTATION.** The objective is to analyse the use of geoinformatics standards, including those being developed by ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics and by the Technical Committee 394 Geographic Information/Geomatics of the Federal Agency on Technical Regulation and Metrology. An example of standards for the content of spatial metadata used in creating geoportals is given.

УДК 528.91

## **ТЕКУЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО АППАРАТА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВЕБ-КАРТОГРАФИИ**

Г.С. Титов

gs.titov@yandex.ru

Российский университет дружбы народов, Российская Федерация,  
Москва

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** веб-картография, веб-картографирование, веб-карта, веб-ГИС, картографический веб-сервис, термины.

**АННОТАЦИЯ.** О проблемах употребления терминов, связанных с веб-картографией, в материалах на русском языке.

В отечественной литературе регулярно отмечается недостаточное развитие методических основ веб-картографии. Это связывается с бурным развитием технологий веб-картографирования [1, с. 173; 2, с. 230]. Однако неопределённость сохраняется в понятиях, практическое содержание которых не меняется десятилетиями: веб-карта, веб-ГИС, веб-атлас, картографический веб-сервис и т. д. При этом в материалах по веб-картографии на английском языке термины, стереотипные подходы, лучшие практики закреплены в международных стандартах (Open Geospatial Consortium, ISO TC 211), энциклопедических статьях [3, 4], научных публикациях, где подробно рассматриваются вопросы конструирования [5–7], восприятия [8–10] и технологического обеспечения веб-картографирования [11–13].

Определения веб-картографирования и веб-картографии на русском языке оказываются размытыми. В отечественной литературе «прижилось» определение веб-картографии как области компьютерных технологий, связанной с доставкой пространственных данных конечному пользователю [14–17]. Отдельные авторы справедливо замечают, что данное определение касается только технической стороны веб-картографии [1, 18] и предлагают определять веб-картографию как область картографии, связанную с размещением и использованием картографических данных в сети [18]. Такое определение не учитывает существенной роли геоинформатики в процессах веб-картографирования [18]. Веб-картографирование как направление геоинформационного картографирования подробно рассматривается в работах А. М. Берлянта (там оно называется телекоммуникационным и Интернет-картографированием) [19–23]. Этим работам уделено незаслуженно мало внимания в отечественных материалах по данной тематике.

По аналогии с картографированием и картографией можно рассматривать веб-картографирование как процесс, а веб-картографию как область знаний, рассматривающую теоретические аспекты этого процесса. В такой трактовке веб-картографирование — это создание (проектирование, составление, редактирование и корректура) карт для их распространения и использования в сети. Веб-картография изучает создание и использование картографических произведений, распространяемых в глобальной или локальной сети. Она формируется на основе картографии, геоинформатики и сетевых технологий, но не сводится ни к одной из составляющих (рис.).



*Рисунок. Составляющие веб-картографии*

Отличие веб-карты от карты в Интернете лежит в разрезе мотивации: если карта предназначена для публикации и использования в компьютерной сети, то её можно назвать веб-картой. Другими словами, картографическое изображение, пересылаемое по сети (например, по электронной почте) для обмена, не является веб-картой, а то же картографическое изображение, опубликованное на веб-сайте, обладающее собственным универсальным идентификатором (URL) и предназначенной для использования на этом веб-сайте, является веб-картой.

Свойства интерактивности/неинтерактивности и статичности/динамичности не являются определяющими для веб-карты. Они применимы и для электронных карт. Данные свойства, тем не менее, позволяют классифицировать веб-карты [24, с. 3]. Интерактивность указывает на возможность диалогового взаимодействия с картографическим произведением, а динамичность подразумевает изменение содержания картографического произведения (необязательно интерактивного).

Для определения понятий «веб-карта», «веб-ГИС», «веб-атлас» удобно использовать родовые понятия «карта», «ГИС», «атлас» с явным указанием, что произведение (система) предназначается для работы в глобальной или локальной сети. Для определения понятий «картографическое веб-приложение», «картографический веб-ресурс» удобно использовать родовые понятия веб-приложение, веб-ресурс с явным указанием на то, что веб-карты являются их основным содержанием.

Отличие ГИС-сервера от картографического сервера можно сформулировать на основании отличия ГИС от карты. ГИС-сервер должен включать инструменты хранения, обработки и передачи пространственных данных, он обеспечивает функционирование серверной части веб-ГИС. Картографический сервер обеспечивает отрисовку карт на стороне сервера и их отправку клиенту (например, по стандартным протоколам обмена картографической информацией). Картографический сервер может быть частью ГИС-сервера.

Термин картографический веб-сервис (геосервис) закреплён в ГОСТах [25, 26], но часто употребляются как синоним любого картографического веб-ресурса в сети Интернет. Картографические



веб-сервисы иногда называются картографическими веб-службами [17, с. 36] или протоколами обмена [27, с. 88]. Эти термины удачнее, так как позволяют отделить картографические веб-сервисы от картографических сервисов. Картографические веб-сервисы являются протоколами обмена пространственной и картографической информацией в сети (например, WMS, WFS, WCS). Картографические сервисы — это услуги, оказываемые пользователям на основе картографической и пространственной информации. Например, Яндекс Карты — это картографический сервис, а данные от серверов Яндекса в браузер пользователя передаются по специальным протоколам, которые называют картографическими веб-сервисами.

Шагом к разрешению проблемы с отечественной терминологией в веб-картографии может стать создание общедоступной вики-энциклопедии. Использование непосредственно Википедии не подходит: она является свободно редактируемой, поэтому не воспринимается как надёжный источник информации. По причинам доверия к информации, публикуемой в Интернете, создаваемая энциклопедия должна методически и редакционно поддерживаться научной или образовательной организацией, обладающей необходимыми компетенциями.

### **Литература**

1. Кацко, С. Ю., Кикин П. М. Состояние и проблемы веб-картографии на современном этапе развития единого геоинформационного пространства // Материалы международной конференции “ИнтерКарто/ИнтерГИС”. - 2014. – Т. 1. № 20. – С. 169-174
2. Манёров, М. Р., Сюзюмов, А. А., Тюрин, С. В. Методические принципы разработки интерактивных веб-карт на примере объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Геодезическая дуга Струве» // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. - 2020. – Т. 26. № 4. – С. 228-241
3. Neumann, A. (2008). Web Mapping and Web Cartography // Encyclopedia of GIS / Ed. Shekhar, S., Xiong, H. – Boston, MA: Springer US. – Pp. 1261–1269

4. Neumann, A. (2011)/ Web Mapping and Web Cartography // Springer Handbook of Geographic Information / Ed. Kresse, W., Danko, D. M. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. – Pp. 273-287
5. Tsou, M.-H. (2011). Revisiting Web Cartography in the United States: the Rise of User-Centered Design // Cartography and Geographic Information Science. – Vol. 38. № 3. – Pp. 250-257
6. Jenny, B., Jenny, H., Räber, S. (2008). Map design for the Internet // International Perspectives on Maps and the Internet / Ed. Peterson, M. P. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. – Pp. 31-48
7. Muehlenhaus, I. (2014). Web cartography: map design for interactive and mobile devices. – Boca Raton, FL: CRC Press. – 240 p
8. Nivala, A.-M., Brewster, S., Sarjakoski, T. L. (2008). Usability Evaluation of Web Mapping Sites // The Cartographic Journal. – Vol. 45. № 2. – Pp. 129-138
9. Roth, R. E. et. al.(2017). User studies in cartography: opportunities for empirical research on interactive maps and visualizations // International Journal of Cartography. – Vol. 3. № sup1. – Pp. 61-89
10. Murakosshi, S., Mitsushita, K. (2019)/ Usability problems and literacy of online maps // Proc. Int. Cartogr. Assoc. Vol. 2. – Pp. 1-6
11. Roth, R. E., et. al. (2015). A Process for Keeping Pace with Evolving Web Mapping Technologies // Cartographic Perspectives. – Vol. 0. № 78. – Pp. 25-52
12. Yakubailik ,O., Kadochnikov, A., Tokarev, A.(2015). Applied software tools and services for rapid Web GIS development // 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015 Conference Proceedings. – Sofia. Vol. 2. – Pp. 487-494
13. Singh, P., Singh, N. (2018). Analysis of Free and Open Source Software (FOSS) Product in Web Based Client-Server Architecture // International Journal of Open Source Software and Processes. – Vol. 9. № 3. – Pp. 36-47
14. Дубинин, М. Ю., Костикова, А. М. Веб-ГИС // Компьютерра. – 2008. – Т. 33. – С. 22–28.
15. Рогачев, С. А. Веб-картография. Представление разнородной пространственной информации // Труды СПИИРАН. – 2013. – Т. 6. № 29. – С. 132-143

16. Быков, А. В., Пьянков, С. В. Web-картографирование: учеб. пособие. – Пермь : Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2015. – 110 с.
17. Абдуллин, Р. К., Пономарчук, А. И. Технологии интернет-картографирования. – Пермь : Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2020. – 132 с
18. Кикин, П. М. Разработка методики создания тематических карт средствами веб-технологий: дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2014
19. Берлянт, А. М. Телекоммуникационное картографирование // Геоинформационное картографирование. – М., 1997. – С. 19-26
20. Берлянт, А. М. Картография и телекоммуникация (аналитический обзор). – М., 1998. –76 с.
21. Берлянт, А. М. Картография и интернет // Соросовский образовательный журнал. – 1999. - № 11. – С. 69-75
22. Берлянт, А. М. Картография и телекоммуникация // Картография: Учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2001. – С. 278-289
23. Берлянт, А. М. Геоиконика и телекоммуникация // Теория геоизображений. – М.: ГЕОС, 2006. – С. 228–242
24. Kraak, M. J. (2001). Web cartography: developments and prospects / Ed. Kraak, M. J., Brown, A. – New York: Taylor & Francis, 2001. – 213 pp.
25. ГОСТ Р 58570-2019. Инфраструктура пространственных данных. Общие требования. Стандартинформ, 2019
26. ГОСТ Р 59084-2020. Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Интеграция сервисов (услуг), предоставляемых потребителям с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса, с картографическими веб-сервисами. – М. : Стандартинформ, 2020
27. Каргашин, П. Е. Основы цифровой картографии: учеб. пособие для бакалавров. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2019

## CURRENT PROBLEMS WITH TERMINOLOGY OF WEB CARTOGRAPHY IN RUSSIA

G. Titov

\*gs.titov@yandex.ru

Lomonosov Moscow State University, Russian Federation, Moscow  
Peoples Friendship University of Russia, Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** web cartography, web mapping, web map, web GIS, web mapping service, terms.

**ANNOTATION.** About terminology of web cartography in Russia and problems of its usage.

УДК 528.93

### АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЧЕРЧЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОМ СЕКТОРЕ СЕГОДНЯ: ДА? НЕТ?

Н.С. Копылова<sup>1\*</sup>, В.А. Голованов<sup>1\*\*</sup>, П.М. Демидова<sup>1\*\*</sup>

\* ans\_natasha@mail.ru

\*\*vikago@mail.ru

\*\*\*Demidova\_PM@pers.spmi.ru

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский горный университет, Российская Федерация,  
Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** графическая документация, чертежные приборы и инструменты, нормативные документы, условные знаки, цифровые технологии, компетенция специалиста.

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассматриваются аспекты применения ручного труда при создании графической документации в топографо-геодезической, маркшейдерской, кадастровой деятельности.

#### Введение

За последнее время цифровые технологии шагнули далеко вперед и позволили отказаться от многих этапов и процессов ручного труда, заменив их полностью на автоматизированные. Не исключением стали многие инженерно-технические отрасли, но в ряде из них, таких как: топографо - и маркшейдерско-геодезической, кадастровой и пр. по-

прежнему существует интеграция ручного и автоматизированного труда.

Наряду с ограниченным спектром процессов, выполняемых вручную на современном производстве, весьма сокращено и практически сведено к минимуму производство чертежных приборов и инструментов. К ним относятся: чертежные перья и держатели, рейсфедеры, тушь. Ряд из них нашли свое продолжение в виде рапидографов, изографов. Но производство многих инструментов и принадлежностей, например, таких как: параметрические (синусные) и масштабные линейки, кривоножки, кронциркули и пр. ушло в прошлое.

Помимо этого, нормативные документы, регламентирующие этапы выполнения работ, связанные с подготовкой инженерно-технической графической документации, претерпели значительные временные изменения, при этом статус нормативных документов – действующий.

Так, например, топографические условные знаки для планов, принятые в 1973 г. Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР, содержательно не дополнялись до настоящего времени, наряду с появлением новых типов покрытий, материалов, конструктивных особенностей объектов и пр.

Система топографических условных знаков используется при подготовке графической документации в топографо-геодезических, маркшейдерских работах, и дополняется специальными знаковыми системами при ведении кадастровых [3], землеустроительных [2, 5], маркшейдерских работ [1, 4].

Для каждого вида работ неременным является создание графической документации в виде: топографического плана или цифровой модели местности – при ведении топографо-геодезических работ; чертежей горных выработок (оригиналы и дубликаты), в том числе планов и цифровых моделей – при ведении маркшейдерских работ; технических и межевых планов – при ведении кадастровых работ.

Причем, в каждом из перечисленных видов работ присутствует этап полевых работ, где обязательным является ведение документации вручную в виде журналов, ведомостей, абрисов, схем и пр.

**Ведение топографо-геодезической графической документации** неотъемлемо связано с практической деятельностью геодезиста и топографа.

По ходу ведения геодезической съемки результаты фиксируются в полевые журналы, запись в которых рекомендовано производить шариковой ручкой (желательно черного цвета), вычислительным шрифтом, вручную. Результаты вычислений представляют в ведомостях, оформленных по идентичным правилам, исправления в которых не допустимы.

Ведение абрисов съемки местности является также обязательным графическим документом при составлении топографических планов в аналоговом и цифровом видах.

План в аналоговом виде вычерчивается на планшете размером 50\*50 см, с помощью чертежных инструментов и приборов: синусных линеек, рейсфедера и туши – для вычерчивания линий сеток, рамок, знаков, имеющих элементы параллельных или прямых линий; кронциркули и тушь – для вычерчивания элементов знаков, имеющих круглую форму; кривоножки и тушь, лекало – для вычерчивания извилистых линий; акварельные краски и кисточки – для создания фоновых заливок на плане; перо с держателем и тушь – для вычерчивания поясняющих надписей на плане и в зарамочном оформлении плана.

Условные знаки для отображения топографических объектов должны строго соответствовать [6], отступление не допустимо.

Касаясь вычерчивания планшетов топографических карт, требования остаются идентичными. Применяемые знаковые системы должны соответствовать [7, 8].

Умелое владение техникой черчения и знание нормативной документации является важным аспектом при создании графической документации, что требует от специалиста соответствующих компетенций.

**Ведение маркшейдерской графической документации** является важнейшей составляющей деятельности маркшейдера на горном предприятии. Порядок ведения маркшейдерских чертежей регламентируется инструкциями и правилами по производству маркшейдерских работ. Особенностью ведения графической

документации является их периодическое пополнение в течение нескольких лет. Поэтому для длительного использования и сохранности чертежи должны вычерчиваться на стандартных планшетах и жесткой основе. Очень часто маркшейдерская служба горного предприятия возвращается к архивным планам в связи с развитием горных работ в районе старых отработанных участков.

Вычерчивание планов тушью на жестких планшетах выполняется вручную с использованием чертежных инструментов. Условные знаки должны соответствовать действующему стандарту и справочнику [1, 4].

На крупных предприятиях в штате маркшейдерской службы есть должность картографа. В этом случае маркшейдер наносит на план результаты съемки горных выработок карандашом, а картограф закрепляет их тушью. На небольших предприятиях маркшейдер самостоятельно вычерчивает планы. Поэтому выпускники маркшейдерской специальности должны в совершенстве владеть навыками топографического и маркшейдерского черчения.

**Ведение кадастровой графической документации** является неотъемлемой частью деятельности кадастрового инженера.

В частности, при подготовке Межевого плана по уточнению границ земельного участка одним из важных его этапов является создание Акта согласования.

Согласно требованиям, Акт согласования заполняется как на компьютере для последующей распечатки и проведения согласования, так и от руки с помощью ручки синего цвета. Так, например, графа «Способ и дата извещения» зачастую заполняется от руки. В результате слова «извещение вручено под расписку», «извещение направлено почтовым отправлением с уведомлением», «извещение опубликовано в порядке, предусмотренном частью 8 статьи 39 Закона о кадастре», а также источник и дата опубликования должны быть прописаны разборчиво, используя навыки чертежного шрифта.

Раздел «Абрисы узловых точек границ земельных участков» включается в Межевой план, в случае если границы земельных участков содержат узловые точки. Абрис подготавливается в электронном виде, но при проведении работ в поле необходимо вести вычерчивание объектов капитального строительства, опор линий

электропередач, расположенных в радиусе 40 метров, с указанием измеренных расстояний от узловой точки земельного участка до данных объектов.

Кроме того, для фиксации сведений об объекте недвижимости разрабатывают Технический план.

План этажа либо План объектов капитального строительства изготавливается на основании абриса (чертежа), подготовленного непосредственно на объекте. Абрис (чертеж) изготавливается с соблюдением пропорций и является обязательным приложением к Техническому плану.

В случае, если План объекта недвижимости готовят в ручном виде, то вычерчивают его с точностью до  $\pm 0,5$  мм при помощи масштабной линейки с миллиметровыми делениями.

Таким образом, все размеры записываются, чтобы обеспечить читаемость чертежа. При отсутствии проектной документации Абрис является единственным графическим описанием для подготовки Планов этажей.

Поэтому специалистам необходимо иметь навыки ведения чертежей планов этажей, мансардных этажей от руки с использованием условных знаков и соблюдением пропорций.

### **Заключение**

В направлении оформления графической документации существует тенденция их создания в цифровом виде, средствами информационных систем, при обязательном или альтернативном варианте существования чертежа, выполненного в ручном виде.

Полной цифровизации в инженерно-технической сфере на данный момент не произошло, поэтому компетенция грамотного оформления картографических материалов вручную при ведении геодезических, маркшейдерских, кадастровых, землеустроительных работ сохраняется.

Информационная среда стала лишь преобладающей средой для работы со специальными шрифтами и текстовыми стилями, знаковыми системами, примитивами и пр., грамотное применение которых возможно только на базе картографических основ черчения.

Поэтому говоря об актуальности черчения именно в ручной интерпретации, следует отметить, что это направление находится в



концепции интеграционного развития, как и область картографии, в целом. Безусловно, потеря инженерных навыков черчения приведет развитие данного сектора в сомнительное положение.

Зачастую положение отсутствия чертежных знаний, умений и навыков приводит к «авторскому» решению графической задачи, что нормативно не допустимо и приводит к символьному «искажению» существующей информации об объекте местности.

### **Литература**

1. ГОСТ 2.855-75. Межгосударственный стандарт. Горная графическая документация. Обозначения условные горных выработок.

2. Дополнения и изменения к условным знакам по дешифрированию аэрофотоснимков и фотопланов в масштабах 1 : 10 000 и 1 : 25 000 для целей землеустройства государственного учета земель и земельного кадастра. — М.: ВИСХАГИ, 1988.

3. Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений: приказ от 18.12.2015 г. № 953 // Министерство экономического развития РФ (с изменениями на 25 сентября 2019 года).

4. Условные обозначения для горной графической документации. Справочник. Утверждено Госгортехнадзором СССР 28 июля 1970 г.

5. Условные знаки, применяемые при землеустройстве. — М.: Росгипрозем, 1966.

6. Условные знаки для топографических планов масштабов 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000, 1: 500. — М.: ФГУП «Картцентр», 2005.

7. Условные знаки для топографических карт масштаба 1: 100 000. — М.: Военно-топографическое управление Генерального штаба, 1977.

8. Условные знаки для топографических карт масштабов 1: 25 000, 1: 50 000, 1: 100 000. — М.: Военно-топографическое управление Генерального штаба, 1983.

## RELEVANCE OF THE APPLICATION OF DRAWING IN INDUSTRIAL SECTOR ON THE PRESENT STAGE: YES OR NO?

N. Kopylova<sup>1\*</sup>, V. Golovanov<sup>1\*\*</sup>, P. Demidova<sup>1\*\*</sup>

\* ans\_natasha@mail.ru

\*\*vikago@mail.ru

\*\*\* Demidova\_PM@pers.spmi.ru

<sup>1</sup>Saint-Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint-Petersburg

**KEYWORDS:** graphic documentation, drawing devices and tools, regulatory documents, conventional signs, digital technologies, specialist competence.

**ANNOTATION.** The article discusses aspects of the use of manual labor in the creation of graphic documentation in topographic and geodetic, mine surveying, cadastral activities.

УДК 528.952 + 004.9

## ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

М.Р. Вагизов

bars-tatarin@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова», Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** лесные экосистемы, геомоделирование, пространственный анализ данных.

**АННОТАЦИЯ.** Указывается необходимость разработки специализированных геоинформационных моделей лесных экосистем для повышения качества управления лесным хозяйством.

Геопространственное управление природными системами основано на сборе информации и её представлении в легко воспринимаемом виде лицу, принимающему решения. Лесное хозяйство в Российской Федерации требует срочной трансформации, внедрения передовых исследований, методов обработки пространственной информации о лесе. Лес является достаточно

статичным объектом живой природы, естественные процессы хода роста насаждений – долгий процесс, также лесное районирование на ландшафтно-экологической основе и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяет применять новые технологические подходы для эффективного управления лесами.

Моделирование лесных экосистем при помощи геоинформационных технологий основано на нескольких ключевых элементах, применение которых позволит подойти к представлению информации о лесах более точно и полно. Обосновано это следующими технологическими причинами: во-первых, ежегодно увеличиваются объёмы собираемой информации и сведений о лесах позволяющее проводить всесторонний анализ полученной информации; во-вторых, производительность процессорной техники постоянно увеличивается, согласно закону Мура, открывая при этом новые возможности обработки информации и способах её представления; в-третьих, новая организация представления геоинформации в легко воспринимаемом виде в программно-аппаратных средах позволяет повысить качество управления ресурсом, поскольку, таким образом, лицо принимающее решение обрабатывает многопоточные постоянно изменяющиеся данные и на основе полученной информации принимает решения.

В состав геоинформационного моделирования, входят следующие компоненты: трёхмерное моделирование отдельных пород деревьев на разной жизненной стадии развития, как новый способ представления совокупностей данных, использование данных дистанционного зондирования Земли как основополагающего материала позволяющего использовать его в качестве подложки и данные таксации насаждений как элемент больших данных интегрированных в состав модели. Основные компоненты в составе геоинформационной модели (Рисунок)



*Рисунок. Основные компоненты геоинформационного моделирования лесной экосистемы. ГМП – геоинформационное моделирование леса*

Основным отличительным подходом геоинформационного моделирования лесной экосистемы является использование сочетания вышеуказанных компонентов. Как правило, современные подходы моделирования лесов используют ещё один компонент – цифровую съёмку данных, полученную при помощи лидаров [1, 2], однако способ получения данной информации и технологический процесс трудоёмок, сложен и финансово дорогостоящ. Поэтому в исследовании авторов данный тип информации не рассматривается. Технологической возможностью корректного отображения данных изменяющихся в динамике возможно при помощи интегрирования технологий машинного обучения рассмотренного в научных работах авторов в данном вопросе [3, 4].

К проблематике данного подхода стоит отнести следующие элементы:

- большой объём обрабатываемой информации и их корректное сочетание с трёхмерными объектами;
- отсутствие технологии по верификации данных модели;
- отсутствие научно-методологического аппарата по технологии разработке данных типов моделей.

Решением обозначенных проблем является процесс создания и разработки комплексной технологии геоинформационного моделирования леса (ГМП) с вышеуказанными компонентами. Обработка больших объёмов геопространственной информации и использование технологий трёхмерного моделирования возможна при

помощи использования централизованного программно-аппаратного комплекса. Однако процесс описания научно-методологического аппарата по комплексной разработке, технологии применения и верификации геоинформационной модели лесной экосистемы предстоящая научная и программно-техническая задача.

### **Литература**

5. Горькавый, И.Н. Разработка и исследование методики обработки и классификации трехмерных данных лазерного сканирования : автореферат дис. ... канд. техн. наук : 25.00.32. Геодезия / Горькавый Илья Николаевич. – М., 2011. – 24 с.

6. Брюховецкий, А.П. Лидарный комплекс для дистанционной идентификации и измерения параметров объектов органического и биологического происхождения ("Шерна-лидар) / А. П. Брюховецкий, Ю. Н. Бугаев, А. В. Суетенко // Интеграл. - 2007. – № 3. – С. 9-10

7. Басс, Л. П. Машинное обучение в задачах обработки спутниковых изображений / Л. П. Басс, Ю. А. Пластинин, И. Ю. Скрыбышева // Метрология. - 2020. – № 4. – С. 15-37

8. Вагизов, М. Р. Технология интеллектуализации анализа космических снимков в лесной таксации / М. Р. Вагизов // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. - 2019. – № 1(33). – С. 94-98

## **GEOINFORMATIONAL MODELING OF FOREST ECOSYSTEMS**

M.R. Vagizov

bars-tatarin@yandex.ru

FSBEI HE «St. Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov»,

Russian Federation, St. Petersburg

**KEYWORDS:** forest ecosystems, geomodeling, spatial data analysis

**ANNOTATION.** The need to develop specialized geoinformation models of forest ecosystems to improve the quality of forest management is pointed out.

УДК 528.8+581.2

## АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛЕСОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ НАСЕКОМЫМИ-ВРЕДИТЕЛЯМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДАННЫХ ДЗЗ

Л.Е. Долгачева<sup>1</sup>, И.Н. Ротанова<sup>2</sup>

\*rotanova@mail.asu.ru

<sup>1</sup> Центр защиты леса Алтайского края, Российская Федерация, Барнаул

<sup>2</sup> Алтайский государственный университет, Российская Федерация,  
Барнаул

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Алтайский край, насекомые-вредители, данные дистанционного зондирования Земли

**АННОТАЦИЯ.** Представлены результаты работ по дистанционному мониторингу состояния лесного фонда Горно-Колыванского лесничества Алтайского края, где наблюдается увеличение очагов повреждений древесных насаждений жуком-короедом.

Одной из важнейших задач устойчивого лесного хозяйства является переход к такому управлению лесами, при котором обеспечивается многоцелевое лесопользование, охрана, защита и воспроизводство лесов. Лесные экосистемы подвергаются воздействию многообразных экологически неблагоприятных факторов, которые приводят к снижению продуктивности и нередко к гибели лесных насаждений. К числу таких факторов относятся аномальные климатические и гидрологические условия, лесные пожары, насекомые-вредители, различные антропогенные воздействия и т.д. Для эффективного управления лесами необходима объективная и оперативная информация о состоянии лесных насаждений. К современным средствам получения такой информации относится дистанционное зонирование, в частности, космическая съёмка.

Наблюдения за появлением и распространением вредителей и болезней леса составляют необходимую и обязательную часть лесопатологического мониторинга. Однако, не всегда представляется возможным осуществлять мониторинг непосредственно путём выезда специалистов-лесопатологов в лесные массивы, в частности,

вследствие труднодоступности территории, отсутствия дорожной сети. В связи с тем, что распространение насекомых-вредителей оказывает большое негативное воздействие на лесные ценозы, для решения задач устойчивого лесопользования все большее значение придается получению оперативных данных дистанционного зондирования Земли о состоянии лесных насаждений. Использование космической информации повышает оперативность работы и позволяет также повысить достоверность и информативность оценки состояния лесных насаждений.

На территории Алтайского региона (Алтайский край и Республика Алтай) в разные периоды времени были зафиксированы вспышки полиграфа уссурийского (*Polygraphus proximus*, 1894), коконопряда сибирского (*Dendrolimus superans*, 1877), пилильщика-ткача звездчатого (*Lyda nemoralis*, 1871), шелкопряда непарного (*Lymantria dispar*, 1758). Особую угрозу представляют очаги полиграфа уссурийского, которые появляются ежегодно на территории лесохозяйственных организаций Алтайского края, что вызывает необходимость оперативного выявления очагов и прогноза их распространения.

В существующих технологиях мониторинга, в основном предусматривающих анализ текущего состояния лесных экосистем, недостаточная роль отводится разработке методов оценки и прогнозирования их изменения на определенный период с целью планирования лесозащитных мероприятий, в частности, развитию автоматизированных методов обработки данных дистанционного зондирования (космической съёмки) [1 – 5].

Цель выполненного исследования состоит в выявлении лесных ценозов – очагов распространения жука-короеда полиграфа уссурийского с применением модуля автоматизированной обработки данных космической съёмки спутниковой системы Sentinel-2 и объектно-ориентированного метода классификации. В качестве модельного было выбрано Горно-Колыванское лесничество (Алтайский край, Россия), в котором на протяжении уже многих лет подтверждается усиливающееся повреждение лесных насаждений жуком-короедом полиграфом уссурийским.

Горно-Колыванское лесничество расположено в юго-восточной части Алтайского края на территории Курьинского, Змеиногорского, Третьяковского, Краснощековского муниципальных районов и занимает площадь более 190 тыс.га. Многие участки Горно-Колыванского лесничества недоступны для наземных наблюдений, поэтому для них актуально использование дистанционных методов исследования.

Полиграф уссурийский (*Polygraphus proximus*) относится к отряду жесткокрылых или жуков (Coleoptera), семейство короеды (Iridae). Он является массовым вредителем чаще всего пихт в различных типах хвойной тайги, встречается в елово-кедровых и сосновых насаждениях и смешанных лесах. На древостое предпочитает местообитание в толстой и переходной коре, однако, может встречаться и на толстых ветвях. Большое дерево имеет множество мелких отверстий по всему стволу, а также изменения в кроне. После зимовки с одного дерева вылетает до 40 тыс. особей, готовых к размножению. Уссурийский полиграф имеет за вегетационный период два поколения. Продукция насекомого-вредителя – куколки и молодые жуки – обычно отмечаются в июне и первой половине июля, затем с середины августа до конца сентября. Жуки заселяют свежаветровальные и буреломные или же стоячие ослабленные и усыхающие деревья. В результате повреждения жуком-короедом лесные насаждения массово усыхают.

Общая схема обработки космических снимков в интересах выявления повреждения лесов вредителями включает подготовительные работы, географическую привязку и тематическое дешифрирование, результирующее редактирование и интерпретацию, а также оформление геоинформационных карт и оценку лесопатологической ситуации.

Автоматизированное и визуальное дешифрирование проводилось по разновременным многозональным космическим снимкам спутниковой системы Sentinel-2 с пространственным разрешением 15 м. Дополнительно использовались снимки сверхвысокого разрешения спутниковой системы Канопус, а также материалы наземной верификации по лесопатологическим наблюдениям.



В работе было использовано программное обеспечение QuantumGIS 3.10 с подключением дополнительного модуля обработки Semi-Automatic Classification (SAC). Данный модуль успешно используется для целей мониторинга лесопатологической ситуации и рекомендован для выполнения работ в рамках государственного лесопатологического мониторинга.

Для автоматизированного распознавания поврежденных насаждений был применён метод объектно-ориентированной классификации, т.е. отнесения поверхности к одному из заранее заданных классов с обучаемым классификатором [2, 6]. В результате обработки космических снимков было получено изображение с десятью выделенными классами. Каждый класс включает от 10 до 30 полигонов обучающих выборок. Чем больше полигонов, тем точнее получаются результаты классификации. Полигоны каждого класса отвечают требованиям непересечения с полигонами других классов и подбираются максимально схожими по условиям и характеристикам.

После векторизации полученного изображения для построения геоинформационной системы и картографирования был построен слой лесных участков, где были выявлены повреждения лесных насаждений.

Далее, применяя визуальный метод дешифрирования, были отредактированы границы очагов повреждения лесных ценозов полиграфом уссурийским.

Выполненное исследование включало несколько этапов:

- подбор и получение космических снимков на исследуемую территорию;
- предварительная обработка и определение границ снимка с областью интересов;
- автоматизированное и полуавтоматизированное дешифрирование с целью получения наилучшего и более точного результата;
- векторизация полученных результатов и редактирование векторного слоя с учетом задач выделения очагов вредителей;
- присвоение полученным участкам адреса на основе материалов лесоустройства и передача данных в отдел государственного

лесопатологического мониторинга для целей последующей верификации полученных результатов дистанционного зондирования;

– подготовка итогового шейп-файла геоинформационной системы и табличных данных;

– подсчёт площадей, оформление карт-схем участков с повреждениями полиграфом уссурийским.

Автоматизированное дешифрирование космической съёмки проводилось двумя способами:

а) без обучения (кластерный метод);

б) с обучающей выборкой.

Применённый метод объектно-ориентированной классификации космических изображений поверхности Земли сочетает в себе возможности кластеризации, качественно выделяющей связанные объекты на изображении, и классификации с обучением, позволяющей относить выделенные объекты к заранее заданным классам [6].

Наиболее эффективным подходом для выделения территорий с поврежденной лесной растительностью считается использование комбинации коротковолнового инфракрасного, ближнего инфракрасного и красного сочетания каналов. Для снимков системы Sentinel-2 это сочетание 11-8-4 каналов.

Классификация изображения включала выделение следующих классов: 1. Облака. 2. Тени от облаков. 3. Водные объекты. 4. Поля (открытый грунт). 5. Населенные пункты и другие технические сооружения. 6. Хвойный лес. 7. Лиственный лес. 8. Скальные выходы. 9. Поврежденные породы. 10. Иные, не покрытые лесом земли.

Используя способ классификации изображения с «обучением», были заданы эталоны для каждого класса – значения яркости, которые требовалось автоматически распознать на снимке. Для каждого класса задавалось от 10 до 30 полигонов обучающей выборки. Процесс классификации выполнялся автоматически, используя модуль Semi-Automatic Classification (SAC).

Модуль SAC позволяет выполнять классификацию тремя способами: максимального правдоподобия, минимальной дистанции и спектрального отображения угла [3]. Наиболее репрезентативными в

выполненном исследовании признаны способы минимальной дистанции и спектрального отображения угла [2, 3, 6].

Каждая обучающая выборка использовалась только для конкретного дешифрируемого снимка. Так, в используемой комбинации каналов поврежденная насекомыми-вредителями растительность отражалась малиновым оттенком, переходящим от яркого (более свежее повреждение) к темному (более старое повреждение).

Было учтено, что при дешифрировании снимков лесных массивов разные классы объектов, выделяемые по индивидуальным значениям спектральной яркости, могут входить в устойчивые сочетания, которые могут быть выделены как самостоятельные классы.

Количественный состав распознаваемых объектов в классах определялся созданием групп смешанных классов, характерных для лесных насаждений с различным соотношением объектов.

Для получения численных результатов выполнялась векторизация данных. Перед переводом изображения в векторный слой было уменьшено количество шумов. В результате получен векторный слой с выделенными повреждениями насаждений. Участки леса, поврежденные вредными организмами, характеризуются наличием различных по величине и неправильных по форме провалов в проекции полога древостоев, распространены на всей территории Горно-Колыванского лесничества.

По результатам дешифрирования и выделения поврежденных участков леса построена геоинформационная система и составлена картосхема распространения очагов полиграфа уссурийского в лесных ценозах Горно-Колыванского лесничества.

Выполненное исследование позволило получить значимые результаты как для выявления лесопатологической ситуации, так и для оценки площади поврежденных и погибших лесных насаждений.

В результате автоматизированного дешифрирования космических снимков, а также привлечения данных наземной верификации в Горно-Колыванском лесничестве удалось выявить очаги полиграфа уссурийского на общей площади 4519,6 га.

Актуальность исследования обусловлена увеличением распространения лесов с неудовлетворительным санитарным

состоянием. Развитие современных технологий и технических средств, возможность регулярной периодичности, оперативность и доступность данных дистанционного зондирования позволяют организовать проведение лесопатологического мониторинга на основе обработки данных многозональной космической съёмки.

### **Литература**

1. Ануфриев, М. А. Совершенствование мониторинга лесопользования на основе материалов космических съёмок в условиях Республики Марий Эл: дис. ... канд. сельхоз. наук: 06.03.02. / Марийский гос. техн. ун-т. – Йошкар-Ола, 2007. – 137 с.

2. Долгачева, Л. Е. Оценка повреждений лесных насаждений полиграфом уссурийским с применением данных дистанционного зондирования Земли (на примере Горно-Колыванского лесничества Алтайского края) // Водные и экологические исследования в Западной Сибири: тезисы. – Барнаул : ИВЭП СО РАН,

3. Никитина, Ю. В. Разработка и исследование технологии мониторинга динамики лесных экосистем по материалам дистанционного зондирования: дис. канд. техн. наук: 25.00.34 / Сибирская государственная геодезическая академия. – Новосибирск, 2007. – 193 с.

4. Терехин, Э. А. Повышение эффективности мониторинга земель лесного фонда Белгородской области методами дистанционного зондирования: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.26 / Воронеж. гос. пед. ун-т. – Воронеж, 2011. – 175 с.

5. Федорова, Т. А. Система лесопатологического мониторинга Курганской области // Вестник Курганского университета. - 2011 – № 2. – С. 46-49

6. Гурченков, А. А., Мурынин, А. Б., Трекин, А. Н., Игнатьев, В. Ю. Метод объектно-ориентированной классификации объектов подстилающей поверхности в задаче аэрокосмического мониторинга состояния импактных районов Арктики // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия. Естественные науки. – 2017. – № 3. – С. 135–146

## **ANALYSIS OF DAMAGE TO FORESTS OF THE ALTAI KRAI BY INSECT PESTS USING REMOTE SENSING DATA**

L. Dolgacheva<sup>1</sup>, I. Rotanova<sup>2\*</sup>

\*rotanova@mail.asu.ru

<sup>1</sup> Altai Krai Forest Protection Center, Russian Federation, Barnaul

<sup>2</sup> Altai State University, Russian Federation, Barnaul

**KEYWORDS:** Altai Krai, insect pests, Earth remote sensing data

**ANNOTATION.** The results of remote monitoring of the state of the forest fund of the Gorno-Kolyvan forestry of the Altai Krai, where there is an increase in foci of damage to tree plantations by bark beetle, are presented.

УДК 628.222:912.43

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ОБЪЕМА СТОКА НА  
ОСНОВЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ЦИФРОВЫХ  
МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р.  
МЕДВЕДИЦА)**

А.В. Волкова<sup>1\*</sup>, Д.П. Хворостухин<sup>1</sup>

\*alino4ka\_volkova@inbox.ru

<sup>1</sup>Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Российская Федерация, Саратов

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровое моделирование рельефа, объем стока, геоинформационное моделирование.

**АННОТАЦИЯ.** В данной статье рассматривается использование цифровых моделей рельефа (ЦМР) и открытых картографических данных для определения возможного объема стока речного бассейна. Описывается технология расчета и приводится результат оценки поверхностного стока для бассейна р. Медведица. Отмечается отличие показателей рассчитанного стока и значений по гидрологическим постам.

Цифровые модели рельефа способствовали развитию гидрологических исследований и позволили проводить автоматизированное вычисление различных характеристик. Формирование поверхностного стока является сложной задачей и включает в себя многоэтапный процесс реализации. Все это зависит

от ряда процессов и характеристик, локализованных в границах водосбора и определяющих гидрологический режим на всей территории.

Для определения площади водосбора и других его характеристик необходимо установить границы всех пересекаемых бассейнов. Благодаря современным технологиям, мы смогли идентифицировать водосборный бассейн с помощью набора инструментов Spatial Analyst программного обеспечения ArcGIS.

Для моделирования стока рек нам необходимы данные о физическо-географических и гидрографических характеристиках местности, которые мы можем получить, используя готовые цифровые модели рельефа.

Для анализа гидрологических характеристик был выбран бассейн реки Медведица. Ее бассейн интересен для моделирования гидрологических характеристик, так как он располагается в пределах нескольких природных зон, включает различные типы ландшафтов [1]. Кроме того, в пределах бассейна часто происходит затопление территорий в результате паводков, что также является важным фактором для проведения моделирования [2].

В большинстве случаев необработанные цифровые модели рельефа не подходят для решения различных задач из-за неточностей и артефактов [3]. Поэтому первым шагом на этапе создания водораздела и изучения гидрографических характеристик рек было создание гидрологически корректной ЦМР [4].

Для нашего исследования была выбрана широко используемая цифровая модель рельефа SRTM. Ранее мы сравнивали несколько моделей и выявили, что данные ALOS AW3D являются наиболее подходящими для нашего исследования, но поскольку эта модель в основном является коммерческой и имеет ограниченный доступ к данным в открытом доступе, была выбрана модель SRTM, которая может позволить провести среднемасштабные исследования с высокой точностью, аналогичной ALOS [5].

Растровые данные SRTM предварительно обрабатываются от различных артефактов и производится обрезка растра с помощью инструментов ArcToolBox из пакета ArcGIS. Далее мы создали усовершенствованный растр цифровой модели данных на основе

линейной и площадной гидрографии, а также данных о высоте, на котором и проводились наши дальнейшие исследования.

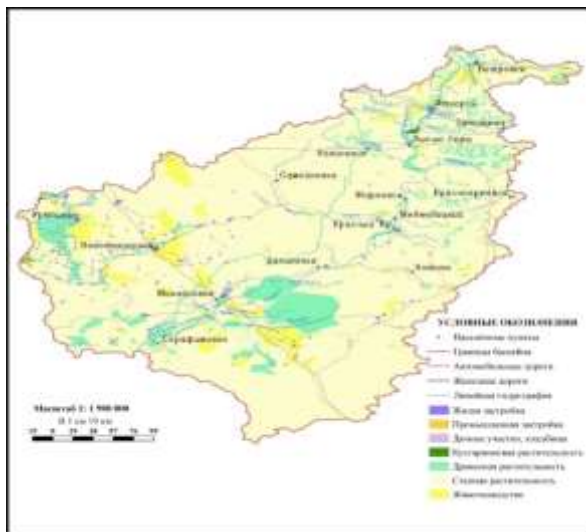
Стоит отметить, что при работе с SRTM важно учитывать не только множественные артефакты, но и ошибки в значениях высот. Чтобы устранить их и приблизить модель к реальной поверхности рельефа, мы при помощи программного модуля Spatial Analyst заполнили все локальные понижения (некорректные участки внутреннего стока) и устранили мелкие ошибки и неточности в значениях ячеек раstra.

Далее мы провели построение тальвежной сети и вычисление ее порядков. На ее основе мы смогли получить автоматически сгенерированные максимальные границы водосборного бассейна.

Одной из ключевых гидрологических характеристик считается объём стока. Мы можем получить данные о количестве воды, проходящей сквозь рассматриваемый створ за конкретный промежуток времени. Для этого нам потребуются данные о площади водосборных бассейнов, карта землепользования и дополнительные данные о числе выпавших осадков, а также коэффициенты стока в зависимости от всевозможных типов почвы [6].

При гидрологическом анализе ЦМР водосборные площади строятся для одной точки - устье реки. Нами были смоделированы микробассейны р. Медведица на основе автоматически привязанных устьев реки и сгенерированных порядков тальвежной сети.

Затем на базе данных Open Street Map была создана карта подстилающей поверхности всего бассейна реки Медведица (рис. 1).



*Рисунок 1. Карта землепользования бассейна реки Медведица*

По категориям земель были выделены следующие виды землепользования:

- Сельскохозяйственные угодья: пашни, животноводство;
- Земли поселений: жилая зона;
- Земли промышленных зон, транспорта, специального и иного назначения: промышленная застройка, кладбища;
- Земли лесного фонда: древесно-кустарниковая растительность [7].

Основываясь на различных картах среднегодового количества осадков, были получены данные о количестве осадков на выбранной территории бассейна. Так же, для элементов землепользования и залежей были взяты готовые коэффициенты стока. Коэффициент стока является субъективной величиной и чаще всего не может быть смоделирована. Существуют специальные строительные нормы для проведения градостроительной деятельности, которые содержат значения коэффициентов стока для различных типов поверхностей. Хотя они и были разработаны для городов, они также могут использоваться для моделирования стока в целом с определенной



погрешностью. Для нашего исследования был взят СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» [8].

Объем стока был рассчитан следующим образом: первоначально все элементы землепользования были разрезаны микробассейнами. Затем значения стока для участков землепользования в каждом микробассейне были рассчитаны путем умножения площади участка, годового уровня осадков и коэффициента стока (рис. 2).

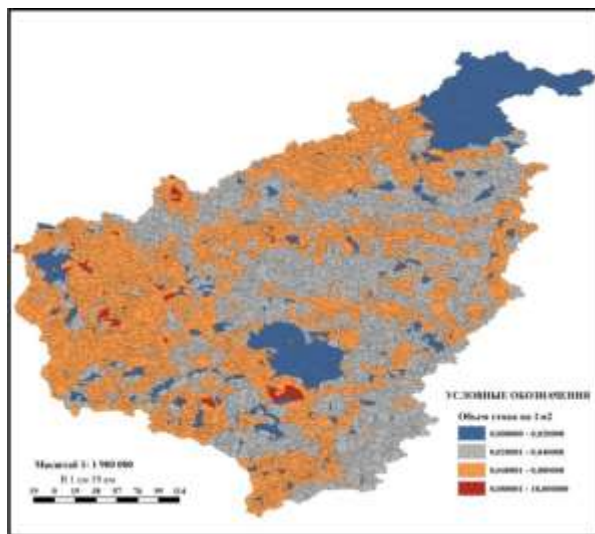


Рисунок 2. Карта объёма стока по микробассейнам реки Медведица

Суммируя все полученные нами данные, расход по всему бассейну составил  $2,77487 \text{ км}^3$ . Для определения достоверности результатов наших расчетов, на территории посёлка Лысье горы, был построен водосборный бассейн гидропоста на реке Медведица. Объём стока для смоделированной области составил -  $0,32195 \text{ км}^3$ . По данным открытых источников, объём стока реки составляет –  $1,110804 \text{ км}^3$ , что в 3 раза больше нашего полученного значения.

Это несоответствие в данных может быть объяснено преобладанием снегового питания в общем объёме стока воды. Кроме того, до 10% стоков - это грунтовые воды. Фактически, дождевое питание (поверхностного стока) составляет менее 30% от общего

объема стока. Коэффициенты, указанные в СНиП, предназначены для осадков в жидком виде. При весеннем таянии снега эти коэффициенты имеют намного большее значение, что вызывает разницу между значениями стока для модели и исходными данными.

Появление цифровых моделей местности и возможность автоматизированного расчёта различных характеристик на их основе позволили развивать гидрологические исследования.

Одним из сложных процессов является формирование поверхностного стока. Это зависит от ряда процессов и параметров, которые локализованы в пределах водосбора и в полном объёме определяющих гидрологический режим на всей территории.

В ходе работы с помощью программных средств был произведен автоматизированный расчёт объёма всего стока реки Медведица, а также её отдельной части. Несоответствие между модельными и справочными данными и отсутствие методики оценки коэффициентов стока указывают на необходимость изучения цифрового моделирования рельефа для гидрологических исследований.

### **Литература**

1. Учебно-краеведческий атлас Саратовской области / В.В. Аникин, Е.В. Акифьева, А.Н. Афанасьева [и др.]; гл. ред. А.Н. Чумаченко, отв. ред. В.З. Макаров. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 2013. – 144 с.

2. Шлапак, П.А., Морозова, В.А., Морозова, Е.А. Разработка алгоритма математико-картографического моделирования зон затопления застроенных территорий (на примере участка реки Медведица у города Петровска Саратовской области) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. - 2020. – Т. 20. № 3. – С. 176-183.

3. Федоров, А.В., Шлапак, П.А., Муженский, Д.А. Исследование линейной эрозии путем создания уточненной цифровой модели рельефа на основе SRTM (на примере территории Хвальинского района Саратовской области) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. - 2020. – Т. 20. № 1. – С. 36-40.

4. Чумаченко, А. Н., Хворостухин, Д. П., Морозова, В. А. Построение гидрологически-корректной цифровой модели рельефа (на примере Саратовской области) // Известия Саратовского

университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. - 2018. – Вып. 2. Т. 18. – С. 104-109.

5. Волкова, А.В., Хворостухин, Д.П. Сравнительная характеристика свободно распространяемых глобальных цифровых моделей рельефа для проведения локальных исследований / А.В. Волкова, Д.П. Хворостухин // Сборник материалов участников XVII Большого географического фестиваля, посвященного 195-летию российского кругосветного путешествия Ф.П. Литке (1826-1829 гг.). - СПб, 2021. – С. 476-480.

6. Определения расчетных гидрологических характеристик. СНиП 2.01.14-83. – М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.

7. Download OpenStreetMap data for this region: Russian Federation [Электронный ресурс] // Geofabrik dowloads. - URL: <https://download.geofabrik.de/russia.html> (дата обращения: 1.09.2021).

8. Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85. – М.: ЦИТП, 1986. – 149 с.

## **AUTOMATED CALCULATION OF THE FLOW VOLUME BASED ON CARTOGRAPHIC DATA AND DIGITAL TERRAIN MODELS (USING THE EXAMPLE OF THE MEDVEDITSA RIVER BASIN)**

A.V. Volkova\*, D.P. Khvorostukhin

\*alino4ka\_volkova@inbox.ru

Saratov State University, Russian Federation, Saratov

**KEYWORDS:** digital relief modeling, flow volume, geoinformation modeling.

**ANNOTATION.** This article discusses the use of digital terrain models (DEM) and open cartographic data to determine the possible volume of river basin runoff. The calculation technology is described and the result of the assessment of the surface runoff for the basin of the Medveditsa river is given. The difference between the calculated runoff indicators and the values for hydrological posts is noted.

**АНАЛИЗ ПЛАНОВЫХ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ОЗЁР ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЙ  
НИЗМЕННОСТИ НА ОСНОВЕ СНИМКОВ SENTINEL- 2**

А.В. Волынец<sup>1\*</sup>, Е.И. Волынец<sup>2</sup>, И.В. Федорова<sup>1</sup>

\*alvolynets1992@mail.ru

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Российская  
Федерация, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр,  
Российская Федерация, Санкт-Петербург

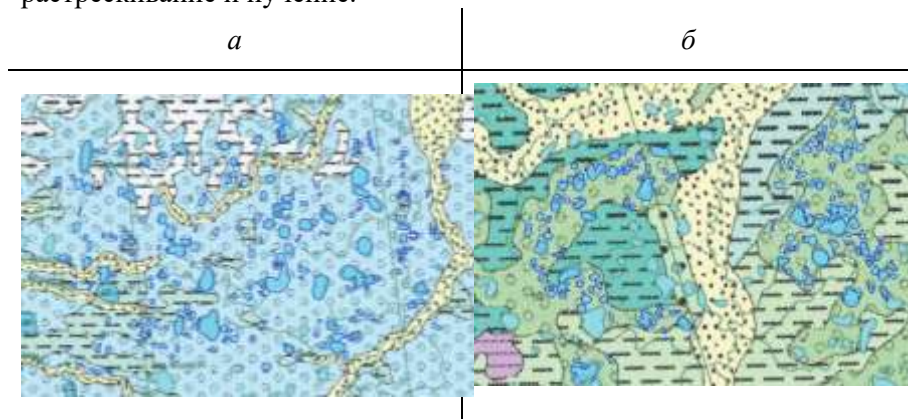
**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** термокарст, озёра, морфометрия, космические снимки, ГИС-технологии, Восточно-Сибирская низменность

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассмотрен процесс обработки данных дистанционного зондирования для картографирования озёр Восточно-Сибирской низменности и анализа их плановых морфометрических характеристик. На двух тестовых участках со схожими геоморфологическими характеристиками было выделено 285 озёр, для которых рассчитаны различные плановые морфометрические показатели. Проверена гипотеза о схожести этих характеристик озёр для выбранных тестовых участков.

Озера являются важнейшим компонентом ландшафта субарктических низменностей. Актуальность их исследования объясняется необходимостью оценки влияния современных изменений климата на динамику криолитозоны. Для территории Восточно-Сибирской низменности характерно распространение позднеплейстоценовых отложений ледового комплекса [1] и озёр термокарстового происхождения. Изменения морфометрических характеристик термокарстовых озёр могут быть маркером, отражающим скорость климатических изменений и их влияния на мерзлотные ландшафты. В настоящей работе сравниваются плановые морфометрические характеристики озёр, принадлежащих двум тестовым участкам - западный участок расположен в районе Яно-Индигирской низменности, восточный относится к Колымской низменности. Данные территории характеризуются схожими

геологическими, геоморфологическими, ландшафтными и климатическими условиями. Таким образом, выдвигается гипотеза о схожести морфометрических характеристик термокарстовых озёр в этих областях.

По геоморфологическому районированию территория Восточно-Сибирской низменности относится к единой геоморфологической стране – горы и равнины Северо-Востока и к одноименной геоморфологической провинции, области Яно-Индигорской аллювиально-озёрной низменной равнине, району дельтовых равнин (рис. 1). Территория района исследований расположена в зоне непрерывной многолетней мерзлоты [2]. В соответствии с мерзлотно-ландшафтным районированием территория относится к группе тундровых провинций сплошного распространения многолетнемёрзлых пород страны Северо-Восточная Сибирь. Западный тестовый участок расположен в Яно-Индигорской низменности и относится к Нижнеиндигорской озёрно-термокарстовой провинции. Восточный тестовый участок расположен на стыке Алазее-Колымской озёрно-термокарстовой и Колымской озёрно-термокарстовой провинций. Преобладающий тип местности в районах исследования – аласный [3]. Преобладающими криогенными процессами для такого типа местности являются морозобойное растрескивание и пучение.



*Рисунок 1. Расположение тестовых участков  
а - на Индигорской низменности, б - на Колымской низменности*

## **Методы исследования**

В работе были использованы космические снимки аппаратов Sentinel-2A и Sentinel-2B с пространственным разрешением 10 м. Использовались только снимки за летний период, с облачным покрытием не более 20% с уровнем обработки L1C [5]. Далее снимки были пакетно обработаны до уровня L2A с помощью утилиты Sen2Cor. Использовались следующие настройки атмосферы: “RURAL”, “SUMMER” [6].

Для картографирования озёр западного тестового участка (Яно-Индибирская низменность) на основе обработанных снимков были созданы мультиспектральные снимки в модуле SCP (BendSet) [7]. Далее была выполнена классификация с обучением в модуле dzetsaka [8] алгоритмом «Gaussian mixture models» и ручной обработкой были выделены водные объекты. На следующем этапе были отсеяны пиксели шумов и изображения были переведены в векторные слои. Для картографирования озёр восточного тестового участка была создана мозаика на основе обработанных спутниковых изображений, которая впоследствии была переведена в бинарный вид, а затем преобразована в векторный вид. Из полученных водных объектов были отобраны озёра с площадью более 1 км<sup>2</sup>.

## **Анализ**

В работе были рассмотрены следующие морфометрические характеристики формы полигонов: мера сложности (P/A), коэффициент формы (P/sqrt(A)), максимальный диаметр (DMax), направление максимального диаметра (DmaxDir), максимальный диаметр Ферета (Fmax), направление максимального диаметра Ферета (FmaxDir), минимальный диаметр Ферета (Fmin), направление минимального диаметра Ферета (FminDir), средний диаметр Ферета (Fmean). Полученные количественные характеристики объектов используются в анализе для сравнения объектов в пределах каждого тестового участка, а также для попарного сравнения тестовых участков.

Количественный анализ проводился средствами модуля Tool Polygon Shape Indices SAGA GIS [4], который позволяет рассчитать индексы, описывающие форму многоугольников. Далее на основании полученных коэффициентов были рассчитаны статистические

показатели с помощью модуля “Базовая статистика для полей” в QGIS (SAGA 2.3.2) (табл.):

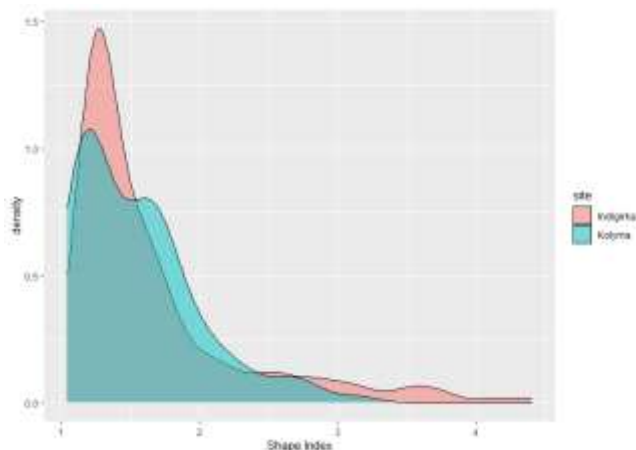
*Таблица. Рассчитанные статистические показатели для поля Shape Index*

Колымская низменность	Индигорская низменность
количество объектов: 109	количество объектов: 176

**Поле для анализа: Shape Index**

Минимальное значение: 1.0425050475	Минимальное значение: 1.0454554777
Максимальное значение: 3.1393179514	Максимальное значение: 4.4004069562
Диапазон: 2.0968129039	Диапазон: 3.3549514785000003
Сумма: 168.89666180320003	Сумма: 292.5808611502
Среднее значение: 1.5495106587449545	Среднее значение: 1.6623912565352272
Медиана: 1.466583569	Медиана: 1.3951678228
Стандартное отклонение: 0.4397389328368648	Стандартное отклонение: 0.6489293652326583

Как видно по результатам, минимальные значения коэффициента индекса формы для всех озёр выборки очень близки для обоих тестовых участков, максимальное значение и сумма у озёр Индигорской низменности значительно больше. Тем не менее, их среднее значение чуть больше, а медиана меньше в сравнении с озёрами Колымской низменности. Полученное может свидетельствовать о том, что озёра обоих тестовых участков имеют в большей степени простую форму (коэффициент = 1 для идеального круга), лишь для озёр Индигорской низменности можно отметить наличие единичных озёр крайне сложных форм, которые внесли вклад в большее максимальное значение и сумму.



*Рисунок 2. График плотности распределения показателя shape index*

График на рисунке 2 показывает, что характеристика распределена не нормально и для большинства озёр форма не далека от формы круга, находится  $1 < \text{shape index} < 2$ . Видно, что на западном тестовом участке присутствуют озёра с крайне сложной формой, при том, что медианное значение ближе к 1 чем для восточного тестового участка, т. е большинство озёр западного участка имеют более простую форму.

Аналогично были рассчитаны остальные морфометрические характеристики формы полигонов. Полученные результаты также свидетельствуют о том, что озёра тестовых участков в большей степени похожи между собой: показатели меры сложности полигона – среднее значение, медиана - очень близки друг к другу, и так же наблюдается большее максимальное значение показателя для Индигирской низменности; для коэффициента формы – чуть большее отличие, однако общая закономерность так же прослеживается. Анализ значений максимального диаметра, максимального диаметра Ферета, среднего диаметра Ферета и минимального диаметра Ферета позволяет сделать вывод о том, что на тестовом участке Индигирской низменности присутствуют озёра с крайне сложной и вытянутой формой, поскольку максимальные значения перечисленных



показателей превосходят на тысячи метров соответствующие значения у озёр выборки на Колымской низменности, при сохранении тенденции близости средних значений и медианы.

Для оценки различий плановых морфометрических характеристик озёр на двух тестовых участках (в двух независимых выборках), с учетом того, что дисперсии сравниваемых совокупностей не равны, и их распределение не является нормальным был рассчитан критерий Манна-Уитни. Проверяемая с помощью этого метода нулевая гипотеза состоит в том, что центры распределений, из которых происходят сравниваемые выборки, смещены относительно друг друга на величину  $\mu = 0$ . Все расчеты были проведены в RStudio. Полученные значения уровней значимости для всех рассматриваемых в данной работе плановых морфометрических характеристик озёр на основе метода Манна-Уитни оказались значительно больше 5% ( $p\text{-value} > 0.05$ ). Например, для характеристики shape index  $p\text{-value} = 0.32$ , для площади водной поверхности  $p\text{-value} = 0.37$ , а для максимального диаметра Ферета  $p\text{-value} = 0.3$ . Такие значения уровня значимости не позволяют отбросить нулевую гипотезу о том, что рассматриваемые характеристики статистически значимо различаются.

### **Выводы**

В результате исследования удалось разработать и апробировать вариативную методику по картографированию термокарстовых озер для расчета плановых морфометрических показателей на основе данных космической съемки среднего разрешения 10 м, полученных КА Sentinel-2. На двух тестовых участках удалось выделить около 300 озер. Проведенный с помощью ГИС-технологий статистический анализ плановых морфометрических характеристик указал на схожесть формы озёр в тестовых полигонах Колымской и Яно-Индибирской низменностей, что объясняется тем, что тестовые участки расположены на одинаковых типах местности, подвержены одинаковым геоморфологическим процессам и схожему климатическому влиянию. По результатам статистического анализа можно предположить, что две выборки, описывающие плановые морфометрические характеристики озёр Яно - Индибирской и Колымской низменностей, статистически не различаются. Результаты анализа указывают на то, что озёра на тестовых участках в общем

относятся к одному классу по происхождению. Таким образом гипотеза о схожести форм озёр в двух тестовых участках не может быть отвергнута.

### **Литература**

1. Веремеева, А.А., Глушкова, Н.В. Формирование рельефа в районах распространения отложений ледового комплекса в тундрах Колымской низменности (по данным космической съёмки) // Криосфера Земли. - 2016. – Т. XX. № 1. – 2016. – С. 15-25

2. Ершов, Е. Геокриология СССР; Восточная Сибирь и Дальний Восток. – Москва, 1989

3. Мерзлотно-ландшафтная карта Республики Саха (Якутия). М-б 1: 1 500 000 / Сост. А.Н. Федоров, Я.И. Торговкин, А.А. Шестакова, Н.Ф. Васильев, В.С. Макаров и др.; гл. ред. М.Н. Железняк. – Якутск : ИМЗ СО РАН, 2018. – 2 л. Фонды ИМЗ СО РАН

4. Level-1C. Sentinel Online [Электронный ресурс]. - URL: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/product-types/level-1c> (дата обращения 20.06.2021)

5. Louis, J., Debaecker, V., Pflug, B., Main-Knorn, M., Bieniarz, J., Mueller-Wilm, U., Cadau, E., Gascon, F. (2016). Sentinel-2 Sen2Cor: L2AProcessor for Users // In Living Planet Symposium. - 2016. – Spacebooks Online: Prague, Czech Republic. – P. 1–8

6. <https://plugins.qgis.org/plugins/SemiAutomaticClassificationPlugin/> / QGIS Python Plugins Repository

7. <https://plugins.qgis.org/plugins/dzetsaka/> / QGIS Python Plugins Repository

8. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Востока СССР. – Магадан : Изд-во СВКНИИ ДВО АН СССР, 1987

## **ANALYSIS OF THE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF LAKES IN THE EASTERN SIBERIAN LOWLAND BASED ON SENTINEL-2**

A.V. Volynets<sup>1\*</sup>, E.I. Volynets<sup>2</sup>, I.V. Fedorova<sup>1</sup>

\*alvolynets1992@mail.ru

<sup>1</sup>Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

<sup>2</sup>Saint Petersburg Information and Analytical Center, Russian Federation,  
Saint Petersburg

**KEYWORDS:** thermokarst, lakes, morphometry, satellite images, GIS technologies, East Siberian lowland.

**ANNOTATION.** Processing of remote sensed data for mapping lakes in the East Siberian Lowland and analysis of lakes plain morphometric characteristics is considered. As a result, different morphometric indexes were calculated for 285 mapped lakes in two test-sites with similar geomorphological conditions. The hypothesis about the equality of the plain morphometric characteristics of the lakes in the test-sites in Yano-Indigirskaya and Kolyma lowlands was tested.

УДК 528.88

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ  
БЕДЛЕНДОВ В ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ ЮЖНОГО ДАГЕСТАНА  
ПО МАТЕРИАЛАМ СВЕРХВЫСОКОДЕТАЛЬНЫХ  
МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ДАННЫХ**

А.А. Медведев<sup>1,2\*</sup>, Н.О. Тельнова<sup>1,2</sup>, Н.А. Алексеенко<sup>1,2</sup>, Б.М.  
Курамагомедов<sup>1,2</sup>, Я.А. Гроздов<sup>1</sup>  
\*a.a.medvedeff@gmail.com

<sup>1</sup> Институт географии РАН, Российская Федерация, Москва

<sup>2</sup> НИУ «ВШЭ», Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** бедленд, экзогенные процессы, съёмки с БПЛА, наземное лазерное сканирование, цифровые модели рельефа субметрового разрешения, морфометрический анализ.

**АННОТАЦИЯ.** Продемонстрированы возможности использования высокодетальных материалов съёмок с БПЛА и наземного лазерного сканирования для геоморфологического картографирования и морфометрического анализа рельефа бедлендов возвышенностей Паллас-Сырт в предгорной части Южного Дагестана.

В предгорной части Южного Дагестана в бассейнах рек Рубас и Гюльгерычай выделяются структурно-денудационные изолированные возвышенности, объединяемые общим названием Паллас-Сырт.

Разновысотные возвышенности (высоты 100–500 м) северо-западной части этого массива, расположенные в левобережье бассейна р. Рубас к северу от села Сиртыч, глубоко расчленены плоскодонными и крутосклонными сухими долинами, и сложены преимущественно глинистыми породами акчагульского яруса верхнего плиоцена [1], что обусловило формирование здесь рельефа «бедленда» с широким развитием разнообразных форм псевдокарста (воронки, поноры, провалы и др.). В пределах массива возвышенностей распространены пустынные полынные степи с редкими группами кустарников по днищам долин и нижним частям склонов, местами используемые под выпас.

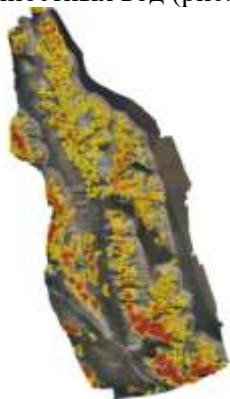
Для данной территории, отличающейся меньшей степенью геолого-геоморфологической изученности по сравнению с более южными возвышенностями Паллас-Сырт [2], нами была собрана и проанализирована серия мультिवременных и мультисенсорных данных для высокодетального геоморфологического картографирования и организации системы регулярного высокодетального мониторинга современных экзогенных процессов на этой территории.

Помимо отобранных для данной территории доступных разновременных материалов космической съёмки высокого и сверхвысокого разрешения и крупномасштабных архивных топографических карт, в период полевых работ 2021 г. были получены данные дистанционного зондирования с БПЛА и лазерного сканера Leica BLK360. С помощью БПЛА был снят водосборный бассейн площадью 4,7 км<sup>2</sup> с перепадом высот около 100 м., лазерным сканером – крупная провальная воронка. Стоит отметить, что в условиях низкого проективного покрытия растительностью изучаемой территории, процесс извлечения цифровой модели рельефа по исходным снимкам с БПЛА не требовал существенных затрат машинных ресурсов. Пространственное разрешение полученной в результате стереофотограмметрической обработки материалов съёмки с БПЛА цифровой модели рельефа (ЦМР) составило 20 см.

Морфометрические особенности псевдокарстовых форм и степень поражённости ими изучаемой территории могут быть детально и количественно оценены только по высокодетальной цифровой модели

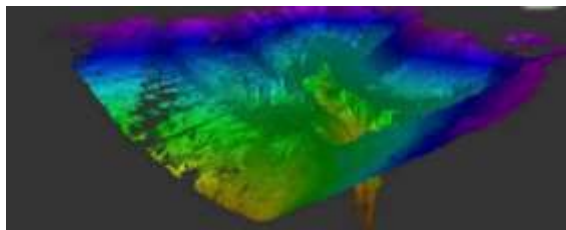
рельефа с субметровым пространственным разрешением, тогда как на общедоступных цифровых моделях рельефа намного более низкого разрешения, построенных по данным космических съёмок (напр., SRTM, ALOS World3D-30 и др.) выделяются только отдельные наиболее крупные формы псевдокарста. Также выявлены преимущества данных высокодетальных съёмок с БПЛА над доступными на данную территорию данными космической съёмки высокого и сверхвысокого разрешения для индикации и надёжной фиксации многочисленных и разнообразных форм псевдокарста, осложняющих и моделирующих рельеф бедленда

Псевдокарст, или глинистый карст, типичный для семиаридных районов с разрежённым растительным покровом, выражен в пределах изучаемого массива Паллас-Сырт, в виде протяженных плотных цепочек округлых или вытянутых воронок, маркирующих направление поверхностного и подземного стока вдоль днищ мелких эрозионных форм, провалов, слепых балок и останцов в верхних частях склонов. Наиболее плотные скопления форм псевдокарста наблюдаются по днищам эрозионных форм и слепых балок, отражая их причудливую дендритовидную структуру в плане, а также у тыловых швов крупных сухих долин, в областях максимальной разгрузки грунтовых и поверхностных вод (рис. 1).



*Рисунок 1. Плотность форм псевдокарста, выявленных по сверхвысокодетальным материалам съёмок с БПЛА.  
Масштаб 1: 10000*

Очевидные ограничения при использовании данных БПЛА для морфометрического анализа рельефа бедленда проявились в формировании т.н. «мертвых зон» при съёмке наиболее крупных и глубоких воронок и провалов. Для полной трёхмерной реконструкции отрицательных форм рельефа были дополнительно привлечены данные наземного лазерного сканирования (рис. 2).

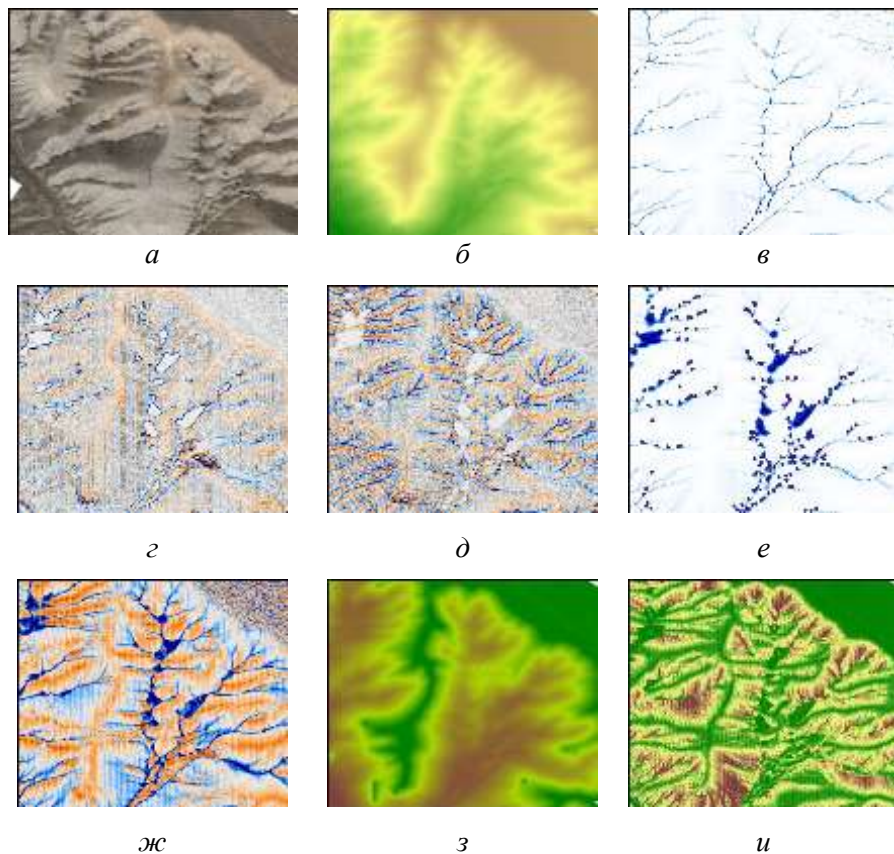


*Рисунок 2. Трёхмерная реконструкция рельефа крупного провала, выполненная по данным наземного лазерного сканирования*

В целом на рассматриваемой территории зафиксировано преобладание крупных воронок с диаметром 5–15 м. и глубиной 1–3 м. По данным с БПЛА были выделены и более мелкие формы рельефа, распространенные на участке исследования: воронки до 0,3 м в поперечнике глубиной до 1 м., элементы микроручейковой сети, дефлюкционные микротерраски, формирующие характерный и отчётливо различимый на сверхвысокодетальных материалах съёмки с БПЛА рисунок «стиральной доски».

В результате морфометрического анализа цифровой модели рельефа субметрового разрешения были построены производные высокодетальные морфометрические и гидрологические модели (рис. 3), отражающие сложное устройство рельефа бедленда и позволяющие автоматически распознать и картографировать воронки и провалы (рис. 2е), а также выделить области преимущественно распространения современных рельефообразующих процессов различного генезиса. В частности, выявленные замкнутые водосборные микробассейны (рис. 2з) являются областями преобладания карстово-суффозионных процессов, тогда как протяженные уступы в верхних и средних частях крутых склонов

бедленда, выделенные по максимальному значению индекса мощности потоков [3], в наибольшей степени поражены микроручейковой эрозией, и максимально подвержены современным эрозионным процессам (рис. 2и).



*Рисунок 3. Производные морфометрические и гидрологические модели субметрового разрешения, построенные по материалам съемок с БПЛА и данным наземного лазерного сканирования. Масштаб 1: 1500  
 а – ортофотоплан; б – цифровая модель рельефа; в – линии поверхностного тока; г – профильная кривизна поверхности; д – плановая кривизна поверхности; е – замкнутые впадины и воронки; ж*

*– области преимущественного эрозионного смыва и накопления материала; з – замкнутые водосборы – области преобладающего развития карстово-суффозионных процессов; и – области преобладающего развития эрозионных процессов.*

При регулярном мониторинге высоко изменчивого во времени и пространстве рельефа бедленда под влиянием современных карстово-суффозионных, склоновых и эрозионных процессов необходимо проводить разновременные измерения с использованием комплекса наземных и воздушных методов, т.е. наземного лазерного сканирования и съемок с БПЛА со сверхмалых высот. Это позволит более надежно выявить современное соотношение поверхностного и подземного стока, определить риск подверженности территории негативным эрозионным процессам.

Исследования выполнены в рамках темы Госзаданию № АААА-А19-119022190168-8.

#### **Литература**

1. Идрисов, И.А. Распространение лессовых пород в Юго-Восточном Дагестане // Молодой ученый. - 2014. – Авг. – Т. 71. № 12. – С. 391-397.

2. Идрисов, И.А. Природные особенности Паласа-Сыртской возвышенности (южный участок) // Вестник Института ИАЭ. - 2010. – № 1. – С. 72-75.

3. Флоринский, И.В. Иллюстрированное введение в геоморфометрию // Альманах «Пространство и время». - 2016. – Т. 11. Вып. 1. – 20 с.

### **MORPHOMETRIC ANALYSIS AND MAPPING OF BADLANDS IN THE SOUTHERN DAGESTAN BASED ON ULTRA-HIGH RESOLUTION MULTISENSORY DATA**

A. Medvedev<sup>1,2\*</sup>, N. Alekseenko<sup>1,2</sup>, B. Kuramagomedov<sup>1,2</sup>, Ya. Grozdov<sup>1</sup>,  
N. Telnova<sup>1,2</sup>

\* a.a.medvedeff@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow

<sup>2</sup>National Research University “Higher School of Economics”, Faculty of Geography and Geoinformation Technologies, Russia, Moscow



**KEYWORDS:** badlands, exogenous processes, UAV surveys, terrestrial laser scanning, digital terrain models of sub-meter resolution, morphometric analysis.

**ANNOTATION.** Our research demonstrate the unique possibilities of highly detailed imagery from UAV and terrestrial laser scanning applied for geomorphological mapping and morphometric analysis of the “badland-type” relief of the Pallas-Syrt uplands, Southern Dagestan.

УДК 528.9

**ВЫЗОВЫ СОЗДАНИЯ ВЕБ-ГИС ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ТРАНСГРАНИЧНОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В БОЛЬШОМ АЛТАЕ**

И.Н. Ротанова  
rotanova@mail.asu.ru

Алтайский государственный университет, Российская Федерация,  
Барнаул

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Большой Алтай, международный Алтайский регион, особо охраняемая природная территория (ООПТ), геоинформационная система (ГИС), веб-ГИС

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрены вызовы, концепция и подходы к созданию веб-ГИС для обеспечения природоохранной деятельности в международном Алтайском регионе (Большом Алтае).

Алтайский регион, расположенный в приграничье четырёх соседствующих стран – России, Казахстана, Монголии и Китая – также называют Большим Алтаем. Под российской частью Большого Алтая понимается территория, административно включающая Алтайский край и Республику Алтай, географически большей частью расположенная в пределах Алтае-Саянской горной области и прилегающей к ней части юго-востока Западно-Сибирской равнины. Международный Большой Алтай относится к территориям, которые экспертами WWF оцениваются как экорегионы. В экорегионах, которых на Земле насчитывается 200, наиболее сохранились

естественные ландшафты, тем самым они представляют глобальный интерес с точки зрения восстановления и сбережения биологического и ландшафтного разнообразия в мировом масштабе. С середины 1990-х годов около 20 лет в Большом Алтае реализовывался международный проект WWF «Алтае-Саянский экорегион» (АСЭР). В каждой стране Большого Алтая функционирует национальная (государственная) и региональная сети ООПТ, включающая более 100 ООПТ различных категорий, в том числе в российской части АСЭР расположено более 70 ООПТ. Выявлены наиболее ценные (ключевые, «флаговые») охраняемые виды животных и растений. Между ООПТ стран Большого Алтая существует международное взаимодействие, в приграничье России и Казахстана создан трансграничный биосферный резерват «Большой Алтай», планируются новые трансграничные ООПТ, в частности, ведутся работы по созданию трансграничной ООПТ между Россией и Монголией. В России в АСЭР входит два объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО: «Золотые горы Алтая» и «Убсунурская котловина».

Геоинформационно-картографические и веб-технологии создают новые возможности для обеспечения природоохранной деятельности и принятия решений в области экологической безопасности. Природоохранно ориентированные геоинформационные и веб-ресурсы отличаются объектно-предметной специализацией и территориальным охватом. ГИС и веб-ГИС создаются как на отдельные ООПТ, так и в рамках работ по природоохранным проектам, в частности, охватывающим крупные регионы [1 – 3].

Цифровизация Большого Алтая началась в конце прошлого века. За период международного сотрудничества в каждой из стран Большого Алтая созданы локальные информационные базы со сведениями о биологическом и ландшафтном разнообразии, ландшафтные карты, карты ООПТ, а также сайты, ГИС и др.

В 2010-2012 гг. была разработана концепция и начаты работы по созданию веб-атласа АСЭР. Были подготовлены базовые карты на территорию АСЭР, содержащие основные физико-географические характеристики, составлены авторские оригиналы тематических карт, отражающих особенности природной среды и антропогенного воздействия [4 – 6]. В 2015 г. были начаты работы по созданию атласа

в формате ГИС-проекта «Большой Алтай: природа, история, культура». Были разработаны концептуальные и методические положения создания ГИС-атласа; предложены его архитектура, структура и программа. Так, учитывая международный характер создаваемого ГИС-атласа и участие в его создании специалистов из Восточного Казахстана, Монголии и Китая, его архитектура разрабатывалась как комплекс самостоятельных локальных (региональных) ГИС-атласов. Структура каждого состояла из трёх базовых разделов-блоков: природного, исторического и социокультурного. Были выполнены организационно-подготовительный, концептуально-программный и картосоставительский этапы работ, включающие: сбор и инвентаризацию картографических и геоинформационных ресурсов по тематике атласа; разработку структуры базы данных; компоновку и масштабный ряд карт; создание авторских оригиналов базовых и тематических карт. Однако, оба названные атласа: ГИС-атлас Алтае-Саянского экорегиона и ГИС-атлас «Большой Алтай: природа, история, культура» не были реализованы до стадии завершения и создания ГИС-продуктов [7, 8].

К вызовам времени относится необходимость создания международной веб-ГИС для геоинформационно-картографического представления экологического каркаса Большого Алтая, выполненного на основе цифровой ландшафтной карты и сведений о природоохранной сети (сети ООПТ) регионов Большого Алтая. Актуальность создания веб-ГИС обусловлена отсутствием современного комплексного веб-геоинформационного картографического ресурса на крупный трансграничный регион Азии. Достижение цели создания веб-ГИС основывается на решении ряда задач, среди которых основными можно определить: концептуальную, структурную, информационную, веб-технологическую, геоинформационно-картографическую, коммуникативную, конструктивную.

Построение веб-ГИС основано на объектно-ориентированном подходе, отвечает принципам комплексности, универсальности и модульности. Принцип комплексности применяется при обеспечении информацией о физико- и эколого-географических условиях,

природоохранной ценности территории. Принцип универсальности отражает возможности геоинформационной программной среды, позволяющей создавать и использовать корпоративно прикладные программы и приложения. Принцип модульной структуры позволяет использовать разностороннюю функциональность, единую базу данных и базовую картографию, а также возможность их модификации в рамках постановки и решения различных задач.

Информационный контент геоинформационно-картографического исследования по созданию веб-ГИС составили многообразные по форме и содержанию данные и материалы: топографические, обзорные географические, тематические карты, географические атласы, географические описания, данные дистанционного зондирования на территорию Большого Алтая и ООПТ Большого Алтая.

База данных веб-ГИС на каждую ООПТ включает информацию о природных условиях, типичных и уникальных ландшафтах, редких и исчезающих, а также охраняемых видах флоры и фауны, функциональном зонировании, антропогенном воздействии и др. Веб-ГИС предназначена для обеспечения трансграничной природоохранной деятельности в Большом Алтае. Она позволит не только создавать различные тематические карты, в частности, экологического содержания, анализировать экологическую ситуацию, оценить экологические риски, выявить факторы экологической безопасности, но и будет выполнять функции картографического моделирования для совершенствования сетей ООПТ, развития экологического каркаса, определения наиболее перспективных направлений экологически устойчивого социально-экономического развития международного Алтайского региона.

Для формирования слоев ландшафтов частей Алтайского интеррегиона используются различные картографические источники: «Ландшафтная карта СССР», 1: 2 500 000 (1980); карта «Ландшафты» из Национального Атласа Монголии, 1: 3 000 000 (1990); «Ландшафтная карта Алтае-Хангае-Саянского региона», 1:1 500 000 (2005); «Ландшафтная карта Восточно-Казахстанской области», 1:3 000 000 (2014) и др.

Веб-ГИС создается как многоуровневая структура: международная, региональная и локальная. В пространственном отношении проект охватывает трансграничный Большой Алтай, как единое территориальное образование, так и составляющие его приграничные территории четырёх стран, а также отдельные ООПТ.

Архитектура распределенной веб-ГИС Алтайского интеррегиона представляет систему с единым центральным геопорталом (архитектура «клиент-сервер»), распределённым хранением и управлением данными, а также специализированными сервисами. Учитывая международный аспект создаваемого веб-ГИС продукта, планируется создание локальных веб-ГИС и файлов связей (коннект-файлов).

Обоснована и разработана структура баз данных, определён оптимальный масштабный ряд базовых карт веб-ГИС. Для международного и макрорегионального уровня приняты карты масштабов: 1:4 000 000, 1:5 000 000, 1:8 000 000, 1:10 000 000. Региональный уровень (административно-территориальные единицы) представлен картами 1:1 000 000, 1:2 000 000, 1:3 000 000 масштабов.

Для создания веб-ГИС применяются программные средства фирмы ESRI и картографический web-сервер GeoServer.

Пилот-проект веб-ГИС ООПТ международного Алтайского региона состоит из шести крупных комплексных разделов:

- Раздел 1. Вводный раздел, содержит природные (включая ландшафтные), экономико-географические и социально-демографические характеристики, состав и статус сети ООПТ, перечень и ареалы местообитаний ключевых и индикаторных видов фауны и флоры;
- Раздел 2. Антропогенные воздействия и нагрузки. Экологические угрозы, риски и ограничения;
- Раздел 3. Биоразнообразие. Критические экосистемы и ареалы местообитаний, «горячие» точки;
- Раздел 4. Адаптация к внешним воздействиям и угрозам. Экологическая безопасность;
- Раздел 5. Ключевые (модельные) ООПТ;
- Раздел 6. Управление и соучастие. Экологический туризм.

Также, с учётом опыта ранее разрабатываемых веб- и ГИС-атласов предложены базовые модули пилот-проекта веб-ГИС ООПТ Алтайского интеррегиона, которые включают:

- модуль «Сведения об ООПТ Алтайского интеррегиона». Содержит набор данных: категорию, профиль, статус, площадь, время создания, местоположение, ведомственную принадлежность ООПТ, проектируемые и предлагаемые ООПТ, памятники природы и достопримечательности;

- модуль «Природные ресурсы». Содержит набор сведений о природных характеристиках региона;

- модуль «Метеорология и климат». Содержит метеорологические и климатические показатели по метеостанциям с привязкой к ближайшим ООПТ;

- модуль «Деятельность». Содержит информацию о центрах экологического просвещения, базах и маршрутах экологического туризма, о проектах и мероприятиях на ООПТ;

- модуль «Документы». Содержит нормативно-правовые акты, систематизированные по рубрикам, выходные данные и тексты научных и технических отчетов, материалы проектов, фотодокументы;

- модуль «Картографические материалы». Содержит обзорные карты (м-б 1:10 000 000 – 1:500 000) и локально-объектные карты (м-б 1:200 000 – 1:100 000);

- модуль «Справочники». Содержит различные классификаторы и прочие дополнительные данные, используемые в веб-ГИС [6, 7].

Представлены базовые разделы создаваемой веб-ГИС. В ходе работ возможны модификации, изменения и дополнения, соответствующие предлагаемой концепции.

Новизна и уникальность веб-ГИС ООПТ международного Алтайского региона обусловлены как идеями, концептуальными положениями, лежащими в основе веб-геоинформационно-картографической модели, так и тематическим контентом сюжетов карт. Одним из новых подходов служит создание единой для веб-ГИС базы картографических данных, а также возможность использования баз данных стран Алтайского интеррегиона, формирующихся авторскими коллективами каждой страны.

Идея создания веб-ГИС состоит в разработке цифровой информационной платформы и аналитического инструмента, интегрирующего научные знания о современном состоянии Большого Алтая, обеспечивающего доступность и возможность коммуникации заинтересованных акторов и сопровождение процессов управления и устойчивого развития международного региона.

Практическая значимость новой веб-ГИС состоит в следующем:

– в развитии веб-ГИС проектирования в целях информационного обеспечения международных проектов, в частности, для инвестиционной привлекательности Большого Алтая;

– в разработке основы для создания геоинформационно-мониторинговой системы природоохранной деятельности в международном Алтайском регионе, доступной для её использования в веб-формате;

– в укреплении имиджа Большого Алтая, благодаря картографической визуализации и повышения информативности показа его природоохранного статуса и эколого-ориентированного туристско-рекреационного потенциала.

### **Литература**

1. Алексеенко, Н.А., Кошкарев, А.В., Курамагомедов, Б.М., Медведев, А.А. Геопорталы российских особо охраняемых природных территорий // Геодезия и картография. - 2019. – № 80 (5). – С. 34-36

2. Алексеенко, Н.А., Медведев, А.А. Опыт разработки картографической интерактивной системы для обеспечения деятельности особо охраняемых природных территорий // Геодезия и картография. - 2010. – № 12. – С. 31-35

3. ГИС для ООПТ в России: состояние и перспективы. (n.d). Retrieved from [http://www.geotochka.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1158:2011-01-31-11-12-03&catid=14:2010-10-18-13-30-51&Itemid=99](http://www.geotochka.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1158:2011-01-31-11-12-03&catid=14:2010-10-18-13-30-51&Itemid=99)

4. Ротанова, И.Н., Репин, Н.В. Подходы к созданию веб-атласа Алтае-Саянского экорегиона // Известия Алтайского государственного университета. - 2014. – № 3-1 (83). – С. 128-132.

5. Ротанова, И.Н., Баденков, Ю.П. Веб-атлас Алтае-Саянского экорегиона: концептуальные основы и подходы к разработке //

Геоинформационное картографирование в регионах России. – Воронеж : Научная книга, 2011. – С. 128-132

6. Ротанова, И.Н., Баденков, Ю.П., Комедчиков, Н.Н., Мерзлякова И.А. О концепции создания информационно-картографического веб-ресурса – веб-Атласа Алтае-Саянского экорегиона // Изменение климата и непрерывное сохранение биоразнообразия в Алтае-Саянском экорегионе. – Барнаул, 2010. – С. 209-219

7. Ротанова, И.Н., Тикунов, В. С., & Тишкин, А. А. Атлас Большого Алтая: природа, история, культура. Идея и подходы к созданию // Геодезия и картографии. - 2014. – № 1. – С. 59-63

8. Rotanova, I. N., Efremov, G. A., & Peremitina, S. V. (2019) Formation of geoinformation-cartographic support of the Altai interregion on the example of creating the international atlas greater Altai: Nature, History, Culture // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 395 (1), 012036

## **CHALLENGES OF CREATING A WEB – GIS TO ENSURE CROSS-BORDER ENVIRONMENTAL ACTIVITIES IN THE GREATER ALTAI**

I. Rotanova

rotanova@mail.asu.ru

Altai State University, Russian Federation, Barnaul

**KEYWORDS:** Greater Altai, international Altai region, specially protected natural area (SPNA), geoinformation system, GIS, web-GIS.

**ANNOTATION.** The challenges, the concept and approaches to the creation of a web GIS to ensure environmental protection in the international Altai region (Greater Altai) are considered.



**ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-  
ЭКОНОМИЧЕСКИХ КАРТ НА УРОВНЕ МУНИЦИПАЛЬНЫХ  
ОБРАЗОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Л.В. Калиновский<sup>1\*</sup>, Д.Ю. Землянский<sup>1</sup>

\*kalinovskiy-lv@ranepa.ru

<sup>1</sup> Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** социально-экономические карты, муниципальные образования

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассмотрены содержательные, статистические и графические ограничения, влияющие на составление социально-экономических карт в разрезе муниципальных образований на национальном и региональном уровне картографирования. Предложены различные способы изображения и оформления, использование которых позволяет повысить наглядность отображения показателей муниципальных образований на картах.

Наиболее популярными картами, отображающими социально-экономические явления, являются карты субъектов РФ. Это связано с доступностью статистических данных и простотой подготовки карт. Более полную картину для понимания протекающих процессов и пространственных взаимосвязей социально-экономических явлений дает изучение статистической информации на уровне муниципальных образований. Использование картографических материалов на уровне муниципалитетов осложняется содержательными, статистическими и графическими ограничениями.

К содержательным ограничениям, влияющих на интерпретацию результатов при разработке карт по муниципальным образованиям Российской Федерации, относятся специфика административно-территориального (муниципального) деления (далее, АТД) и его постоянные изменения.

Специфика АТД заключается, во-первых, в разноуровненности типов муниципальных образований. На 1 января 2021 года

насчитывается 17 678 муниципальных образований первого уровня управления (городские поселения, сельские поселения) и 2 339 муниципальных образований второго уровня (муниципальные районы, муниципальные округа, городские округа, городские округа с внутригородским делением) [1]. При изучении муниципальных образований первого уровня на картах помимо городских и сельских поселений должны присутствовать городские и муниципальные округа, так как все они не имеют подчиненных им муниципальных образований. Но из-за отличий в размерах округов от поселений как по площади, так и по абсолютным характеристикам, картина социально-экономического явления будет сильно искажена. Во-вторых, в России сложились значительные региональные различия в формировании систем АТД [2]. Например, все муниципальные образования Сахалинской области преобразованы в городские округа, в Ханты-Мансийском автономном округе городские округа сформированы компактными муниципальными образованиями крупнейших городов и окружены муниципальными районами, а в Пермском крае из 62 муниципальных образований второго уровня лишь в одном Пермском муниципальном районе имеются муниципалитеты первого уровня.

Постоянные изменения муниципального устройства влияют на содержательную интерпретацию результатов с точки зрения анализа динамики статистических показателей. С одной стороны, это связано с невозможностью (или сложностью) ретроспективного пересчета отдельных относительных показателей. Например, для расчета показателя «Обеспеченность детей дошкольного возраста местами в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход за детьми (мест на 1000 детей)» необходимо знать число мест в детских садах в муниципальном образовании и число детей в возрасте от 1 до 6 лет. Может возникнуть ситуация, когда перечисленные показатели за предшествующий или последующий изменению муниципального статуса промежутки времени будут отсутствовать. Тогда динамический ряд становится неполным, и объективный анализ явления становится затруднительным. С другой стороны, изменения муниципального устройства приводят к значительным трудозатратам

при пересчете показателей. Например, в Московской области в 2014-2020 годах произошло 52 муниципальных преобразования на 63 муниципальных образования второго уровня [3]. Большая часть преобразований в Московской области связана с изменением статуса муниципального района на городской округ. Кроме этого, происходили объединения городских округов и перемещения сельских поселений из одного муниципалитета в другой.

Статистические ограничения определяются доступностью данных на уровне муниципальных образований, человеческим фактором в процессе заполнения баз данных, а также разнообразием источников информации.

Основным источником остаются данные Росстата, однако в них присутствует целый ряд проблем: из-за ручного ввода в статистические формы нередко возникают необъяснимые ошибки, в том числе в названиях муниципалитетов (и даже субъектов РФ), распространены пропуски. В случае с финансовыми показателями на уровне муниципальных образований данные часто не публикуются из-за коммерческой тайны. Из-за этого, например, практически отсутствует информация по структуре экономики и занятости населения. В последнее время значительное распространение получают ведомственные источники данных (Федеральная налоговая служба, Пенсионный фонд России, Федеральное Казначейство и др.), однако по ним пока практически не сформированы базы данных по всем муниципальным образованиям, доступные для исследователей.

Графические ограничения заключаются в наибольшей востребованности определенных форматов использования карт, высокой плотности и разноразмерности муниципальных образований.

В последнее время все реже на практике используются большие печатные форматы (А3 и более, атласы, настенные карты) и все больше востребованы веб-сервисы, электронные карты и презентационные карты для проецирования на экране и/или печати в формате А4 и менее в рамках докладов или отчетов. Соответственно, значительно уменьшается площадь картографического изображения и масштаб карты одновременно с уменьшением времени подробного изучения содержания карты. Поэтому при составлении карт муниципальных образований для улучшения читаемости необходимо

более тщательно подходить к вопросу генерализации и использованию разнообразных графических приемов, например, по сравнению с картографированием показателей на уровне регионов.

Высокая плотность расположения муниципальных образований (Центральная Россия, Северный Кавказ, Урало-Поволжье) так же значительно усложняет разработку читаемых карт. Прежде всего это касается картодиаграмм при картографировании абсолютных показателей. Если опираться на точное расположение диаграммных знаков друг относительно друга, то это порождает большое количество наложений фигур, характеризующих значение показателя в муниципалитете. В то же время ориентированность на отсутствие наложений знаков влечет за собой как сильное уменьшение абсолютных размеров самих знаков, так и осложнение чтение самого показателя, поскольку на 2339 объектов становится невозможным проводить анализ дифференциации показателя по всей территории страны.

При использовании способа картограмм для отображения относительных показателей муниципалитетов возникает проблема показа муниципальных образований разной площади. Прежде всего это касается городских округов, территории которых во многих случаях соответствуют границам городов и по площади значительно уступают размерам окружающих типов муниципальных образований (например, в регионах Западной Сибири). На картограммах, как правило, такие компактные городские округа оказываются практически не видны, что может существенно исказить восприятие карты.

Таким образом, при изучении муниципальных образований картографическим методом исследования возникает ряд ограничений как на региональном, так и на национальном уровне исследования. И если содержательные и статистические ограничения выступают больше в качестве особенностей, которые необходимо учитывать на стадии понимания тематики исследования и сбора данных, то графические ограничения можно решить с помощью различных способов изображения и оформления карт. Для карт муниципальных образований наиболее актуальными являются добавление карт-врезок, использование приемов генерализации при отображении границ

муниципалитетов, отрисовка немасштабных знаков и применение сочетаний способов изображения.

Карты-врезки хорошо подходят для карт показателей муниципальных образований, демонстрируемых в печатном виде, для изучения которого у потребителя имеется достаточное количество времени. Не вызывает вопросов использование такого приема оформления для региональных карт с малым количеством небольших по площади муниципалитетов, которые необходимо показать в увеличенном варианте. Немного сложнее становится, когда в регионе таких маленьких муниципалитетов становится много (Дагестан, Свердловская область). На национальном уровне картографирования эта проблема становится серьезной, так как для понимания протекающих во всей стране процессов на уровне муниципалитетов важно одним взглядом окидывать всю территорию государства, а для отображения всех нечитаемых муниципальных образований потребуется настолько много врезок, что возникает вопрос в целесообразности составления такой карты. Если рассматривать использование карт-врезок в презентационном формате, то они лишь усложняют восприятие информации. В связи с ограниченным количеством времени отображения слайдов (как правило, не более одной-двух минут даже во время продолжительных научных докладов) и обычно большим расстоянием потребителя от проецируемого изображения, презентационные карты имеют ряд особенностей – плавающая компоновка, высокая степень генерализации, минимизация содержимого на карте, упрощение легенды. Карты-врезки увеличивают количество содержимого на слайде, которое необходимо изучить за довольно ограниченный промежуток времени.

Генерализация границ позволяет улучшить читаемость карты и облегчить восприятие информации. Зачастую при составлении электронных карт способом картограмм в качестве источника для создания слоя границ используют данные проекта OpenStreetMap (OSM), которые максимально приближены к реальным границам регионов и муниципальных образований. Однако в мелком масштабе настолько подробные линии границ значительно перегружают содержание. При картографировании субъектов РФ эта особенность практически не обращает на себя внимание – на таких картах

отображено не так много объектов. При картографировании муниципальных образований восприятие информации значительно усложняется. Например, часто возникают ситуации, когда границы на картах сливаются в узких местах и визуально отделяют часть территории от муниципалитета, хотя на самом деле объект является единым полигоном.

В процессе генерализации муниципальных образований в основном используются следующие приемы: обобщение очертаний, смещение и утрирование объектов. Обобщение очертаний применяется с целью уменьшения изгибов линий границ муниципалитетов. Например, границы, расположенные по меандрам реки, после генерализации становятся сглажены и визуальная ширина линии границы на карте уменьшается при неизменной толщине линии. Для небольших по площади муниципальных образований кроме обобщения очертаний применяется утрирование и смещение. Утрирование необходимо, чтобы при уменьшении масштаба карты объект оставался заметным. Смещение применяется для сохранения топологии муниципалитетов. Обычно этот прием необходим для маленьких городских округов, которые окружены одним муниципальным районом, или если рядом расположены несколько маленьких городских округов (например, на территории Свердловской области).

Еще один способ решения проблемы читаемости маленьких муниципальных образований – использование внескальных знаков. Они представляют собой условное обозначение муниципального образования (например, круг), вписанного в сетку муниципального деления, то есть границами муниципалитета становятся границы фигуры. Такой способ изображения повышает читаемость показателя, но объекты теряют свои типические черты, а карта теряет свои эстетические свойства и целостность в отображении муниципальных образований.

В наиболее полной форме графические ограничения отображения муниципальных образований позволяет обойти сочетание различных способов изображения и оформления, технических приемов составления карты. Например, динамику численности населения муниципальных образований на всей территории России можно

отобразить при сочетании картограммы, которая показывает прирост/убыль населения (или темпы роста), картодиаграммы, отображающей абсолютную численность населения в муниципалитете, и смещения диаграммных знаков, чтобы избежать наложения, искажающие восприятие объема показателя. На Рисунке 1 на левом фрагменте (А) центры диаграммных знаков размещены в пределах своего муниципалитета - в таком случае многие знаки перекрывают друг друга. Во-первых, из-за наложений осложняется чтение относительного показателя, изображенного цветом. Во-вторых, уменьшается площадь покрытия карты значками, из-за чего численность населения Северного Кавказа кажется меньше, чем в действительности. Это особенно наглядно проявляется в сравнении с другими регионами при изучении карты, на которой отображена вся страна целиком.

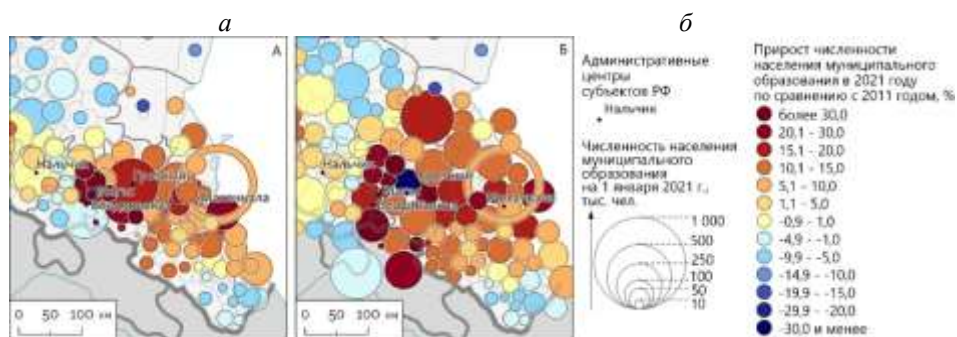


Рисунок 1. Фрагменты карты прироста численности населения муниципального образования в 2021 году по сравнению с 2011 годом  
а - без смещения, б - со смещением диаграммных знаков

Таким образом, картографирование статистических показателей в разрезе муниципальных образований позволяет на более подробном уровне понимания изучать протекающие в стране социально-экономические процессы. Существующие содержательные, статистические и графические ограничения значительно препятствуют развитию этого направления. Ключевым моментом является необходимость донесения до конечного потребителя максимально четкого и содержательного итогового результата. Сочетания

различных способов изображения и оформления позволяют отображать на карте муниципальные образования в наиболее доступной форме.

### **Литература**

1. Сайт Федеральной службы государственной статистики. База данных муниципальных образований [Электронный ресурс]. – URL : <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ykmb3eKg/munst.htm> (дата обращения: 31.08.2021)

2. Глезер, О. Б. Реформа местного самоуправления и административно территориальное устройство субъектов РФ / О. Б. Глезер, Т. Л. Бородина, С. С. Артоболевский // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2008. – № 5. – С. 51-64

3. Сайт Федеральной службы государственной статистики. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям. URL : <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (дата обращения: 31.08.2021)

## **THE FEATURES OF SOCIO-ECONOMIC MAPPING OF RUSSIAN FEDERATION MUNICIPALITIES**

L.V. Kalinovskii<sup>1\*</sup>, D.Yu. Zemlyanskii<sup>1</sup>

\*kalinovskiy-lv@ranepa.ru

<sup>1</sup> The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** socio-economic mapping, municipalities.

**ANNOTATION.** The paper considers the content, statistical and graphical limitations affecting the compilation of socio-economic maps of municipalities at national and regional mapping levels. Various cartographic presentation methods and design techniques are proposed that increase the visibility of displaying indicators of municipalities on maps.



## **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАССЕЛЕНИЯ ВЕПСОВ ПО ДАНЫМ ВСЕСОЮЗНОЙ ПЕРЕПИСИ 1926 Г.**

А.И Ракова

rakova.arina@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный университет, Российская  
Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** расселение вепсов, геоинформационное картографирование, перепись 1926 г.

**АННОТАЦИЯ.** Рассматривается опыт картографирования по данным переписи 1926 г. Раскрываются возможности геоинформационного картографирования для этнографических исследований. Представлены рекомендации по использованию методов «плотности ядер», «плотности по сетке», 3D-модели местности.

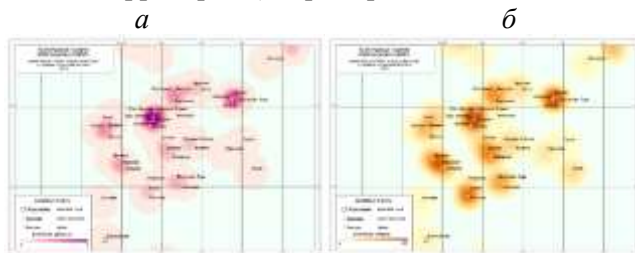
На территории Ленинградской области исторически проживает более тридцати национальностей. Коренными являются русские и финно-угорские народы: финны-ингерманландцы, ижора, воль, вепсы, тихвинские карелы. Каждый народ обладает своей спецификой, например, особенностями расселения. Для изучения размещения народов ученые-этнографы обращаются к картам как к средству наглядного представления информации в пространстве [1]. Исследование посвящено картографированию расселения вепсов – малочисленного народа Севера России, частично проживающего на востоке Ленинградской области.

Важнейшим источником для создания карт населения являются данные переписей населения. Первая Всесоюзная перепись прошла в 1926 г. По её результатам, зафиксировано максимальное количество вепсов за всё время проведения переписей. По этой причине необходимо было отразить на карте «исторические» для вепсов населённые пункты.

Определение местоположения населённых вепсами пунктов (геокодирование) проведено в несколько этапов, в зависимости от степени сохранности в наше время. В первую очередь было уточнено

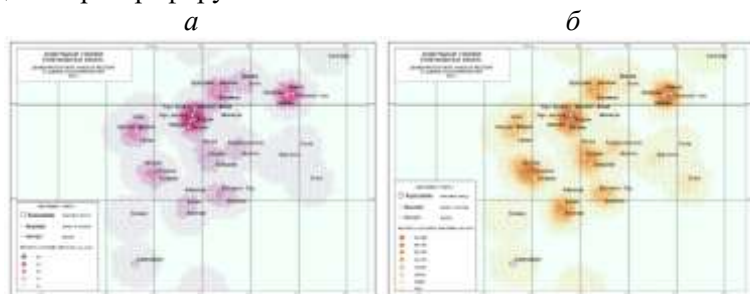
местоположение существующих поселений с помощью модуля MMQGIS. Наиболее интересным и трудоёмким стало определение ликвидированных населенных пунктов. Для этого были использованы портал «Мир путешествий и приключений» [3] и ручной поиск населенных пунктов на картах сайта «Это место» [4].

В геоинформационном картографировании для показа особенностей расселения проводится анализ пространственного распределения. Наиболее популярным методом оценки пространственного распределения является плотность ядер, отражающая количество населенных пунктов на территории (рис.1а). Для этого населенные пункты были представлены в виде точек. Лучше всего использовать тот же метод, но с учетом людности (рис.1б), так как результаты могут существенно различаться. Метод плотности ядер с учетом людности может использоваться при создании дазиметрических карт в ArcGIS или в QGIS (Инструмент «Kernel Density Estimation»). Инструмент вычисляет плотность точечных объектов в окружности, радиус которой был задан равным 5 км. Зона 5 км – территория пешей доступности до тех объектов, которые ежедневно необходимы человеку (лес, дорога, сельскохозяйственные угодья, родники). Значения плотности уменьшаются с увеличением расстояния от точки. Таким образом, для каждого вепского поселения была построена сглаженная поверхность. Недостатком этого метода является то, что невозможно представить легенду карты в чел./км<sup>2</sup>. Кроме того, недостатком картографирования методом плотности ядер является невозможность учёта безлюдной территории (например, болот).



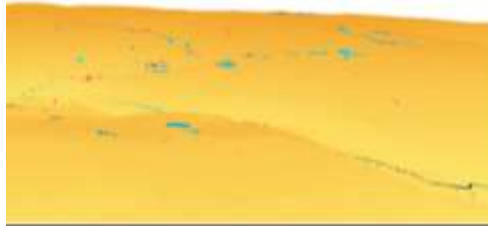
*Рисунок 1. а - Карта плотности вепских населенных пунктов методом «плотности ядер», б - Карта плотности вепского населения методом «плотности ядер»*

Плотность населения может быть представлена в виде «плотности по сетке» [2]. На примере упразднённого Прокушевского сельского совета в Ефимовском районе была показана плотность вепского населения в 1926 г. методом плотности по сетке (рис.2а, б). В основе ее лежит регулярная сетка гексагональной формы с площадью 1 км<sup>2</sup> и сглаженная поверхность. Гексагональная форма лучше вписывается в окружность, обладает большей обтекаемостью и поэтому более чётко передает картографируемый показатель.



*Рисунок 2. а - Карта плотности вепских населенных пунктов методом «плотности по сетке», б - Карта плотности вепского населения методом «плотности по сетке»*

Для визуализации распределения вепских поселений была построена 3D-модель в программе ArcScene, основанная на предварительно прошедшей генерализацию ЦМР (данные Aster GDEM). Генерализация проводилась посредством ручного отбора и обобщения горизонталей, построенных через 25 м. Затем поверхность ЦМР была автоматически сглажена с помощью инструмента Line Statistics в ArcGIS. Объемное представление данных помогает лучше понять распределение не только в пространстве, но и по высоте. Кроме того, оно наглядно представляет влияние близости важных факторов: гидрографии, дорожной сети, и т.п. Территория, населённая вепсами в Ленинградской области, целиком лежит на Вепсовской возвышенности, и объемная модель отражает холмистый характер рельефа (рис.3).



*Рисунок 3. 3D-модель Вепсского края (фрагмент)*

Таким образом, наиболее подходящими методами для картографирования расселения народов из рассматриваемых является «плотность по сетке» и 3D-модель. Причём, важно различать плотность населённых пунктов и плотность населения. От создаваемой поверхности зависит корректность данных сеточной модели, - например, важно учитывать наличие мест, где расселение невозможно. Для создания 3D-модели необходимо предварительно провести генерализацию ЦМР. 3D-модель помогает отобразить этнографические данные в пространстве и по высоте, а также наглядно представить распределение населенных пунктов в зависимости от других факторов.

#### **Литература:**

1. Этноконфессиональный иллюстрированный атлас Ленинградской области / О. М. Фишман, М. Л. Засецкая, Г. А. Исаченко, Л. В. Королькова, О. А. Красникова, А. И. Терюков и др. СПб. : ИД «Инкери», 2017.
2. Тимонин, С.А. Яблоков, В.М. Геоинформационные модели расселения населения и их применение/ С.А. Тимонин, В.М. Яблоков// ArcReview. – 2011. - №3 (58). — Текст: электронный. URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2011/08/06/geoinformation-models-of-settlement/> (дата обращения 10.10.2021)
3. Поиск населенного пункта — Мир путешествий и приключений: [сайт]. – URL : [http://www.outdoors.ru/russiaoutdoors/poisk\\_a.php](http://www.outdoors.ru/russiaoutdoors/poisk_a.php) (дата обращения 24.02.2021)
4. Это место. Старые карты России и мира онлайн: [сайт]. – URL: <http://www.etomesto.ru> (дата обращения 26.02.2021)

# MAPPING OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF VEPSIAN SETTLEMENTS ACCORDING TO THE ALL-UNION CENSUS OF 1926.

A. Rakova

rakova.arina@gmail.com

Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEY WORDS:** spatial distribution of Veps, GIS-based mapping, census 1926

**ANNOTATION.** The experience of mapping according to the census of 1926 is considered. The possibilities of GIS-based mapping for ethnographic research are revealed. Recommendations on the use of the methods of "Kernel Density", "Grid Kernel Density", 3D models are presented.

УДК 528.8.044

## ОПЫТ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ О. ВИЗЕ (КАРСКОЕ МОРЕ) ПО РАДИОЛОКАЦИОННЫМ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ

В.Ю. Ширшова<sup>1,2\*</sup>, Е.А. Балдина<sup>1</sup>

\*vshirshova@geogr.msu.ru

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Российская Федерация, Москва

<sup>2</sup> Научный центр оперативного мониторинга Земли АО «Российские космические системы», Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Арктика, радиолокационное зондирование Земли, интерферометрия, малые арктические острова.

**АННОТАЦИЯ.** Обсуждается проблема картографирования труднодоступных малых арктических островов на примере о. Визе в Карском море. Для определения современного положения береговой линии и характеристик поверхности за основу наряду с базовыми данными – созданными ранее картами и схемами, и физико-географическими описаниями разных лет – привлекались продукты интерферометрической обработки радиолокационных данных. По данным европейского радиолокационного спутника Sentinel-1 была

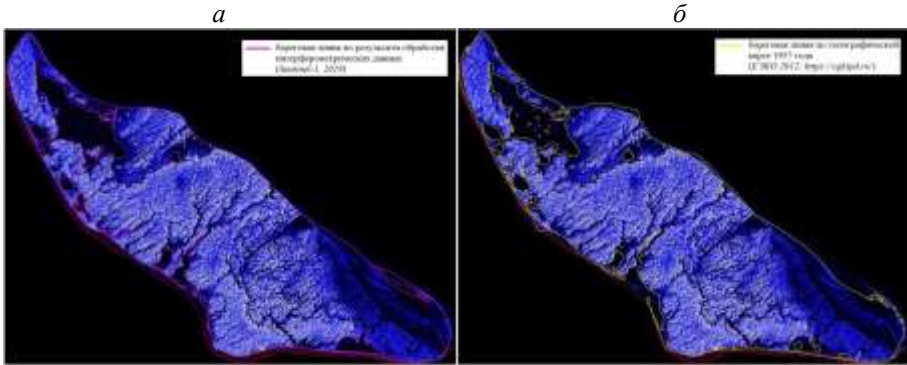
сформирована база мультивременных композитов с когерентностью (МТС) за 2016-2020 гг., позволяющая сделать классификацию по типам земной поверхности и проследить зависимости изменений разных участков поверхности.

В последние годы во многих областях географических наук активно рассматриваются проблемы арктического региона. Если обратиться к картографической информации, то существует несколько значимых многолетних работ по составлению тематических карт и атласов, посвященных непосредственно Арктике [1, 4]. Однако обновленных карт острова Визе не найдено. Существующая топографическая основа Росреестра 2012 – ЕЭКО, как выяснилось в ходе исследования, дублирует информацию топографической карты 1957 г. [5, 6]. Отсутствие актуальных данных объясняется труднодоступностью территорий для полевых исследований и ограниченностью возможностей съёмки в оптическом диапазоне. Именно поэтому обращено внимание на дистанционное зондирование Земли в радиодиапазоне, которое давно применяется для комплекса различных научно-практических задач и обеспечивает всепогодную съёмку.

Радиолокационная съёмка в интерферометрическом режиме позволяет решать спектр задач, связанных с определением просадок земной поверхности и построением высокодетальных ЦМР. Одно из новых направлений применения интерферометрических продуктов – анализ карт когерентности. Этот метод открывает новые возможности для классификации типов земной поверхности [3], а мультивременной композит с когерентностью (МТС) позволяет отслеживать изменения, которые будут различаться для разных типов поверхности. Эта гипотеза легла в основу нашего картографирования острова Визе.

Проведенная обработка массива радиолокационных данных позволила получить береговую линию с высокой степенью точности. По результатам мониторинга сезонной изменчивости острова Визе [2] были получены интерферометрические пары за 2016-2020 гг, где в период лета (конец июля-начало сентября) наблюдалось наиболее свободное ото льда и снега состояние берегов и поверхности острова.

Это позволило картографировать очертание берегов и лагун острова (рис.).



*Рисунок. Остров Визе на мультिवременном композите с когерентностью, созданном по данным КА Sentinel-1: R-амплитуда 08.08.2019, G-20.08.2019, В-когерентность по 08.08.2019 и 20.08.2019.*

*На изображение острова наложены береговые линии а - по результатам обработки интерферометрических данных 2019 года, б - по данным Росреестра (ЕЭКО 2012), которая не отличается от береговой линии на топографической карте середины 1950-х гг.*

На рисунке представлен МТС-композит летнего сезона, где поверхности острова преимущественно синих оттенков. Такие цвета композита характерны для стабильного состояния – отсутствуют резкие перепады температур, выпадение осадков, т.е. наиболее благоприятный период для картографирования. Именно в это время отчетлива видна береговая линия острова и то, как она сильно изменилась за 60 лет: исчезли острова в лагуне и намылась восточная часть острова – коса. Также интерферометрические данные предоставляют возможность для детализированного изучения речной сети, которая подвергается термоэрозионным процессам.

### **Литература**

1. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира = World atlas of ice resources / Рос. акад. наук, Ин-т географии РАН; [В.М. Котляков и др. Редкол.: отв. ред. акад. В.М. Котляков и др.]. – М.: Ин-т географии РАН; НП «Картография», 1997

2. Ширшова, В.Ю., Балдина, Е.А. Применение МТС для изучения сезонной изменчивости поверхности о. Визе // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. - 2021. – Т. 18. - № 4. – С. 79–91
3. Vicente-Guijalba, F., Jacob, A., Lopez-Sanchez, J.M., Lopez-Martinez, C., Duro, J., Notarnicola, C., Ziolkowski, D., Mestre-Quereda, A., Pottier E., Mallorquí, J.J., Lavalle, M., Engdahl, M. Sincohmap (2018): Land-cover and vegetation mapping using multi-temporal Sentinel-1 interferometric coherence // 2018 IEEE Intern. Geoscience and Remote Sensing Symp. (IGARSS). - 2018. – P. 6631–6634.
4. Sharov, A. I. Online Atlas of Glacier Fluctuations in the Eurasian High Arctic. - 2012. – URL: <http://dib.joanneum.at/maires/index.php?page=atlas>
5. ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД» [Электронный ресурс]. – URL: <https://cgkipd.ru/>
6. Топографическая карта 1:200 000. Д-80 VI-57.

## EXPERIENCE OF MAPPING VISE ISLAND (KARA SEA) USING RADAR INTERFEROMETRIC DATA

V. Shirshova<sup>1,2\*</sup>, E. Baldina<sup>1</sup>

\*vshirshova.msu@yandex.ru

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Russian Federation, Moscow

<sup>2</sup> Research Center for Earth Operative Monitoring, Russian Federation, Moscow

**KEYWORDS:** Arctic, Earth radar remote sensing, interferometry, small Arctic islands.

**ANNOTATION.** The problem at issue is the mapping of hard-to-reach territories of the Arctic islands using the example of Vise Island in the Kara Sea. In order to determine the current position of the coastline and surface characteristics we used the products of interferometric processing of radar data, along with the basic data such as previously created maps and schemes, and physical and geographical descriptions of different years. According to the data provided by the European radar satellite Sentinel-1, there was created a database of multi-temporal composites with coherence (MTC) for the period of 2016-2020, which made it possible to classify



different types of arctic surface and study the change dependencies of various surfaces.

УДК 528.88

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЕБ-ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ  
ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ  
ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИЙ  
ВЕДЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

М.Р. Пономаренко  
pnmry@yandex.ru

Санкт-Петербургский горный университет, Российская  
Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** деформационный мониторинг, открытая разработка месторождений, геоинформационные системы, веб-картография

**АННОТАЦИЯ.** Представлены возможности визуализации данных деформационного мониторинга земной поверхности и сооружений, расположенных в зоне ведения открытых горных работ, с применением геоинформационных и веб-технологий.

Разработка месторождений открытым способом способствует возникновению деформаций земной поверхности и горнотехнических сооружений, мониторинг которых необходим для обеспечения безопасности ведения работ и защиты природных и природно-технологических объектов (ПТОО) от вредного влияния горного производства. На сегодняшний день систематические наблюдения деформаций выполняются с использованием широкого спектра маркшейдерско-геодезических методов, обеспечивающих получение высокоточных площадных данных на территорию месторождений в оперативном режиме [1]. Так, активное развитие получило дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса: разработаны новые технологии съёмки (в частности – метод космической радарной интерферометрии [2, 3]), повысилась точность проводимых измерений (как оптических, так и радиолокационных), увеличилось количество космических аппаратов (в том числе – спутников, данные с которых находятся в открытом доступе). Использование ДЗЗ из космоса и

других площадных методов наблюдений (аэрофотосъемки с БПЛА, лазерного сканирования, роботизированных систем наземного маркшейдерского мониторинга) приводит к значительному увеличению объема доступных данных на территорию. Кроме того, при выполнении деформационного мониторинга земной поверхности и сооружений в составе комплексного мониторинга состояния горнотехнических объектов появляется необходимость анализа результатов инженерно-геологических и иных видов наблюдений [4]. В этой связи, особенно актуальной становится задача доведения полученных измерений до конечных пользователей. Сегодня она всё чаще решается с использованием веб-технологий: известны примеры не только визуализации отдельных видов мониторинговых данных в веб [5], но и создания полнофункциональных систем мониторинга и прогнозирования ППТО, в которых данные измерений, результаты моделирования и иные материалы визуализируются в едином веб-интерфейсе [6, 7, 8].

Для апробации возможностей веб-ГИС технологий использованы данные комплексного деформационного мониторинга Хибинских месторождений: результаты применения космической радарной интерферометрии, а также материалы наземных визуальных и инструментальных наблюдений [1, 3]. Представлена методика применения геоинформационных и веб-технологий для интеграции указанных материалов: описывается процесс подготовки пространственных данных, приведены примеры визуализации результатов деформационного мониторинга зоны ведения открытых горных работ на базе веб-платформы, рассматриваются возможности комплексного анализа деформационных процессов на основе разнородных данных, поднимаются вопросы дальнейшего совершенствования применяемых технологий для создания систем комплексного онлайн мониторинга состояния горнотехнических объектов.

### **Литература**

1. Ponomarenko M. R., Kutepov Yu. I. Using the typification of mining-engineering facilities to substantiate deformation monitoring of opencast mining // Известия УГГУ. — 2020. — № 4. — С. 115 – 122.

2. Кантемиров Ю. И. и др. Контроль деформаций зданий и сооружений на застроенных территориях в пределах горных отводов месторождений нефти и газа в условиях Крайнего Севера // Записки Горного института — 2010. — № 185. — С. 247 – 249.

3. Цирель С.В., Таратинский Г.М., Пономаренко М.Р., Кантемиров Ю.И. Опыт организации мониторинга деформаций земной поверхности в зоне ведения горных работ на предприятиях АО «Апатит» (Мурманская область) с применением метода космической радарной интерферометрии // Маркшейдерский вестник. - 2017. - № 5 (120). - С. 57-63.

4. Кутепов Ю.И., Кутепова Н.А., Васильева А.Д. Обоснование устойчивости внешних отвалов Кузбасса и мониторинг их состояния // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2019. - № 4. - С. 109-120.

5. Пиманов И.Ю. Обеспечение доступа к данным дистанционного зондирования Земли из космоса при мониторинге и управлении развитием территорий // Информатизация и связь. - 2019. - № 3. - С. 112-116.

6. Зеленцов В.А. и др. Модельно-ориентированная система оперативного прогнозирования речных наводнений // Вестник Российской академии наук. 2019. - Т. 89. - № 8. - С. 831-843.

7. Зеленцов В.А., Потрясаев С.А., Пиманов И.Ю., Семенов А.Е. Принципы построения и примеры реализации информационной системы принятия управленческих решений обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственного производства // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. - 2019. - № 1 (98). - С. 6-17.

8. Zelentsov V., Potryasaev S., Pimanov I., Semenov A. Intellectual information platform bringing together diverse data and models for the interdisciplinary projects implementation and environmental management // IOP Conf. Series: Earth Environmental Sci., 2020, Vol. 509. 012061.

# APPLICATION OF WEB GIS TECHNOLOGIES FOR VISUALIZATION AND ANALYSIS OF OPEN PIT DEFORMATION MONITORING DATA

M. Ponomarenko

\*pnmry@yandex.ru

Saint Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint  
Petersburg

**KEYWORDS:** deformation monitoring, open pit mining, geoinformation systems, web cartography

**ANNOTATION.** The paper presents the possibilities of visualizing the results of deformation monitoring of the earth surface and structures located in the area of open pit mining on the basis of geoinformation and web technologies.

УДК 528

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТОЧНЫХ (ГРИДОВЫХ) СИСТЕМ

А.А. Шурыгина<sup>1\*</sup>, Т.Е. Самсонов<sup>1</sup>

\*shurygina.asp@geogr.msu.ru

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Российская Федерация, Москва

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** дискретные глобальные сеточные системы, DGGS, модель пространственных данных, программные библиотеки

**АННОТАЦИЯ.** Обзор дискретных глобальных сеточных систем как недавно стандартизированных моделей представления пространственных данных, современных технических возможностей работы с ними.

Дискретная глобальная сеточная (гридовая) система, ДГСС или ДГГС (Discrete Global Grid System, DGGS) — это система указания местоположения (reference system) для пространственных данных, использующая иерархическое замощение поверхности Земли фигурами равной площади и формы в пределах одного уровня детализации [1].

Пространственная информация нередко представляется в границах заданной территории: единицы административно-территориального деления, речного бассейна, городского квартала и т.п. Это приводит к проблеме изменяемых площадных единиц (Modifiable Areal Unit Problem, MAUP), которая заключается в искажении результатов статистической обработки данных из-за неравенства формы и площади пространственных единиц, к которым они относятся [2]. Для её решения возможно использовать дискретную регулярную сетку с ячейками равной формы и площади. Если же на одну территорию получено несколько сеток разного разрешения и есть способ упорядочить их по возрастанию разрешения так, чтобы было однозначное соответствие между ячейками соседних разрешений, то получим иерархическую систему сеток по типу квадродерева. Наконец, такую систему можно ввести на всей поверхности Земли.

ДГСС привлекает внимание исследователей, занимающихся концепцией Цифровой Земли (Digital Earth) из-за её возможности хранить глобальные данные, интегрировать разнородные векторные и растровые пространственные данные, параллельно обрабатывать большие пространственными данные [3, 4, 5].

Дискретные глобальные сеточные системы имеют конечное число разновидностей, определяемых набором базовых параметров [6]:

1. базовый правильный многогранник;
2. ориентация многогранника в теле Земли;
3. способ разбиения граней многогранника на ячейки;
4. метод трансформирования, переноса этого разбиения на гранях на поверхность сферы или эллипсоида вращения.

Первоначально сетки создавались на основе географической системы координат: границы проводились через равное число градусов, а затем шаг сетки локально изменялся, чтобы сделать разбиение максимально равновеликим в ущерб неравенства формы. В результате сравнения разных вариантов создания равновеликих замощений сферы, было доказано [7], что наименьших искажений можно добиться, используя обратную проекцию на сферу или эллипсоид вращения одного из Платоновых тел — правильных многогранников. Наибольшей популярностью пользуется икосаэдр,

так как у него максимальное число граней, которые представляют собой 20 равносторонних треугольников.

По-разному размещая многогранник внутри модели Земли, можно управлять распределением величины искажений на её поверхности. Метод переноса поверхности многогранника на сферу или эллипсоид также влияет на характер искажений. Наиболее часто для такой цели используются равновеликие многогранные проекции Снайдера [8].

Визуальное отличие ДГСС проявляется в выборе фигуры для замощения граней многогранника. Может быть использован треугольник, квадрат, ромб (объединение двух равносторонних треугольников) или шестиугольник. Каждый вариант имеет свои преимущества и недостатки. Так, гексагон — самая компактная фигура из перечисленных и имеет одинаковый тип соседства со смежными ячейками, только по ребру, в то время как другие фигуры имеют ещё соседей по вершине. С другой стороны, шестиугольник нельзя замостить без перекрытий другими шестиугольниками. И в таком случае меньшие по площади ячейки размещаются центрами в вершинах ячеек предыдущего разрешения (получаем разбиение совокупно на 3 ячейки), или в центрах их рёбер (получаем разбиение на 4 ячейки) или более крупные ячейки распадаются на 7 частей, повернутых относительно границ ячейки-родителя.

Повсеместное внедрение ДГСС пока не происходит в первую очередь из-за отсутствия методической базы их применения в геоинформационном анализе [9]. До выхода стандарта ОГС 2017 г. большая часть работ, связанных с глобальными сетями, была посвящена их геометрическим или геодезическим особенностям, поиску сетей с конфигурациями, которые бы максимально удовлетворяли критериям ДГСС М. Ф. Гудчайлда и Дж. Кимерлинга [6]. Авторы изучали искажения объектов при выборе различных Платоновых тел, обосновывали положение тела относительно сферы. Значительная часть работ касается разработки алгоритмов индексации. Они необходимы для согласования иерархических уровней и влияют на скорость выполнения любых операций, потому что операция — это обращение к ячейкам, поиск соседей, которые связаны с индексами единиц дискретизации [10]. Иерархическое свойство ДГСС применялось как средство генерализации [11]

Подобные математические исследования ДГСС не теряют актуальности, появляются новые темы, связанные с введением дополнительного измерения — высоты, с возможностью сделать каждый иерархический уровень объёмным. Поднимаются вопросы визуализации пространственных данных на ячеистых структурах.

Технология дискретных глобальных сетевых систем реализована в ряде программных библиотек, многие из которых доступны на нескольких языках программирования. Кроме создания ДГСС различных свойств, квантования и индексации данных, в них нередко доступны функции пересечения, пространственного запроса, поиска соседей (табл. 1).

*Таблица 1. Программные библиотеки, работающие с дискретными глобальными сетевыми системами*

<b>Библиотека</b>	<b>Базовый многогранник</b>	<b>Фигура замощения</b>
SCENZ-Grid	куб	квадрат, треугольник
OPEN DataCube	куб	квадрат
DGGRID	икосаэдр	шестиугольник, ромб, треугольник
PYXIS WorldView	икосаэдр	шестиугольник
HLQT	икосаэдр	шестиугольник
Uber H3	икосаэдр	шестиугольник
OpenEAGGR	икосаэдр	шестиугольник, треугольник
S2Geometry	куб	квадрат

Открытый консорциум по пространственным данным (Open Geospatial Consortium, OGC) в 2017 г. опубликовал спецификацию [1], закрепляющую определение ДГСС в виде 18-ти критериев, которым они должны удовлетворять. Кроме базовых характеристик,

рассмотренных выше, это квантование — пересчёт пространственной составляющей данных других моделей в координаты ячеек ДГСС (запись данных в ячейки); наличие инструментов определения топологических отношений ячеек; интероперабельность — возможность взаимодействия с внешними системами, например, базами данных; наличие операций пространственного анализа и запросов.

Нами было проведено исследование существующих программных библиотек (*Таблица*) с целью определить их возможности создавать ДГСС с заданными спецификацией OGC свойствами, выявить технические особенности их использования и наличие инструментов геоинформационного анализа и визуализации пространственных данных.

Был сделан вывод о том, что ни одна библиотека полностью не удовлетворяет критериям стандарта. Наибольшее число функций пространственного анализа предоставляют программные решения OpenEAGGR и PYXIS WorldView, однако это лишь базовые операции пространственного пересечения и определения топологических отношений. Наибольшую скорость работы с данными показала библиотека H3 от компании Uber. Исходно библиотеки написаны на языке программирования C++, но многие имеют дополнительные реализации на языках Python, R и других.

Рассмотренные программные средства по-разному реализуют дискретные глобальные сеточные системы, что даёт возможность исследовать основные типы ДГСС и расширять библиотеки, добавляя в них инструменты геоинформационного анализа данных.

### **Литература**

1. Purss, M., Gibb, R., Samavat, F., Peterson, P., Rogers, J., Ben, J. Dow, C. (2017). Topic 21: Discrete Global Grid Systems Abstract Specification // Open Geospatial Consortium: Wayland, MA, USA. – 2017.
2. Buzzelli, M. (2020). Modifiable areal unit problem // International Encyclopedia of Human Geography. - 2020. – С. 169
3. Goodchild, M. F. (2020). Discrete global grids for digital earth // International Conference on Discrete Global Grids. – California: Santa Barbara, 2000. – С. 26-28.



4. Mahdavi-Amiri, A., Alderson, T., Samavati, F. (2015). A survey of digital earth // *Computers & Graphics*. - 2015. – T. 53. – C. 95-117
5. Yao, X., Li, G. (2018). Big spatial vector data management: a review // *Big Earth Data*. - 2018. – T. 2. № 1. – C. 108-129
6. Sahr, K., White, D., Kimerling, A. J. (2003). Geodesic discrete global grid systems // *Cartography and Geographic Information Science*. - 2003. – T. 30. № 2. – C. 121-134
7. White, D. et al. (1998). Comparing area and shape distortion on polyhedral-based recursive partitions of the sphere // *International Journal of Geographical Information Science*. - 1998. – T. 12. № 8. – C. 805-827
8. Snyder, J. P. (1992). An equal-area map projection for polyhedral globes // *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*. - 1992. – T. 29. № 1. – C. 10-21
9. Li, M., Stefanakis, E. (2020). Geospatial Operations of Discrete Global Grid Systems—a Comparison with Traditional GIS // *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*. - 2020. – T. 4. № 2. – C. 1-21
10. Li, M., McGrath, H., Stefanakis, E. (2021). Integration of heterogeneous terrain data into Discrete Global Grid Systems // *Cartography and Geographic Information Science*. - 2021. – C. 1-19
11. Dutton, G. H. (1999). A Hierarchical Coordinate System for Geoprocessing and Cartography. - 1999.

## **MODERN TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF USING DISCRETE GLOBAL GRID SYSTEMS (DGGS)**

A. Shurygina<sup>1\*</sup>, T. Samsonov<sup>1</sup>

\* shurygina.asp@geogr.msu.ru

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University

**KEYWORDS:** discrete global grid systems, DGGS, geospatial data framework, geospatial programming libraries

**ANNOTATION.** An overview of discrete global grid systems as recently standardized models for representing spatial data and modern technical capabilities of working with them.

УДК 528.946, 614.444, 681.518.2

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СОЦИАЛЬНО  
ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ:  
РЕШЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

И.С. Кузнецов<sup>1\*</sup>, Е.А. Паниди<sup>1</sup>, В.Г. Коровка<sup>2</sup>, Б.В. Галкин<sup>2</sup>, Д.В.  
Воронов<sup>3</sup>

\*ilya.kuznetsov.ilya@gmail.com

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Российская  
Федерация, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский Научно-исследовательский институт  
Фтизиопульмонологии, Россия, Санкт-Петербург

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский городской противотуберкулёзный диспансер,  
Россия, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** пространственный мониторинг,  
медицинская картография, QGIS, социально-значимые заболевания.

**АННОТАЦИЯ.** Суммируется полученный опыт в сфере  
картографирования медицинской информации о социально-значимых  
заболеваниях. Рассмотрены промежуточные результаты проводимых  
работ.

Применение геоинформационных систем (ГИС) является неотъемлемой частью любого исследования, посвящённого оценке, мониторингу и степени распространения заболеваний на конкретной территории. Социально значимые заболевания так же являются предметом изучения огромного числа специалистов. Ключевые особенности таких заболеваний – способность к широкому распространению и значительная степень зависимости от социально-экономических условий [1]. Перечень социально значимых заболеваний определяется постановлением Правительства РФ №715. В настоящий момент, этот перечень включает в себя такие заболевания как туберкулёз, ВИЧ, Гепатиты В и С, сердечно-сосудистые заболевания и пр. [2]. В настоящее время вопрос борьбы с социально-опасными заболеваниями стоит достаточно остро, и Российская Федерация не является исключением. Например, по данным Федерального научно-методического центра по профилактике

и борьбе со СПИДом в 2019 году в Российской Федерации насчитывается около 1 326 239 человек, зараженных ВИЧ-инфекцией [3].

В 2018 году Научно-исследовательский институт Фтизиопульмонологии утвердил программу «Инновационные технологии работы в очагах туберкулёзной инфекции». Одной из её задач стало применение ГИС для мониторинга и оценки развития социально значимых заболеваний, сопутствующих туберкулёзной инфекции. В том же году начался активный сбор информации у профильных организаций. Дело в том, что получение информации на разных этапах исследования (в т.ч до настоящего времени) было затруднено отсутствием чёткого целеполагания. Задачи формировались на основе уже собранных данных, которые могли отличаться исходя из предоставленных той или иной организации данных. Именно поэтому в данном материале уделяется особое внимание эволюции целеполагания использования ГИС в рамках поставленной задачи.

Первоначально, в конце 2018, были получены данные от противотуберкулёзного диспансера №12 (Адмиралтейский район). Они включали в себя адреса пациентов, больных туберкулёзом. Данные о ВИЧ инфекции предоставил СПб «Центр СПИД». Данные представляли собой таблицы формата Excel, в которых хранилась информация за последние 20 лет (1999-2019 годы). Цель сбора информации на тот момент заключалась в следующем: необходимо было оценить степень распространённости заболеваний, выделить наиболее опасные территории с высоким числом больных. По итогу был создан ГИС проект на базе QGIS, а также ряд тематических карт. При помощи модуля Time Manager был проведен ретроспективный анализ туберкулёза и ВИЧ. По результатам работ были сделаны следующие выводы:

1. Сбор информации о социальных заболеваниях свыше 5-летнего временного периода нецелесообразен. Данные за больший срок требуют повышенных затрат на обработку, а релевантность получаемых результатов невелика, поскольку эпидемическая ситуация сильно меняется через 2-3 года;

2. Объединение данных по ВИЧ и туберкулёзу позволила выявить неблагополучные с точки зрения эпидемиологии территории;

3. При проведении исследований с туберкулёзом необходимо включать данные о положительных (гиперергических) реакциях диаскинтестов детей с целью выявления скрытых очагов туберкулёзной инфекции.

При проведении последующих работ в Приморском и Петроградском районах Санкт-Петербурга были учтены полученные результаты исследования Адмиралтейского района. Цель и методы исследования для данной территории не изменились. Данные по туберкулёзу и ВИЧ были укорочены и собирались только за 10 лет (в виду того, что имелась готовая база данных по ВИЧ за данный промежуток). Так же данные были частично дополнены информацией о диаскинтестах детей. Проведенный ретроспективный анализ позволил отследить появление туберкулёза в жилом комплексе Юнтолово и предупредить развитие заболевания на данной территории. В Петроградском районе для домов, в которых наблюдались пациенты, были получены данные о количестве жильцов, числе квартир. В результате при обработке данных Приморского и Петроградского районов были сделаны следующие промежуточные выводы:

1. На практике установлено, что результаты диаскинтестов не позволяют определять скрытые очаги туберкулёза. Данное утверждение было дополнительно проверено в дальнейшем;

2. Получение относительных показателей заболеваемости благодаря сбору информации о жильцах и числе квартир позволило отойти от абсолютных показателей и производить оценку в показателях, закреплённых в нормативных документах.

Расширение области исследования, в частности получение поддержки со стороны СПб ГБУЗ ГПТД позволило наполнить ГИС геоинформационными слоями с административной информацией в Московском районе Санкт-Петербурге. К такой информации можно отнести терапевтические и фтизиатрические врачебные участки, административное и муниципальное деление района. Благодаря этому получилось перейти на качественно иной уровень внутриведомственного взаимодействия. К тому же, для

подтверждения гипотезы формирования в зона с большим числом положительных диаскитестов именно в Московском районе была впервые опробована технология 3D визуализации пространственных данных в отдельных домах. Это позволило перейти с уровня отдельных домов на уровень этажей и квартир. В итоге установлено, что:

1. Сбор административной информации должен стать составной обязательной частью обработки пространственных данных социально значимых заболеваний.

2. Применение технологий 3D визуализации пространственных данных существенно расширяет представление о протекающих процессах непосредственно в очаге заболевания и позволяют персонализировать проблему.

В настоящее время ведется дальнейшее формирование новых баз данных. Обобщённый опыт позволят быстрее отбирать информацию, конкретизировать и уточнять выводы, получаемые в ходе работ. Предполагается, что в скором времени удастся получить больше информации о пациентах с другими социально значимыми заболеваниями, таких как диабет, алкоголизм, а также ряд заболеваний, передающихся половым путём. Продолжается совершенствование и технологий обработки и визуализации данных: в след за разработками, позволяющими геокодировать информацию, ведётся проект по созданию отдельного картографического модуля на базе одной из медицинских информационных систем, представленных на рынке.

### **Литература**

1. Социально значимые заболевания. Эпидемиология и профилактика инфекционных заболеваний: туберкулез, ВИЧ-инфекция, вирусные гепатиты В, С: Учебное пособие / Т. А. Баянова, А. Д. Ботвинкин, Н. Ю. Куприянова. - Иркутск, 2015. - 5 с.

2. Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2004 г. N 715 «Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и перечня заболеваний, представляющих опасность для окружающих» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант». – URL : <https://base.garant.ru/12137881/> (дата обращения 27.09.2021)

3. Федеральный научно-методический центр по профилактике и борьбе со СПИДом. [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.hivrussia.ru> (дата обращения 27.09.2021)

### **THE USE OF GIS IN THE STUDY OF SOCIALLY SIGNIFICANT DISEASES IN ST. PETERSBURG: SOLUTIONS AND RECOMMENDATIONS**

I. Kuznetsov <sup>1\*</sup>, E. Panidi <sup>1</sup>, V. Korovka <sup>2</sup>, B. Galkin <sup>2</sup>, D. Voronov <sup>3</sup>  
\*ilya.kuznetsov.ilya@gmail.com

<sup>1</sup> Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg

<sup>2</sup> St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, Russia, St. Petersburg

<sup>3</sup> St. Petersburg City Tuberculosis Dispensary, Russia, St. Petersburg

**KEYWORDS:** spatial monitoring, medical cartography, QGIS, socially significant diseases.

**ANNOTATION.** The experience gained in the field of mapping medical information about socially significant diseases is summarized. The intermediate results of the work carried out are considered.

УДК 332.74

**КАДАСТРОВАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ: НЕДОСТАТКИ И  
НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

Д.В. Баранова<sup>1\*</sup>, Е.Л. Уварова<sup>1</sup>

\*evbaranova2010@yandex.ru

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,  
Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** кадастровая оценка земель, земли сельскохозяйственного назначения, недостатки кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, метод квалиметрического моделирования.

**АННОТАЦИЯ.** Анализ результатов проведения кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения на примере Новгородской и Ленинградской областей, использовавших различные подходы и методы к оценке, дал основания выявить основные недостатки закреплённой законодательно методики. С целью совершенствования проведения такой оценки в условиях неразвитости земельного рынка Российской Федерации предложен метод квалиметрического моделирования, который позволяет сделать кадастровую стоимость эффективной, отражающей зависимость стоимости земли от ее качества с учётом рыночной ситуации.

В настоящее время, в условиях формирования государственной политики, направленной на импортозамещение, достаточно остро стоит проблема рационального и эффективного использования сельскохозяйственных земель, выполняющих роль не только базиса для обеспечения продовольственной безопасности государства, но и гаранта устойчивого развития его отдельных регионов. В связи с этим огромную роль выполняет кадастровая оценка таких земель, которая является одним из механизмов устойчивого развития регионов, т.к. способна создавать стимулы для ведения сельскохозяйственного производства и вовлечения земель в хозяйственный оборот [1].

Однако согласно исследованиям научного сообщества, а именно таких ученых как П.М. Сапожников, Г.А. Ефимова, В.А. Павлова, М.П. Демина и др., а также росту недоверия граждан к системе кадастровой оценки (по данным Росреестра количество споров об оспаривании кадастровой стоимости за последние 5 лет увеличилось на 30%), можно сделать вывод, что в сфере кадастровой оценки сформировалось множество проблем, препятствующих получению достоверной, эффективной кадастровой стоимости земель. К таким проблемам относятся следующие:

- слепое копирование отдельных положений международного опыта, который невозможно использовать в нашей стране из-за неустойчивости рынка;
- сложности на этапе организации работ;
- нехватка бюджетных средств в субъектах, проведения необходимых обследований и изысканий для повышения качества оценки;
- отсутствие согласования методических рекомендаций с Министерством сельского хозяйства Российской Федерации;
- использование преимущественно доходного подхода;
- отсутствие учета климатических показателей при расчетах кадастровой стоимости земель;
- отсутствие учета вредоносного влияния обременений на кадастровую стоимость участков;
- устаревание исходных данных.

При этом с целью решения части проблем государство стремится усовершенствовать проведение кадастровой оценки земель, в связи с этим с 2017 г. полномочия по её проведению возложены на государственные бюджетные учреждения, а ответственность за результаты оценки несёт лично генеральный директор такого учреждения. Таким образом, государство стремится решить проблему через организацию работ. Однако необходимо комплексное решение проблем, которые в настоящее время сформировались в сфере кадастровой оценки земель. Единичные попытки их решения не приведут к эффективному результату и формированию надежной системы кадастровой оценки.



Согласно ФЗ № 237 «О государственной кадастровой оценке» от 03.07.2016 г. (ст. 14) кадастровая стоимость всех земель РФ определяется по единой методике без привязки к распределению по целевому назначению, что на наш взгляд, с одной стороны способно повысить качество определения кадастровой стоимости и обеспечить единообразие её определения, но с другой стороны, согласно данной методике ГБУ вправе самостоятельно выбирать подход и метод оценки, что ведёт к несопоставимости результатов в различных субъектах. Так различия в подходах к определению кадастровой стоимости заключаются в следующем:

- затратный подход не учитывает уровень плодородия почв, поэтому часто стоимость худших почв оказывается выше более плодородных;

- сравнительный подход, в рамках которого заложены утверждённые законодательно методы, требует наличия достоверной информации о ценах совершенных сделок с подобными участками, однако, такая информация в РФ отсутствует, что для земель сельскохозяйственного назначения может складываться достаточно негативно.

В то же время исторически к оценке земель данной категории применяется доходный подход и метод капитализации, который позволяет отразить размеры земельной ренты [2]. Ведение сельскохозяйственного производства подразумевает получение максимальных размеров урожая отдельных культур при минимизации издержек производства. Применение доходного подхода обосновано и тем, что сельскохозяйственные угодья практически не являются объектами купли-продажи, угодья свободны от застройки, в связи с этим неприемлемым считается применение затратного и сравнительного подходов.

Рассмотрим последствия выбора различных подходов более подробно. На территории Российской Федерации в 2019-2020 гг. большинство регионов провело кадастровую оценку земель сельскохозяйственного назначения.

Так, например, кадастровая оценка сегмента «Сельскохозяйственное использование» в Новгородской области произведена посредством применения сравнительного подхода,

методом сравнения продаж. При расчетах кадастровой стоимости данным методом использовалось минимальное количество объектов аналогов (3), при этом по данным объектам учитывались только указанные в объявлениях характеристики, без учета качественных характеристик, которые для земель сельскохозяйственного назначения играют огромную роль. Количество корректировок в цены на объекты аналоги также было минимальным и учитывало в основном различия в правах, местоположении и площади. В тоже время, источником значений данных поправок являлись сайты аналитических агентств, либо «Справочник оценщика недвижимости», который не содержит расчета достоверности экспертных оценок. В связи с этим, в результате расчета кадастровой стоимости методом сравнения продаж, минимальный удельный показатель кадастровой стоимости земель сегмента «Сельскохозяйственное использование» в Новгородской области составил 2,05 руб./кв.м, что практически в 2 раза больше, чем аналогичный показатель по Ленинградской области, которая является лидером в агропромышленном секторе и наиболее развитым в экономическом отношении регионом на Северо-Западе (в Ленинградской области оценка проведена исторически устоявшимся методом капитализации земельной ренты в рамках доходного подхода). В то же время по Новгородской области удельный показатель кадастровой стоимости варьируется от 2,05 до 7350 руб./кв.м, что не соответствует природно-климатическим, экономическим условиям региона, так как в регионе не наблюдается существенных отличий по данным условиям. При этом Новгородская область не является четко специализирующимся на сельском хозяйстве и активно развивающимся в сфере АПК регионом, а также в субъекте наблюдается отток населения, ежегодное сокращение земель сельскохозяйственного назначения, отсутствует сформированный рынок земель данной категории, то утвержденные Правительством Новгородской области результаты кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, на наш взгляд, являются необоснованными и недостоверными.

В связи с этим можно сделать вывод, что метод сравнения продаж не учитывает потенциальные возможности сельскохозяйственных земель, влияние климатических показателей на ведение

сельскохозяйственного производства и в целом взаимное влияние ценообразующих факторов.

На территории Ленинградской области в 2019 г. ГБУ «ЛенКадОценка» произвело кадастровую оценку земель сельскохозяйственного назначения. Удельные показатели кадастровой стоимости для данной категории земель варьируются от 2,00 до 200 руб./кв.м, что также не соответствует соотношению природно-климатических и экономических условий региона. При проведении оценки доходным подходом также не учитывается вредоносное влияние обременений, а агроклиматическое зонирование, на наш взгляд, является слишком укрупненным, так как районы объединены всего в 3 агроклиматические зоны.

На наш взгляд, необходимы новые методы оценки, например метод квалиметрического моделирования, который применяется в условиях неразвитости земельного рынка, в тех случаях, когда отсутствует возможность подбора объектов аналогов, что характерно для земельных отношений в Российской Федерации.

Квалиметрический метод подразумевает количественную оценку качественных характеристик объекта. С целью реализации данного метода нами разработано «дерево» факторов различного уровня, которые внедрены в модель оценки, посредством экспертной оценки определён вес влияния каждого фактора на конечную стоимость сельскохозяйственных земель.

В таблице представлен сравнительный анализ результатов кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в Новгородской и Ленинградской областях (Выборгский район), а также результаты апробации метода квалиметрического моделирования на территории Выборгского района Ленинградской области. Для сравнения результатов кадастровой оценки по Новгородской области выбрана группа участков в Новгородском районе, так как район близко расположен к Ленинградской области и г. Санкт-Петербургу, что оказывает значительное влияние на его инвестиционную привлекательность, в том числе связанную с сельским хозяйством. В данном районе за последние 3 года совершено самое большое количество сделок с земельными участками рассматриваемой категории – 12 шт. При этом общее количество участков, отнесенных

к землям сельскохозяйственного назначения в районе более 89 тыс., что на наш взгляд, уже подтверждает отсутствие развитого и сформированного рынка земель в районе, и необоснованность выбора подхода и метода оценки.

*Таблица. Сравнительный анализ результатов кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения*

Критерии для сравнения	Сравнительный подход, метод сравнения продаж (Новгородская область, Новгородский район)	Доходный подход, метод капитализации земельной ренты (Ленинградская область, Выборгский район)	В результате применения квалиметрического подхода (Ленинградская область, Выборгский район)	
	Отражение реальной рыночной ситуации в стоимости	Частично присутствует	Отсутствует	Присутствует
	Учет влияния климатических условий на конечную кадастровую стоимость	Отсутствует	Частично присутствует	Присутствует
	Учет влияния обременений при проведении оценки	Отсутствует	Отсутствует	Присутствует
	Значение удельного показателя кадастровой стоимости	От 2,85 до 36,75 руб./кв. м (разница более чем в 10 раз)	от 2,71 до 4,84 руб./кв. м (разница почти в 2 раза)	от 15,44 до 20,28 руб./кв. м
	Количество вариаций удельного показателя кадастровой	10	5	16
	Суммарная кадастровая стоимость группы участков	356004 руб.	4603707,74 руб.	23029826,26 руб. (+ 18426118,52 руб.)

Можно сделать вывод, что применение квалиметрического метода при оценке земель сельскохозяйственного назначения является не только возможным, но в то же время позволяет сделать кадастровую стоимость эффективной, отражающей зависимость стоимости земли от ее качества с учетом рыночной ситуации. Данный метод позволяет получить кадастровую стоимость в размере рыночной, что законодательно заложено в систему кадастровой оценки земель (ст.22.1 ФЗ №237 «О государственной кадастровой оценке»).

### **Литература**

1. Гарманов, В.В., Шишов, Д.А., Сулин, М.А., Заварин, Б.В., Павлова, В.А., Глейзер, В.И. и др. Управление сельскохозяйственным землепользованием. Прикладные аспекты. Часть 2. – СПб : Изд-во СПбГАУ, 2021. – 228 с.

2. Павлова, В.А., Шишов, Д.А. Оценка земельных ресурсов в Российской Федерации (методологический аспект) // Известия Международной академии аграрного образования. - 2018. – № 38. – С. 98-102

## **CADASTRAL LAND ASSESSMENT: SHORTCOMINGS AND AREAS OF IMPROVEMENT**

D.V. Baranova<sup>1\*</sup>, E.L. Uvarova<sup>1</sup>

\*evbaranova2010@yandex.ru

<sup>1</sup>Saint Petersburg State Agrarian University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** cadastral valuation of land, agricultural land, disadvantages of cadastral valuation of agricultural land., the method of qualimetric modeling

**ANNOTATION.** Based on analysis of the results of the cadastral assessment of agricultural land on the example of the Novgorod and Leningrad regions, which used different approaches and methods for assessment, the main shortcomings of the legally established methodology are revealed. In order to improve such an assessment in the conditions of underdevelopment of the land market of the Russian Federation, a method of qualimetric modeling is proposed, which allows making the cadastral value effective, reflecting the dependence of the value of land on its quality, taking into account the market situation.

УДК 349.41

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОТНОШЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ К ОБРАЗОВАНИЮ И ПРАКТИЧЕСКОМУ ОПЫТУ КАДАСТРОВЫХ ИНЖЕНЕРОВ**

А.М. Рыбкина

Alina\_rybkina@mail.ru

Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** кадастровый инженер, стажировка, саморегулируемая организация, образование.

**АННОТАЦИЯ.** Работа посвящена вопросам правового регулирования кадастровой деятельности в отношении требований к образованию и практическому опыту кадастровых инженеров. Основная часть посвящена анализу нормативно-правовой базы, а

также разработке предложений по нивелированию условий для претендентов на вступление в саморегулируемую организацию кадастровых инженеров для дальнейшего осуществления профессиональной деятельности.

В настоящее время в области кадастровых отношений действуют требования к кадастровым инженерам в части необходимости прохождения двухлетней стажировки на предприятии после получения высшего образования по специальности или направлению из перечня, утвержденного Министерством экономического развития России, или иного высшего образования и дополнительного профессионального образования по программе профессиональной переподготовки в области кадастровых отношений.

Из требований ст.29 Федерального закона № 221-ФЗ [1] следует, что для начала прохождения стажировки достаточно иметь высшее образование, включенное в перечень [2], любого уровня, при этом условия для претендентов равные и не зависят от сроков обучения. Однако следует разделять квалификацию выпускников различных уровней образования, так как за время обучения студент осваивает разное количество дисциплин (учебных часов), учебных и производственных практик. Кроме того, итоговая выпускная работа нацелена на решение задач различного уровня, в том числе на предложение новых решений существующих проблем в рассматриваемой области, как например магистерская диссертация и научно-квалификационная работа аспиранта. Таким образом, магистратура и аспирантура отличается более углубленным изучением актуальных проблем в области осваиваемой программы обучения, а выполняемая работа носит научно-исследовательский характер.

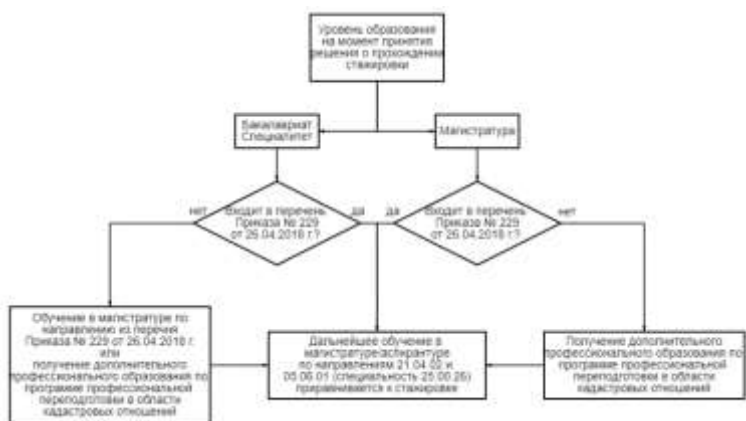
В настоящий момент приоритет выпускников отдается прохождению стажировки на предприятии с целью скорейшего вступления в ряды кадастровых инженеров, введение альтернативы: научной стажировки для талантливой молодежи актуально в условиях цифровой трансформации.

Таким образом, наряду со стажировкой на предприятии предлагается введение альтернативы – научной стажировки во время

обучения в магистратуре или аспирантуре по направлениям 21.04.02 «Землеустройство и кадастры», 05.06.01 «Науки о земле» 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель».

При этом выпускная квалификационная работа должна выполняться исключительно в отношении кадастровых работ и иметь научную новизну.

Основное содержание вынесенных предложений представлено на рисунке 1 в виде блок-схемы.



*Рисунок 1. Предложения по совершенствованию правового регулирования кадастровой деятельности в отношении требований к образованию кадастровых инженеров*

Также предлагается установить возможность признания научного руководителя, обучающегося (работника образовательного учреждения) руководителем научной стажировки в случае прохождения аттестации в саморегулируемой организации кадастровых инженеров и включения его в реестр руководителей стажировок. Таким образом, научный руководитель может быть закреплен за определенной СРО кадастровых инженеров, на базе которой он прошел аттестацию.

Следует отметить, что в настоящий момент Росреестр разрабатывает концепцию цифровой трансформации на 2021 — 2023 годы, которая позволит сформировать единую ИТ-архитектуру,

оптимизировать бизнес-процессы и в результате качественно и оперативно оказывать весь спектр услуг в сфере недвижимости. Росреестр планирует реализовать проект с использованием технологий искусственного интеллекта для выявления незарегистрированных объектов недвижимости на основе данных спутниковых снимков. Еще одна инициатива — создание динамически обновляемой цифровой карты на основе онлайн-данных из разных источников [3].

В соответствии с вышеизложенным наука является неотъемлемой частью развития системы управления недвижимым имуществом, а кадастровые инженеры также должны развиваться в данном направлении.

### **Литература**

1. О кадастровой деятельности: Федеральный закон от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант-плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант-плюс».

2. Об утверждении перечня специальностей и направлений подготовки высшего образования, необходимых для осуществления кадастровой деятельности, и о признании утратившими силу приказа Минэкономразвития России от 29 июня 2016 г. N 413 и пункта 1 изменений, которые вносятся в некоторые приказы Минэкономразвития России в сфере кадастровой деятельности, утвержденных приказом Минэкономразвития России от 30 октября 2017 г. N 578: Приказ Минэкономразвития России от 26.04.2018 № 229 // Справочно-правовая система «Консультант-плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант-плюс».

3. Концепция цифровой трансформации в Росреестре [Электронный ресурс]: официальный сайт. – URL : <https://rosreestr.gov.ru/site/press/news/kontseptsiya-tsifrovoy-transformatsii-v-rosreestre/> – Загл. с экрана.



# IMPROVING THE LEGAL REGULATION OF CADASTRAL ACTIVITIES IN RELATION TO THE REQUIREMENTS FOR THE EDUCATION AND PRACTICAL EXPERIENCE OF CADASTRAL ENGINEERS

A.M. Rybkina

Alina\_rybkina@mail.ru

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** cadastral engineer, internship, self-regulating organization, education.

**ANNOTATION.** The work is devoted to the issues of legal regulation of cadastral activity in relation to the requirements for education and practical experience of cadastral engineers. The main part is devoted to the analysis of the regulatory framework, as well as the development of proposals for leveling the conditions for applicants to join the self-regulating organization of cadastral engineers for further professional activity.

УДК 336.201

## АМНИСТИИ В ЕДИНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ НЕДВИЖИМОСТИ

А.М. Поликарпов<sup>1\*</sup>, Ю.Е. Поликарпова<sup>1</sup>, О.М.Матэр<sup>1</sup>  
\* anapolipolikarp@mail.ru

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М.Кирова, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** государственный кадастровый учет, Закон о «дачной амнистии», лесная амнистия, гаражная амнистия, кадастровая деятельность, садовый дом, объект капитального строительства, лесные земельные участки.

**АННОТАЦИЯ.** С 2017 года была запущена процедура ведения «лесной амнистии», с начала августа 2019 года возобновилась «дачная амнистия», а с 1 сентября 2021 года вступила силу «гаражная амнистия». Все три указанных процедуры касаются кадастрового учета недвижимости на всей территории РФ. Все эти амнистии преследуют одну цель – упрощение процедуры кадастрового учета и

регистрации для объектов недвижимости граждан. Вместе с тем с учетом большого опыта введения процедурного законодательства так и не выработан единый механизм, позволяющий нарастить объемы регистрируемых объектов, охваченных соответствующей амнистией. Подробнее рассмотрим данные законодательные процедуры, а также их эффективность с точки зрения законотворчества и практики ведения государственного кадастрового учета и регистрации права недвижимости.

Весь существующий процесс ведения процедур амнистирования кадастрового учета начался с введения «дачной амнистии». Впервые Закон был введен 1 сентября 2006 года [1] и установил упрощенный порядок приватизации земельных участков, находящихся в личном пользовании, включая приусадебные дома и хозяйственные строения, а также продлил сроки бесплатной приватизации муниципального жилья до 1 марта 2010 года (1 этап).

Механизм «лесной амнистии» был запущен в 2017 году в связи с вступлением в силу Федерального закона № 280-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях устранения противоречий в сведениях государственных реестров и установления принадлежности земельного участка к определенной категории земель». Владельцы земельных участков, права которых (или права предыдущих правообладателей) возникли до 1 января 2016 года, могут подать заявление на амнистию. Принадлежность такого участка к определенной категории земель определяется в соответствии со сведениями ЕГРН (при их отсутствии в соответствии с правоустанавливающими или правоудостоверяющими документами на земельные участки).

С 1 сентября 2021 года введена третья по счету «гаражная амнистия» [3], которая позволит регистрировать гаражи из состава гаражных кооперативов как объекты недвижимости, а также допускает размещение некапитальных строений для отдельных групп лиц.

Целями всех трех законов является помощь и упрощение проведения учетных и регистрационных действий в отношении соответствующего недвижимого имущества.

Основными задачами амнистий в области государственного кадастрового учета и регистрации прав на недвижимость являются:

1. Проведение верификации недвижимого имущества в указанной области;
2. Установление четкого порядка проведения работ при условиях, установленных амнистией;
3. Просветительская деятельность граждан РФ в области государственного кадастра недвижимости РФ.

Первые две амнистии по результатам ведения работ имеют явные недостатки, которые открылись уже на практике:

1. Процедура амнистии не уменьшает затрат заинтересованного лица – ни денежных, ни временных;

При амнистировании требуемый объем работ кадастрового инженера оплачивается заинтересованным лицом, а отказ от работы инженера (как это было при постановке садовых домов только по декларациям) привело к большому объему неverified данных нанеся ущерб как пользователям, так и государству.

В итоге применение труда кадастрового инженера увеличивает срок получения документации заинтересованного лица.

В случае «лесной амнистии» [2] же без заявления заинтересованного лица и его обоснования прав на территорию процедура не проводится вовсе, даже при условии, что лес накладывается на отмежеванный участок с полным набором учетной документами в Росреестре.

2. Введение амнистий не имело продуманную информационную компанию;

Вводимые законы, напрямую влияющие на деятельность обычных граждан, государством и органами местного самоуправления не были разъяснены в достаточной степени до конечных заинтересованных потребителей, что привело к стихийному обращению граждан за кадастровыми услугами. Конечный потребитель зачастую не имел представления о необходимости проведения работ и о величине затрат из личного бюджета. В итоге объекты недвижимости, не прошедшие учет, не могли быть вовлечены в рыночный оборот недвижимости тогда, когда лицу это было необходимо (при получении наследства, продаже недвижимости);

3. Слабое межведомственное взаимодействие при ведении амнистий;

Таким образом за время действия лесной и дачной амнистий так и не были решены вопросы:

- уменьшение сроков производства работ для регистрационных и учетных действий;

- не осуществляется поддержка нуждающихся лиц в проведении работ для выполнения учета и регистрации недвижимого имущества;

- не производится информационная поддержка населения и разъяснительная работа на территории государства.

Введение гаражной амнистии является полезной мерой для учета недвижимого имущества, однако при этом имеет много вопросов в части будущего практического применения.

Среди основных вопросов гаражной амнистии выделяется вопрос применения законодательства области недвижимого имущества к объектам, чья капитальность в ряде случаев является неоднозначной, т. к. само по себе понятие «гараж» нельзя однозначно отнести к объектам капитального строительства. При этом законодательно и практически предварительно (до вступления в силу закона) даже специалистам кадастрового учета не разъяснен целый ряд вопросов, среди которых:

- каким образом амнистирование упрощает учет и регистрацию гаражей, если процедура требует первоначального проведения учета и регистрационных действий с землей, на которых гараж расположен?

Если исходить из того, что необходим учет как земель, так и самих гаражей, то стоимость работ при таком упрощении порядка колоссально высока, что не выгодно самим собственникам и стоимость работ может составить заметную часть стоимости самого объекта. В случае с дачной и лесной амнистиями баланс соотношения стоимости объекта недвижимости и стоимости работ куда выгоднее.

- каким образом определить гараж как самостоятельную единицу недвижимости?

В случае с гаражом обязательно требуется установление его капитальности. Часто гаражами являются некапитальные объекты, а собственник не в состоянии определить данное условие. При этом имеется даже конструктив, когда гаражи имеют общие стены, при

этом учет и регистрация имеют заявительный характер, тогда каким образом будут учтены такие конструкции.

- каким образом далее заинтересованное лицо будет содержать объект недвижимости?

После проведения регистрационных действий собственник получит два объекта недвижимости (гараж и участок под ним), за которые должен будет нести личную ответственность как собственник и соответственно платить налоги. Данный вопрос остается непонятым, в том числе и на дальнюю перспективу.

Стоит отметить, что при введении гаражной амнистии частично не был учтен опыт предыдущих законодательных актов, касающихся кадастровых процедур.

Среди процедур, которые следовало бы ввести в отношении амнистий это:

- Консультационная помощь при обращении заинтересованного лица в государственных учреждениях от Росреестра.

Эта мера снизила бы нагрузку на сектор специалистов кадастровой деятельности и при этом исключила момент обращения лиц, не нуждающихся в осуществлении кадастрового учета.

- введение упрощения процедур амнистирования при обращении смежных землепользователей;

При обращении собственников группы участков, гаражей или участков, имеющих наложения на лесной массив, была бы предусмотрена возможность подачи одного дела на всю указанную территорию с указанием нескольких заказчиков, что позволило бы уменьшить затраты граждан на проведение кадастровых работ и как следствие привлекло больше граждан к осуществлению учета собственной недвижимости.

Подводя итоги рассмотрения амнистий следует отметить, что все три (особенно нововведенная гаражная амнистия) не выполняют свою главную цель – упрощение государственного кадастрового учета и регистрацию прав на недвижимое имущество граждан РФ.

Ни одна из задач указанными законами пока не была достигнута, при этом, согласно статистическим данным, планы государства по проведению объема учетных действий в отношении

соответствующего имущества граждан не выполнены (в частности, садового).

### **Литература**

1. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 02 августа 2019 года № 267-ФЗ (действующая редакция 19.08.2019)

2. Федеральный закон "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях устранения противоречий в сведениях государственных реестров и установления принадлежности земельного участка к определенной категории земель" от 29.07.2017 N 280-ФЗ (последняя редакция)

3. Федеральный закон от 05.04.2021 № 79-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"

4. Судебный департамент при Верховном суде Российской Федерации: данные судебной статистики [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.cdep.ru> (дата обращения: 19.08.2019)

5. Тоточенко, Д.А. Профилактика земельных споров // Юрист. - 2015. - № 8. - С. 37- 41

## **AMNESTIES IN THE UNIFIED STATE REGISTER OF REAL ESTATE**

A.M. Polikarpov <sup>1\*</sup>, Yu.E. Polikarpova <sup>1</sup>, O.M. Mater <sup>1</sup>  
\* [anatolipolikarp@mail.ru](mailto:anatolipolikarp@mail.ru)

<sup>1</sup>Sankt-St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S. M. Kirov, Russian Federation, St. Petersburg

**KEYWORDS:** state cadastral registration, the Law on "dacha amnesty", forest amnesty, garage amnesty, cadastra activity, garden house, capital construction object, forest land plots.

**ANNOTATION.** Since 2017, the procedure for conducting a "forest amnesty" has been launched, since the beginning of August 2019, the "dacha amnesty" has been resumed, and since September 1, 2021, the "garage amnesty" has entered into force. All three of these procedures relate to the cadastral registration of real estate throughout the Russian Federation. All these amnesties have one goal-to simplify the procedure of

cadastral registration and registration for real estate objects of citizens. At the same time, taking into account the extensive experience of introducing procedural legislation, a single mechanism has not been developed that allows increasing the volume of registered objects covered by the corresponding amnesty. Let's take a closer look at these legislative procedures, as well as their effectiveness from the point of view of lawmaking and the practice of conducting state cadastral registration and registration of real estate rights.

УДК 528.44

### **ОСОБЕННОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

П.М. Демидова<sup>1</sup>, М.А. Овчаренко<sup>1\*</sup>

\*marina.ovch.2000@mail.ru

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский горный университет, Российская Федерация,  
Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** линейный объект, земельный участок, государственная и муниципальная собственность.

**АННОТАЦИЯ.** Обзор нормативно-правового регулирования определения, расположения, учета и функционирования линейных объектов, а также земельных участков, на которых они расположены.

Актуальность данной темы обуславливается наличием особенностей осуществления кадастровой деятельности в отношении линейных объектов, размещенных на земельных участках, для последующей постановки их на кадастровый учет.

Сегодня невозможно представить формирование и развитие современной производственной либо социальной инфраструктуры без целой сети линейных объектов. Наиболее значимые вопросы передачи и получения энергии, сырья и продукции требуют достаточной правовой регламентации и прозрачности правил поведения ее участников, поскольку это предопределяет степень их удовлетворенности и возможность последующего развития главных отраслей экономики.

Ежегодно в нашей стране вводятся в эксплуатацию тысячи километров автомобильных дорог, коммуникаций и инфраструктурных объектов, которые требуют особого подхода к решению ряда вопросов, относящихся к кадастровой и градостроительной деятельности.

Несмотря на то, что ввод в эксплуатацию указанных объектов, регулируется большим объемом правовых норм, вопрос о правовом регулировании линейных объектов был и останется одним из наиболее трудных в градостроительном и земельном законодательстве. На сегодняшний день наиболее остро стоит вопрос об усовершенствовании правовых норм, которые регламентируют приобретение права на земельный участок, используемый для расположения линейных объектов. Все вновь созданные линейные объекты, а также существующие и введенные в эксплуатацию, исходя из требований законодательства Российской Федерации, подлежат обязательному кадастровому учету.

В российском законодательстве нет точного определения, линейного объекта, но термин «линейный объект» зачастую встречается в отдельных федеральных законах и нормативных актах, при этом перечисляются лишь отдельные виды линейных объектов.

В соответствии с п. 10.1 ст. 1 Градостроительного кодекса РФ [2], п. 5 ч. 3 ст. 11, ст. 51.2 Водного кодекса РФ [4], а также п. 6 ч. 1 ст. 7 Федерального закона от 21.12.2004 № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» [6] и ч. 1 ст. 11 Федерального закона от 21.07.2005 № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях» [8] (в ред. Федерального закона от 30.06.2008 № 108-ФЗ [9]) к линейным объектам относятся:

- линии электропередачи; линии связи (в том числе линейно-кабельные сооружения); трубопроводы; автомобильные дороги; железнодорожные линии и другие подобные сооружения; мосты; подводные переходы; подземные переходы и подводные линии связи;
- дороги; нефтепроводы; газопроводы и иные трубопроводы; железнодорожные линии и другие подобные сооружения; морские и речные причалы; защитные дорожные сооружения (за исключением элементов озеленения); другие подводные коммуникации, относящиеся к линейным объектам.



Стараясь подобрать какое-либо уточненное определение, следует обратить внимание на то, что под линейным объектом понимается система, проложенная на таком участке земли, длина описывающего прямоугольника которого в значительной степени больше его ширины.

Говоря о классификации линейных объектов, относительно поверхности земли, их можно разделить на: наземные, подземные и надземные линейные объекты. Классифицируя по назначению, выделяют: линии электропередач и линейно-кабельные сооружения, транспортные коммуникации, системы коллекторов (ливневых и канализационных), каналы по водоснабжению и орошению земель, трубопроводы для нефтепродуктов, газа, воды.

Следует считать, что в общем виде линейный объект – это сложный объект недвижимости, который обладает характеристиками протяженности, располагаясь на территории более одного регистрационного округа, и имеет определенное производственное назначение.

С учетом специфических признаков линейных объектов законодательство Российской Федерации устанавливает особенности правового режима использования земельных участков, предназначенных для размещения линейных объектов.

Обобщая все имеющиеся характеристики линейных объектов, их можно объединить в группы, представленные на рисунке:



*Рисунок. Характеристика линейных объектов*

Еще одной особенностью линейных объектов является то, что в их состав могут также входить площадные объекты, технологически связанные с линейными объектами.

Необходимо учитывать, что последняя классификация весьма условна, её можно видоизменять и дополнять. Так, например, газо-, нефтепроводы и другие относятся как к трубопроводам, так и к трубопроводному транспорту. Многие авторы указывают на то, что в данном случае, можно продумать классификацию в зависимости от конструкции линейных объектов: трубопроводы, сети и т. д.

Следует понимать, что главным в классификации является стремление упорядочить градостроительное регулирование линейных объектов: их строение; ввод в эксплуатацию; постановку на учет и прочее.

Наличие определенных расхождений в подходах связано с тем, что в нормативно-правовой базе Российской Федерации отсутствует четкое определение линейного объекта, а в конкретных правовых актах осуществляется только списочное перечисление объектов, при этом каждый из них, расширяет данный список.

Одной из проблем при формировании земельного участка и выполнении кадастровых работ можно считать их прохождение по

множеству земельных участков, которые находятся на разных категориях земель и на разных правах собственности, и правах пользования; а учитывая, что линейный объект относится к той или иной группе, у собственников возникают вопросы касательно применения правового режима для его строительства и постановки на кадастровый учет.

### **Литература**

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5142/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/).

2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/).

3. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=200210-0&rnd=B03E95114B860CEAFFED77FBCAE706E9&req=doc&base=LAW&n=382667&REFDOC=200210&REFBASE=LAW#1kkra01idsd>.

4. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/).

5. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/).

6. Федеральный закон от 21.12.2004 № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_50874/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50874/).

7. Федеральный закон от 23.06.2014 № 171-ФЗ «О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_164516/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164516/).

8. Федеральный закон от 21.07.2005 № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_54572/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54572/).

9. Федеральный закон от 30.06.2008 № 108-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О концессионных соглашениях» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78023/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78023/)

10. Постановление Правительства РФ от 12.05.2017 № 564 (в ред. от 26.08.2020) «Об утверждении Положения о составе и содержании документации по планировке территории, предусматривающей размещение одного или нескольких линейных объектов» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/436733514>.

## **FEATURES OF LINEAR FACILITIES AFFECTING THE IMPLEMENTATION OF CADASTRE ACTIVITIES**

P.M. Demidova<sup>1</sup>, M.A. Ovcharenko<sup>1\*</sup>

\*marina.ovch.2000@mail.ru

<sup>1</sup>Saint Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** linear object, land plot, state and municipal property.

**ANNOTATION.** Overview of the regulatory regulation of the definition, location, accounting and functioning of linear objects, as well as the land plots on which they are located.

УДК 528.4

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ В 3D ПРОСТРАНСТВЕ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРОВОГО УЧЕТА**

Ю.А. Чурилова

julia-077@mail.ru

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** вид объекта недвижимости, трёхмерное моделирование, пространство, классификация.

**АННОТАЦИЯ.** Развитие использования трёхмерного кадастра в Российской Федерации подразумевает за собой расширение законодательства в данной области. Для точного описания объектов

недвижимости в пространстве необходимо представить единый классификатор, позволяющий построить модели объектов единым способом для всех кадастровых инженеров.

Сложная организация городской инфраструктуры, которая вмещает в себя множество объектов недвижимости, имеющих характерное пространственное положение и наличие прав собственников на них, способствует применению трёхмерного пространства в сфере кадастрового учета и регистрации объектов недвижимости в зарубежных странах [1]. Успешное использование трёхмерного кадастра в соседних странах Европы позволяет вводить данное определение и на территории Российской Федерации, опираясь на зарубежный опыт и основываясь на характерные черты российского кадастра недвижимости [2].

Понятие трёхмерного моделирования уже используется в законодательстве кадастровой деятельности, с примечанием «по желанию» заказчика» [3]. Кроме того, существует проблема не информативности построения модели кадастровыми инженерами, отсутствие функций трёхмерного моделирования в существующих программных продуктах. Это препятствует широкому применению трёхмерного кадастра на практике.

Составление классификации объектов недвижимости позволит соединить и структурировать информацию о методах построения модели, в зависимости от положения объекта недвижимости.

Основой данной классификации является положения контуров объектов недвижимости в трёхмерном пространстве. Согласно ФЗ № 218 [4] все виды сооружений можно разделить на 4 типа:

1. площадные;
  - в одной плоскости  $(x, y)$ ;
  - имеют трехмерный вид  $(x, y, H)$ ;
2. линейные;
3. точечные;
4. «сложные».

Для каждого вида необходимо представить свою единую формулу, по которой кадастровый инженер может построить трёхмерную модель в пространстве [6]. Формула должна содержать в

себе критерии, показывающие основные геометрические характеристики объекта недвижимости.

В таблице приведены основные примеры объектов недвижимости, их положение в пространстве и формула построения трёхмерной модели.

*Таблица. Формулы построения трехмерной модели объектов недвижимости*

<b>Вид объекта недвижимости</b>	<b>Наименование объекта недвижимости</b>	<b>Положение в пространстве</b>	<b>Формула построения в трёхмерном виде</b>
Земельный участок	Участок собственника	Площадное (в одной плоскости)	(x, y) Высота Н отсутствует Не имеет 3D модели
Здание	Здание	Площадное	(x, y, H) H0=0; H=h×n (h-высота этажа), n-номер этажа
	Многоквартирный дом	Площадное	(x, y, H) H0=0; H=Hf (Hf-высота ограничивающих поверхностей)
Сооружение	Газопровод	Линейный	(x, y, H) H0=0; H1=min, H2=max
	Скважина	Точечный	(x, y, H, R) H0=0; Hmin; R-радиус
Объект незавершенного строительства	Объект незавершенного строительства (здание)	Площадное	(x, y, H) H0=0; H=Hf (Hf-высота ограничивающих поверхностей)
Помещение	Помещение в здании	Площадное	(x, y, H) H0=0; Hmax
Машино-место	Место в паркинге	Площадное	(x, y, H) H0=0;

			Hmax
Единый недвижимый комплекс	Автозаправочная станция	Площадное Линейное Точечное	1)(x, y, H) H0=0; H1=min, H2=max
			2) (x, y, H) H0=0; H=h×n (h-высота этажа), n-номер этажа
			3)(x, y, H, R) H0=0; Hmin; R-радиус
			4) (x, y, H) H0=0; H=Hf (Hf-высота ограничивающих поверхностей)

Введение корректных единых формул построения трёхмерной модели ускорит процесс подготовки технического плана для кадастровых инженеров, снизит количество споров, возникающих в процессе установления границ объектов недвижимости и прав на них, а также позволит визуализировать.

### Литература

1. Чернов, А. В. Моделирование пространственных объектов недвижимости в 3D // Современные вопросы землеустройства, кадастра и мониторинга земель : материалы региональной научно-практ. конф., 26 ноября 2016 г. / отв. ред. А. М. Олейник. – Тюмень : ТИУ, 2016. – С. 190-199

2. Жадан, М.С., Чернов, А.В., Гоголев, Д.В. Аналитический обзор зарубежного опыта учета 3-D моделей в кадастре [Электронный ресурс]. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/analiticheskiy-obzor-zarubezhnogo-opyta-ucheta-3D-modeley-v-kadastre/viewer> / (Дата обращения 13.09.2021)

3. Приказ Минэкономразвития России от 18.12.2015 N 953 (ред. от 14.12.2018) "Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее

подготовке, состава содержащихся в ней сведений" (Зарегистрировано в Минюсте России 02.03.2016 N 41304) (последняя редакция) [Электронный ресурс]. - Консультант Плюс, 2019. – URL : <http://www.consultant.ru/> (Дата обращения 13.09.2021)

4. Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 N 218-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Консультант Плюс, 2019. – URL : <http://www.consultant.ru/> (Дата обращения 13.09.2021)

5. Федеральный закон «О кадастровой деятельности» от 24.07.2007 N 221-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Консультант Плюс. - 2019. – URL : <http://www.consultant.ru/> (Дата обращения 23.09.2021)

6. AutoCAD 2018 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. — URL : <https://www.autodesk.ru/products/autocad/overview?term=1-YEAR> / (Дата обращения 25.09.2021)

## **CLASSIFICATION OF CONSTRUCTION OF REAL ESTATE OBJECTS IN 3D SPACE FOR STATE CADASTRAL ACCOUNTING**

Y. Churilova.

[julia-077@mail.ru](mailto:julia-077@mail.ru)

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Russian Federation, St. Petersburg

**KEY WORDS:** type of real estate object, three-dimensional modeling, space, classification.

**ANNOTATION.** The development of the use of a three-dimensional cadastre in the Russian Federation implies the expansion of legislation in this area. For an accurate description of real estate objects in space, it is necessary to present a single classifier that allows you to build models of objects in a uniform way for all cadastral engineers.



УДК 528.4

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

Д.И. Ефремов

Комитет по градостроительству и архитектуре,  
Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ГИС, градостроительная деятельность, территориальное планирование.

**АННОТАЦИЯ.** Описана проблема устойчивого развития территорий. Приведены достоинства использования геоинформационных технологий при решении задач территориального планирования.

Развитие общества было бы невысказано без использования информационных технологий, так как для принятия любого решения в какой-нибудь сфере деятельности человеку нужны актуальные сведения о состоянии нашей планеты, об экологической обстановке, о тенденциях на рынке товаров и услуг. Любая информация может быть сосредоточена по немалому количеству организаций разных ведомств и министерств и часто оказывается совершенно недоступной для пользователей. Потому в нашей стране принято большое число важнейших документов, нацеленных на совершенствование процессов обмена информацией среди юридических и физических лиц методом разработки сетей в интернете. В базу осуществления таких процессов заложены технологии, основывающиеся на геоинформационных технологиях. Поэтому, по нашему мнению, целесообразно рассмотреть проблематику геоинформационных технологий в сфере управления территориями, поскольку именно эта область деятельности обуславливает социально-экономические условия развития как страны в целом, так и любой ее части.

Исходя из вышесказанного, можно прийти к выводу, что одной из существенных проблем в настоящее время является устойчивое развитие территорий. Ее решение рассматривается как фундаментальная тема общественных наук и естествознания. Устойчивое развитие территории подразумевает сбалансированное

соотношение человеческой деятельности и окружающей среды. Данная проблема позволяет признать пространственное планирование территорий как одну из самых широких видов научной и практической деятельности человека.

Стандартная документация по пространственному планированию территорий в постсоветский и советский периоды называлась «градостроительной». Она имела весьма много недостатков: трудность для восприятия некоторых графиков, чертежей, спротоцированная сильной насыщенностью графических изображений условных знаков; недостаточная информационная обеспеченность проектов; ограничительный гриф, обусловленный в основном использованием закрытой картографической информации вследствие ее применения как базы; огромный формат чертежей, осуществлённый в одном экземпляре; практическая невозможность оперативной корректуры проектных предложений. Все перечисленные нюансы сильно усложняли эффективное использование проектов планировочной документации. Вследствие этого, эта документация практически не применялась при управлении города в ежедневной работе. Это привело к тому, что появились существенные ошибки, итоги которых можно наблюдать на многих территориях: в районах, городах, а также в пределах всей страны. Возникновение компьютеров, информационных технологий, в частности географических информационных систем существенно повлияло на изменение ситуации в пространственном планировании территорий. Так, появилась реальная вероятность образования градостроительной документации новейшего образца. Более того, практически полностью изменился сам подход к исследованию территории, а потому и ее планирование. Наряду с этим, геоинформационные технологии могут быть эффективно использованы для всего системного ряда пространственного планирования: от обычных чертежей расселения до проектов застройки территории.

Таким образом, в качестве подтверждения вышесказанного следует привести существенные достоинства использования геоинформационных технологий в управлении территории: в качестве разработки проекта по пространственному планированию разрабатывается в цифровом виде графическая информация и

категории по некоторым направлениям, представляющим собой тематические картографические и семантические основы многофункциональной геоинформационной системы; начальная информация для планирования содержит в себе значительно различные источники о городе (и любой территории) и предоставляется огромным числом организаций на разных картографических базах, в различных масштабах, зачастую в виде схем. Потому именно геоинформационные технологии могут приводить их к единому целому, то есть к одной картографической базе и позволяют получить интегральную начальную основу для проектирования; основываясь на сведениях комплексного анализа; создаются проектные предложения по пространственному планированию территорий и тематические категории проекта, к примеру, заповедники, транспорт или же инфраструктура города. Они обосновывают проектные предложения, могут их детализировать; совершается сопряженный анализ необходимых сведений о территории и разрабатывается интегральный оценочный и аналитический блок, называемый «комплексным анализом территории». В нем находится весь спектр геоинформационных технологий, который может быть использован в практической деятельности. Вследствие вышесказанного, можно разработать полноценную градостроительную геоинформационную систему, которую можно анализировать как центр территориальной геоинформационной системы, так как документация фиксирует в себе только комплексные стороны по современному развитию и состоянию территории. Очевидно, что именно такая геоинформационная система является базой для градостроительного кадастра необходимого уровня.

Очевидно, что территориальная геоинформационная система может решить множество задач, к которым относятся: возможность соединения цифровых картографических слоев в любом состоянии. Ее не сложно оценить, поскольку она в сущности помогает разрабатывать оригинальные картографические сведения для конечного пользователя, под определенные цели; базы данных не представляют собой статичные данные. То есть картографические слои можно обновлять или же создавать новые тематические слои. Благодаря геоинформационным технологиям в автоматическом

режиме можно решать задачи по выбору территорий, которые обуславливаются определенными критериями.

В результате исследования применения геоинформационных технологий в управлении территориями, можно сделать следующий вывод: на базе комплексного анализа территории с использованием геоинформационных технологий, необходимо создание концепция территориального развития территории с дальнейшей детальной проработкой в рамках схемы территориального планирования. Это позволит дать ответы на многие актуальные вопросы, связанные с управлением территорией: какие мероприятия являются первоочередными для местности; какие сферы хозяйства необходимо развивать и где территориально; какие проекты и на каких территориях следует размещать для внешних и внутренних инвесторов; какие мероприятия нужно проводить для совершенствования экологической ситуации, а также на ряд других

К сожалению, современные технологии не позволяют решить данные проблемы в полном объеме. Наибольшее число проблем сегодня связано с цифровым базовым картографированием, так как у государства отсутствуют средства для финансирования работ по принятой ранее схеме обновления (периодическое, полистное). Вместе с тем ничего не предпринимается и для разработки новых схем обновления, учитывающих как изменившуюся экономическую ситуацию и степень хозяйственной активности на различных территориях, так и бурное развитие цифровых технологий. Несовершенство нормативной базы обязывает, с одной стороны, всех пользователей употреблять материалы государственных картографо-геодезических фондов, с другой стороны, не стимулирует организации – держатели фондов к поиску альтернативных источников обновления картографических данных.

### **Литература**

1. Валенсуэла, К.Р. Географические информационные системы как инструмент управления / К.Р. Валенсуэла. – СПб.: Наука и общество, 2017. – 127 с.

2. Середович, В.А., Ключников, В.Н., Тимофеев, Н.В. Геоинформационные системы / В. А. Середович, В.Н. Ключников, Н.В. Тимофеев. – Новосибирск: СГГА, 2016. – 117 с.

## **GEOINFORMATION SYSTEM AS A TOOL FOR EFFECTIVE TERRITORIAL PLANNING**

D. Efremov

Committee on Urban Planning and Architecture,  
Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** GIS, urban planning, territorial planning.

**ANNOTATION.** The problem of sustainable development of territories is described. The advantages of using geoinformation technologies in solving problems of territorial planning are given.

УДК 332.63

### **ВЗВЕШЕННЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ БАЗОВОГО СОСТАВА ФАКТОРОВ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ**

Ю.И. Шабаева<sup>1\*</sup>

\* Shabaeva\_YuI@pers.spmi.ru

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский горный университет, Российская Федерация,  
Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** факторы стоимости, кадастровая стоимость, кадастровая оценка земель

**АННОТАЦИЯ.** В статье выполнен один из этапов проведения кадастровой оценки земель – определение первоначального состава факторов стоимости на примере земельных участков для индивидуального жилищного строительства города Санкт-Петербурга с использованием разработанной автором методики групповой экспертной оценки значимости факторов.

Государственная кадастровая оценка земель в условиях рыночного развития экономики является важным механизмом для проведения эффективного анализа пространственно-территориального развития, осуществления обоснованной земельной политики с целью разумного планирования доходов, а также обеспечения

стимулирования инвестиционной привлекательности городских территорий.

Независимо от вида разрешенного использования одним из ключевых этапов реализации государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов является определение первоначального состава факторов стоимости [5, 6]. Необходимо отметить важность учёта всех значимых ценообразующих факторов, поскольку именно они в целом определяют ценность земель для целей осуществления на них экономической и хозяйственной деятельности. Согласно законодательству РФ [5, 6], вышеуказанные работы относятся к исключительной компетенции субъектов оценочной деятельности, что приводит к снижению эффективности результатов кадастровой оценки земель, о чем говорят земельные споры на тему пересмотра значения кадастровой стоимости. В этой связи крайне актуальной на сегодняшний день становится задача определения обоснованного и методически корректного первоначального (базового) состава факторов стоимости, который напрямую влияет на достоверность и справедливость результатов оценки.

В результате анализа существующих подходов и методов оценки важности факторов [2, 3, 7, 8], в работе обосновывается целесообразность применения модифицированного метода анализа иерархий, разработанного автором совместно с доц., к.т.н. Корниловым Ю.Н., для определения базового состава ценообразующих факторов, которые оказывают существенное влияние на стоимость земель для индивидуальной жилой застройки (ИЖС). Помимо этого, автором была составлена методика групповой экспертной оценки значимости факторов, включающая подробное описание и обоснование использования определенного метода для каждого этапа группового экспертного опроса.

Апробация разработанной методики групповой экспертной оценки была произведена для выявления таких ценообразующих факторов, которые вносят максимальный вклад в формирование стоимости земельных участков под ИЖС в городе Санкт-Петербурге. На первоначальном этапе анализа было изучено состояние рынка недвижимости исследуемого вида разрешенного использования, его тенденций и особенностей, информации о социально-экономических,

инженерно-геологических, экологических, градостроительных и иных характеристиках, в результате чего составлен список факторов, которые могут оказывать влияние на стоимость земельных участков для ИЖС. Общее количество факторов составило 54. Затем для возможности использования метода парных сравнений факторы были объединены в 8 групп.

С учетом требований, предъявляемым к респондентам [1, 2, 4], и для повышения степени компетентности экспертной группы были отобраны специалисты в области оценки земли г. Санкт-Петербурга, инженеров проектных и научных организаций. Согласно разработанной методики групповой экспертной оценки, для получения объективных результатов анализа необходимо постоянно контролировать уровень компетентности экспертной группы. Когда его значение достигает 0,8 и перестает расти, несмотря на увеличение количества экспертов, проведение экспертного анализа признается корректным, а численность экспертной группы оптимальной. Согласно вышеуказанным рекомендациям, экспертная группа составила 34 человека.

Для оценки полученных оценок экспертов были произведены расчеты значений следующих статистических показателей вариации: стандартное (среднеквадратическое) отклонение  $\sigma$ , дисперсия  $\sigma^2$ , размах и коэффициент вариации  $V$ , также было проверено соблюдение нормальности распределения исследуемого ряда данных. Анализ полученных значений доказал, что требование к однородности полученного массива данных (совокупность весовых коэффициентов) соблюдается.

Значения вклада сформированных групп факторов в стоимость земельных участков для индивидуального жилищного строительства в Санкт-Петербурге в соответствии с результатами проведенного анализа показано на рисунке 1.



*Рисунок 1. Значения вклада групп факторов в стоимость земельных участков для индивидуального жилищного строительства в Санкт-Петербурге*

Ввиду большого количества сравниваемых факторов, учесть влияние каждого из них на стоимость земли невозможно и экономически нецелесообразно. Это связано с необходимостью создания баз данных по значениям участвующих в кадастровой оценке факторов. В связи с этим на завершающем этапе анализа используется математический инструмент – метод Парето [6], позволяющий оценить структуру распределения кумулятивной значимости и оставить только значимые факторы, которые оказывают максимальное влияние на величину рыночной стоимости. В результате применения вышеуказанного метода, был определен базовый состав ценообразующих факторов стоимости земель под ИЖС на примере Санкт-Петербурга, в который вошли 20 рассматриваемых в исследовании значимых факторов (рисунок 2).



### Факторы кадастровой стоимости и их значимость

- Наличие электроснабжения - 13,2 %
- Наличие водоснабжения - 12,0 %
- Расстояние до источников, представляющих собой действующую и потенциальную экологическую опасность - 6,9 %
- Доступность остановок общественного транспорта - 5,5 %
- Доступность ближайшей транспортной магистрали ведущих городских направлений - 5,4 %
- Расстояние до ближайшего магазина с минимально необходимым набором продуктов - 5,4 %
- Доступность ближайшего ж/д вокзала, ж/д станции - 5,1 %
- Наличие газоснабжения - 4,9 %
- Уровень загрязнения атмосферного воздуха - 4,4 %
- Уровень шумового загрязнения - 4,4 %
- Площадь - 3,8 %
- Уровень радиационного загрязнения - 3,8 %
- Уровень озеленённости квартала - 3,4 %
- Вид права - 3,4 %
- Престижность территории - 3,4 %
- Доступность ближайшей станции метрополитена - 3,4 %
- Уровень криминогенности района - 3,1 %
- Близость к водным объектам - 3,1 %
- Наличие ограничений (обременений) прав - 2,9 %
- Расстояние от объекта до локального центра - 2,6 %

*Рисунок 2. Базовый состав ценообразующих факторов стоимости земель под ИЖС на примере Санкт-Петербурга и их значимость (вес)*

Определенный на основе проведенного исследования базовый состав ценообразующих факторов стоимости земель под ИЖС, а также их коэффициенты значимости могут быть использованы для целей массовой или индивидуальной оценок г. Санкт-Петербурга. Применение рассмотренной в работе методики выявления значимых факторов стоимости способно повысить достоверность результатов кадастровой оценки земель и не допустить установление экономически необъективного уровня земельного налога.

## Литература

1. Жуков, Б.М. Исследование систем управления./ Б.М. Жуков, Е.Н.Ткачева. - М.: Дашков и К, 2011.- 208 с.40Зерный Ю.В. Управление качеством в приборостроении / Ю.В. Зерный, А.Г. Польшаный, А.А. Якушин. - М.: Новый центр, 2011. - 479 с.
2. Лукичева, Л.И. Управленческие решения / Л.И. Лукичева, Д.Н. Егорычев – М.: Омега – Л, 2009 – 383 с.
3. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник в 3 ч. / А.И.Орлов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2009. Ч. 2 : Экспертные оценки, 2011. – 486 с.
4. Постников, В.М. Анализ подходов к формированию состава экспертной группы, ориентированной на подготовку и принятие решений. / В.М. Постников. – М.: Наука и образование, 2012. – С. 333-346.
5. Приказ Минэкономразвития России от 12.05.2017 N 226 (ред. от 09.09.2019) "Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке". [Электронный ресурс]. Режим доступа: Система «КонсультантПлюс». [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_217405/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_217405/)
6. Прудовский Б. Д., Терентьев А. В. Методы определения множества Парето в некоторых задачах линейного программирования // Записки Горного института. СПб. : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. Т. 211. С. 89-90
7. Федеральный закон от 03.07.2016 N 237-ФЗ "О государственной кадастровой оценке" (последняя редакция). [Электронный ресурс]. Режим доступа: Система «КонсультантПлюс». [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_200504/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200504/)
8. Ishizaka, A., Labib A. Analytic hierarchy process and Expert Choice: benefits and limitation // ORinsight. - 2009. - Vol. 24. - P. 201-220.
9. Volkova, J.; Bykova, E.; Heldak, M.; Przybyła, K.; Pawlak, S. Territorial Extrapolation of Basic Data as a Solution of the Problem of Its Deficiency during Mass Appraisal. Land 2021, 10, 750. <https://doi.org/10.3390/land10070750>

**CONSIDERED APPROACH TO DETERMINING THE BASIC  
COMPOSITION OF COST FACTORS FOR CADASTRAL LAND  
VALUE MODELING FOR INDIVIDUAL RESIDENTIAL  
DEVELOPMENT**

Y. Shabaeva<sup>1\*</sup>

\* Shabaeva\_YuI@pers.spmi.ru

<sup>1</sup> Saint-Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** cost factors, cadastral cost, cadastral land valuation, assessment

**ANNOTATION.** The article describes the determination of the basic composition of cost factors on the example of land for individual housing construction in St. Petersburg by using the developed by the author methods of expert group evaluation of the significance of factors.

УДК 658.512

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ  
СРЕДСТВАМИ МНОГОМОДУЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ  
«ПОЛИГОН ПРО»**

В.С. Федотова

vera1983@yandex.ru

Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина,  
Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** кадастровые работы, автоматизация, кадастровый инженер

**АННОТАЦИЯ.** Продемонстрированы преимущества использования многомодульной программы «Полигон Про» в автоматизации выполнения кадастровых работ.

В условиях цифровизации кадастровой деятельности применение различных специализированных программ и программных комплексов в кадастровых работах расширяется. Использование информационных технологий позволяет автоматизировать процесс выполнения кадастровых работ с минимальным участием человека. Некоторые разработки способны обеспечить полную автоматизацию

процессов хранения, преобразования и моделирования кадастровой информации. Главная задача автоматизации кадастровой деятельности – это вывод качественных показателей на более высокий уровень за счет надежности информации.

На современном этапе автоматизация кадастровых работ обеспечивается многообразием технических средств, используемых при выполнении работ для сферы кадастровой деятельности. Кадастровые работы разделены на две группы: работы «в поле» и камеральная обработка. Эти виды работ взаимосвязаны между собой. Таким образом, на этом основывается автоматизация, которая предполагает улучшение и совершенствование как электронно-оптических средств для измерений, так и развитие персональной электронно-вычислительной техники. При этом совершенствование технических средств геодезических измерений наиболее стабильно и характерно повышение эффективности производства в целях качественного выполнения измерений, что обеспечивает рост производительности труда и повышение эффективности работ. Обработка камеральных работ связана с резким скачком в применении электронно-вычислительной техники с появлением персональных компьютеров и интернета, разработкой программных средств и их использованием для математической обработки результатов полевых геодезических измерений.

Основу автоматизированных кадастровых систем для обработки результатов кадастровых работ составляют информационные технологии, в которые входят разработанные программные комплексы и платформы.

Актуальность нашего исследования обусловлена ростом внимания к автоматизации кадастровых работ на современном этапе развития информационного общества. Применение информационных технологий в виде специализированных программных средств и программ определяет структуру и состояние рынка недвижимости. Можно предположить, что оптимизировать и развить весь программный комплекс выполнения кадастровых работ возможно, если организовать работу в единой информационной среде, в которой свободно будут доступны необходимые модули.

Целью исследования является демонстрация возможности повышения уровня автоматизации кадастровых работ на примере многомодульной программы «Полигон Про».

Кадастровая деятельность связана с выполнением работ в отношении недвижимого имущества в соответствии с установленными федеральным законом требованиями, в результате которых обеспечивается подготовка документов, содержащих необходимые для осуществления государственного кадастрового учета недвижимого имущества сведения о таком недвижимом имуществе и оказание услуг. Специальным правом на осуществление кадастровой деятельности обладает кадастровый инженер.

Кадастровые работы выполняются в отношении земельных участков, зданий, сооружений, помещений, объектов незавершенного строительства, частей земельных участков, зданий, сооружений, помещений, а также иных объектов недвижимости, подлежащих в соответствии с федеральным законом кадастровому учету [3]. Результатом кадастровых работ кадастрового инженера – индивидуального предпринимателя или работника юридического лица, является межевой план, технический план или акт обследования.

Развитие компьютерных и информационных технологий позволило в значительной степени повысить уровень автоматизации кадастровой деятельности. В связи с постоянно увеличивающимся объёмом кадастровых работ, автоматизация процессов формирования кадастровых документов становится очень важным направлением. В настоящее время ведение кадастрового учёта происходит в электронном виде, тем самым процесс кадастрового учёта не может осуществляться без участия компьютерных технологий и специального программного обеспечения.

Технология создания документов, содержащих в себе результаты кадастровых работ, в настоящее время основывается на широком использовании отдельных компьютерных программ или целых программных комплексов.

Использование таких программ и программных комплексов позволяют автоматизировано составлять и отправлять сформированную документацию в виде XML-файлов на портал Росреестра. Это представляется удобным, так как документы,

отправляемые кадастровым инженером в орган кадастрового учёта, принимаются только в электронном виде.

Сейчас на российском рынке насчитывается около 20 специальных программных продуктов для оформления кадастровых документов. Среди них можно выделить те, которые пользуются большой популярностью у кадастровых инженеров: «ТехноКад-Экспресс», «АРГО», «ПКЗО», «ПроГео», «Полигон Про». Эти программы позволяют формировать многие кадастровые документы: межевые и технические планы, карта (планы), проекты межевания, схемы расположения земельных участков на кадастровых планах территорий, акты обследования и другие документы.

Так как кадастровые инженеры чаще всего создают межевые планы, было проведено сравнение вышеперечисленных программных продуктов в аспекте оформления ими межевых планов (табл.).

*Таблица. Сравнение программных продуктов, используемых кадастровым инженером для составления межевых планов*

Критерии сравнения	«ТехноКад-Экспресс: Межевой план»	«АРГО»	«ПКЗО: Межевой план»	«ПроГео»	«Полигон Про: Межевой план»
Формирование XML–документа	+	+	+	+	+
Критерии сравнения	«ТехноКад-Экспресс: Межевой план»	«АРГО»	«ПКЗО: Межевой план»	«ПроГео»	«Полигон Про: Межевой план»
Создание графической части	–	+	+	+	+
Большая база обучающих материалов	–	–	–	–	+
Модульная платформа	+	–	+	–	+
Прямое взаимодействие с Росреестром	+	+	–	+	+

Из представленных программных продуктов в качестве оптимального для оформления кадастровых документов был выбран «Полигон Про». Программное обеспечение «Полигон Про» является многомодульной платформой (33 модуля), которая разработана российской компанией ООО «Программный центр». Данные модули способны решить практически любую задачу кадастрового инженера по составлению кадастровой документации: формирование межевых и технических планов, графического описания местоположения границ, схем расположения земельных участков на кадастровом плане территории и других документов, предусмотренных для работы в кадастровой деятельности, в частности для кадастрового учета. Приобретать модули можно как полным набором («Полигон Про: Максимум») [2], так и по отдельности, что минимизирует материальные затраты, так как приобрести можно только необходимые модули. Все модули весьма унифицированы. Разработка кадастровых документов обеспечена как в печатном, так и в электронном виде, что предусматривает возможность отправки пакета документов в орган кадастрового учета и регистрации прав (Росреестр). Исходя из этого, в «Полигоне» существует возможность подписания документов электронно-цифровой подписью.

Удобной и логичной при обращении к программному обеспечению «Полигон Про» является группировка работ по виду, благодаря чему пользователю можно быстро сориентироваться и включить подходящий для работы модуль. Так, например, вид работ «Кадастровые работы» характеризуется следующим составом работ: межевой план, схема на кпт, проект межевания, карта-пан территории, техплан помещения, здания, сооружения, строительства, ЕНК, техническое описание, акт обследования. Вид работ «Муниципальные работы» включает в себя: разрешение на строительство, карта-план зон, учет зон, карта план границ, учет границ, градостроительный план, изменения кадастра, природные объекты, акт лесных фондов, ввод в эксплуатацию, перечень лесных фондов, описание зоны. Вид работ «Росреестр» определяется как печать XML, запрос ЕГРЕ, конвертер XML, заявление о ГКУ и ГРП. Кроме того, множество полезных веб-сервисов для кадастровых инженеров, представленное на сайте разработчика, позволяет оперативно решать небольшие

задачи. Они служат дополнениями к программным модулям, расширяют их функционал и помогают в работе кадастрового инженера. Они могут, например, осуществлять формирование XML-файлов выписок из ЕГРН, кадастровых планов территории в печатный вид, конвертировать XML-файлы в формат DXF, конвертировать координаты из одной системы в другую. Допускается возможность просматривать последние новости про обновления программы, информацию об обновлении законодательной базы, уведомления о предстоящих вебинарах и другую полезную информацию. Через «Систему контроля заказов» можно сформировать заказ на составления того или иного документа, указать всю необходимую информацию о заказе. С помощью этой функции руководитель организации может назначать исполнителя заказа и контролировать выполнение заказа, отслеживая его статус. Добавлена возможность ведения базы сотрудников, заказчиков и документов.

Ленточный интерфейс «Полигон Про» [1], представляет собой разделенное на листы пространство программы, где каждый лист соответствует отдельному разделу создаваемого кадастрового документа. Таким лаконичным, современным, удобным, интуитивно понятным интерфейсом обладают многие популярные программы (продукты «Microsoft Office», «Auto Cad», «ArcGIS Pro», «Paint» и многие другие).

После выбора нужного модуля пользователю откроется главное окно этого модуля с пустыми полями, которые необходимо заполнить, чтобы сформировать документ. Например, для разработки и заполнения межевого плана по частям необходимо выбрать следующие разделы: титульный, содержание, исходные, измерения, части, заключение, расположение, чертеж, пакет.

Заметим, что при автоматизации кадастровых работ средствами «Полигон Про» налицо целый спектр преимуществ его использования:

1. выбор реквизита сопровождается конкретизацией требований к его заполнению;
2. для исключения повторного набора данных организовано накапливание срок в выпадающем списке, например, чтобы не вводить повторно сведения о кадастровом инженеру (фамилия, имя,



отчество, номер квалификационного аттестата и др.), данные сведения можно выбрать в списке;

3. реализованы справочные классификаторы из XML-схем, например, код документа при заполнении сведений о документах, использованных при подготовке плана;

4. автоматическое сохранение настроек программы;

5. импорт файлов различных форматов из XML-файлов выписок на объект недвижимости и кадастрового плана территории, из стандартных обменных форматов: mif/mid (формат mapinfo), dxf (формат автокад) и из прочих форматов xls, doc, txt, csv и др, что уменьшает и время подготовки и минимизирует ошибки;

6. использование функции Вставка раstra при создании графических разделов;

7. наличие установленных условных знаков, типов линий и цвета используется при формировании графических разделов программа, что позволяет сформировать чертеж по введенным координатам;

8. настройка шаблона документа до распечатки дает возможность менять оформление, шрифт и другие настройки;

9. автоматическое заполнение шаблона документа введенными данными подразумевает формирование текстового документа в программе Word из пакета Microsoft Office;

10. функция автоматической вставки публичной кадастровой карты и космического снимка;

11. автоматическое преобразование печатных документов в формат PDF является очень удобной функцией при формировании документов;

12. экспорт в XML-формат используется для предоставления в орган кадастрового учета в форме электронного документа. В случае наличия ошибок или предупреждений, подразумевает выдачу протокола ошибок и предупреждений:

13. подписание любых файлов, в том числе XML, усиленной квалифицированной электронной подписью включает не только подписание файлов, но и проверку электронно-цифровой подписи;

14. создание ZIP-архива для сдачи в орган кадастрового учета собирает прикрепленные файлы вместе с подписанными файлами в одну папку в виде архива;

15. прямое взаимодействие с Росреестром. Отправка межевых и технических планов в Росреестр непосредственно из программы по системе прямого взаимодействия на постановку на кадастровый учет, а также для представления дополнительных пакетов документов. Такая процедура упрощает работу кадастрового инженера, так как отправка осуществляется с рабочего места, не нужно идти в органы кадастрового учета, все сведения заверяются усиленной электронной подписью, заявление формируется в программе, отправка осуществляется напрямую из программы в Росреестр нажатием одной кнопки, статус заявления виден в программе, также в ней Вы можете просмотреть полученные результаты. Отправка является бесплатной;

16. предусмотрена функция автоматической регистрации и автоматического обновления программы во всех программах серии «Полигон»;

17. все программные модули полностью соответствуют законодательству. Производится постоянная доработка и обновление программ. Новые версии и обновления программ предоставляются бесплатно;

18. всем клиентам оказывается полная техническая поддержка;

19. при импорте файлов для работы с программными модулями не требуются сторонние программы (например, MapInfo), но при необходимости предусмотрен импорт в формат dxf, mid/mif и другие.

Таким образом, можно сделать вывод, что уровень автоматизации в кадастровой деятельности, как и в других сферах жизни, с каждым годом растет. Специальные компьютерные программы способны упростить, модернизировать и оптимизировать процесс формирования кадастровой документации кадастровым инженером.

### **Литература**

10. Батищев, П.С. Кадастр-2020: зеленый свет информационным технологиям и цифровизации // Второй форум молодых специалистов – кадастровых инженеров «будущее кадастра»: материалы VIII Всероссийского съезда кадастровых инженеров. — Москва, 2019. – С. 37-39

11. Батищев, П.С. Платформа «Полигон Про»: эффективное ведение кадастровой деятельности и успешное взаимодействие с

Росреестром в условиях изменения законодательства // Кадастр недвижимости. - 2017. – № 1. – С. 106-114

12. Локотченко, Е.Ю., Кондрашова, О.О. Кадастровые работы при образовании земельного участка // Вопросы науки и образования. - 2018. – № 7. – С. 297-300

## **AUTOMATION OF THE IMPLEMENTATION OF CADASTRE WORKS BY MEANS OF THE MULTIMODULAR PROGRAM POLYGON PRO**

V. Fedotova

vera1983@yandex.ru

Pushkin Leningrad State University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** cadastral work, automation, cadastral engineer

**ANNOTATION.** The authors demonstrate the advantages of using the multi-module Polygon Pro program in the automation of cadastral work.

УДК 349.41

## **РАЗРАБОТКА ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ЗАСТРОЙКЕ ТЕРРИТОРИИ ДАЧНОГО НЕКОММЕРЧЕСКОГО ПАРТНЕРСТВА ЗАТЕЙЛИВОЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ ЗОН С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ**

Е.С. Коробицына<sup>1\*</sup>, П.М. Демидова<sup>1</sup>

\*chayori@icloud.com

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский горный университет

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** зоны с особыми условиями использования территорий, база данных, кадастровый учет и регистрация прав, пространственный анализ данных.

**АННОТАЦИЯ.** Статья посвящена проблемам кадастрового учета и регистрации прав на объекты недвижимости, построенные на земельных участках, расположенных в границах зон с особыми условиями использования территорий. Предложена идея создания специальной геопространственной базы данных на примере

территории дачного некоммерческого партнерства (далее – ДНП) Затейливое Ленинградской области.

В последнее время обладатели прав собственности на земельные участки (далее также – ЗУ) наиболее часто сталкиваются с проблемой невозможности постановки на кадастровый учет и регистрации прав на построенные в границах таких участков объекты недвижимого имущества, это связано с тем, что в целях формирования единых подходов к регулированию правового статуса зон с особыми условиями использования территорий (далее также – ЗОУИТ) правообладатели объектов, размещение которых подразумевает образование ЗОУИТ, обязаны обратиться с заявлением об установлении такой зоны в ограниченный срок [3].

На территории Санкт-Петербурга указанная проблема решается благодаря существованию Региональной геоинформационной системы Санкт-Петербурга (далее также – РГИС), так как сведения о границах ЗОУИТ вносятся в нее по результатам контрольно-исполнительной съемки, переданной в Комитет имущественных отношений Санкт-Петербурга (далее также – КИО) обладателями прав на объекты, подразумевающие установку ЗОУИТ. Чаще всего обладатели таких объектов ограничиваются вышесказанным, в то время как на Публичной кадастровой карте (далее также – ПКК) сведения о ЗОУИТ отображаются только после их внесения в Единый государственный реестр недвижимости.

В связи с вышесказанным покупатели земельных участков зачастую попадают в так называемую «ловушку» и в вопросах приобретения земли руководствуются сведениями ПКК или заказанными Выписками о земельных участках, после чего совершают покупку участка, попадающего в границы ЗОУИТ, сведения о которой попросту не внесены в ЕГРН. В результате образуется ситуация, что в период строительства дома происходит регистрация зоны с особыми условиями использования территорий, к примеру, запрещающей размещение в своих границах объектов капитального строительства (далее также – ОКС), как следствие, кадастровый учет и регистрация прав на такой дом более невозможны, а собственник земельного

участка тем самым получает объект со статусом самовольной постройки.

Более того, на текущий момент времени действует упрощенный порядок регистрации прав на загородное имущество граждан, называемый «дачной амнистией», призванный привлечь в гражданский оборот большее количество жилой недвижимости. Однако сейчас существует проблема несоответствия размещенных объектов недвижимости градостроительному регламенту, это объясняется тем, что в период действия «дачной амнистии» не требуется получение разрешения на строительство для жилых и садовых домов, уведомлений о начале строительства, следовательно, не проверяются отступы от красных линий улиц и проездов, а также от границ соседних земельных участков [1].

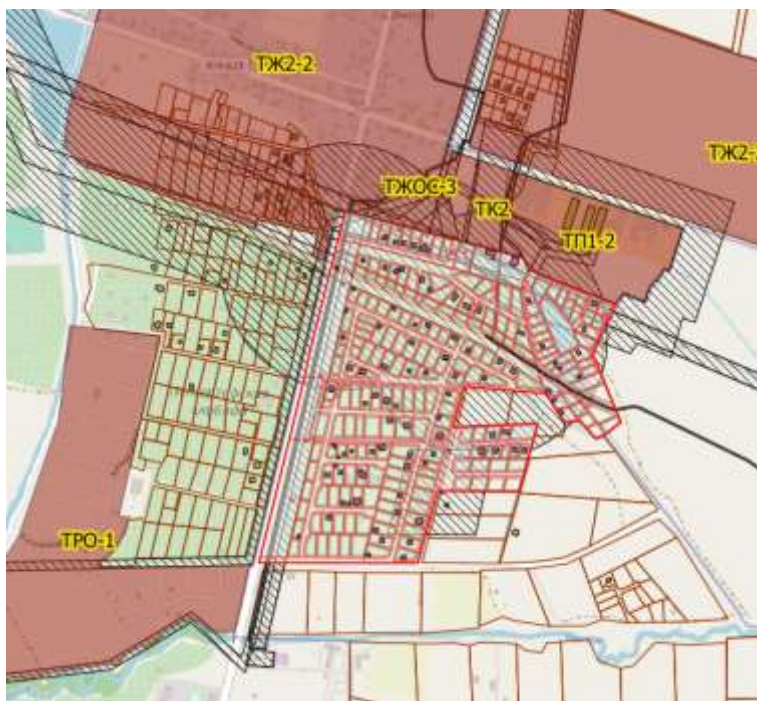
При этом, РГИС, функционирующая на территории Санкт-Петербурга, не решает проблему несоответствия размещенных объектов капитального строительства требованиям градостроительного регламента.

В свою очередь, Администрация конкретного Муниципального образования (далее также – Администрация) фактически не имеет ресурсов для выявления самовольной постройки, связанной с ограничениями регламента ЗОУИТ, а также построек, возведенных с нарушениями градостроительного регламента в области требований размещения объектов капитального строительства в границах земельного участка.

На основании вышесказанного территория всех регионов России нуждается в разработке и бесперебойном функционировании системы, отражающей реальную ситуацию в вопросе установленных или планируемых к установке зон с особыми условиями использования территорий в собственных границах, учитывающей градостроительный регламент территории.

Средствами QGIS создается геопространственная база данных, позволяющая с помощью выполнения запросов решать поставленные проблемы.

Графическое отображение базы данных приведено на рисунке 1.



*Рисунок 1. Графическое отображение геопространственной базы данных территории ДНП Затеиливое*

Запросы, выполняемые средствами QGIS, позволяют решать следующие задачи: находить застроенные земельные участки; определять, какая часть земельных участков имеет обременения в виде различных ЗОУИТ; учитывать градостроительный регламент территории; предусматривать установление ЗОУИТ на перспективу, путем анализа видов разрешенного использования смежных участков в связи с тем, что разнообразие вариантов использования объектов недвижимости напрямую сопряжено с понятием «Вид разрешенного использования», которое является следствием более детального, в отличие от деления на категории земель, зонирования территории [4].

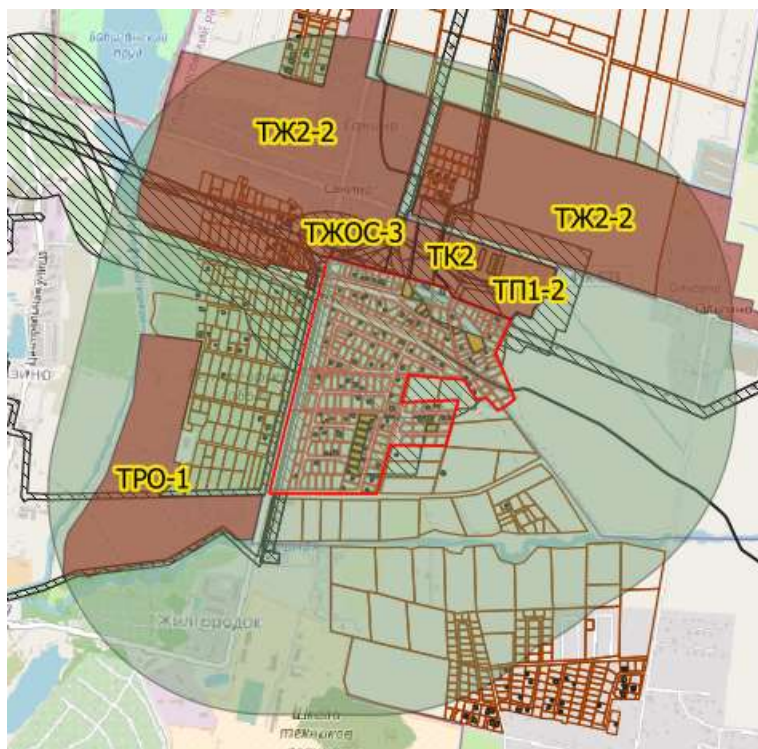
Один из важнейших вопросов, решаемых такой базой данных: определение площади и местоположения части земельного участка, застройка которой допустима согласно действующему

законодательству. Вблизи территории ДНП Затеяливое располагается предприятие IV класса опасности, имеющее санитарно-защитную зону в размере 100 метров, запрещающую строительство в своих границах. На рисунке 2 выделены части земельных участков, определенные с учетом ЗОУИТ, запрещающей строительство в своих границах, и требований градостроительного регламента, в пределах которых застройщик вправе размещать объект капитального строительства.



*Рисунок 2. Части земельных участков, в пределах которых допускается разместить ОКС*

Принято решение о создании буферной зоны относительно границ ДНП Затеяливое, которая позволит Администрации учитывать виды разрешенного использования смежных ЗУ при предоставлении таких участков для размещения объектов, подразумевающих установление зоны с особыми условиями использования территорий, которая может запретить или ограничить застройку земельных участков партнерства и реконструкцию существующих ОКС, а также поможет покупателям самостоятельно замечать наличие таких объектов вблизи планируемого к покупке земельного участка. Размер буферной зоны определен на основании анализа территориальных зон смежных с территориями ДНП Затеяливое. Буферная зона ДНП Затеяливое приведена на рисунке 3.



*Рисунок 3. Буферная зона относительно границ территории ДНП Затеиливое*

Существование единой геопространственной базы данных на территории всех регионов России решит ряд общественно-значимых проблем:

- Администрации муниципальных образований смогут своевременно выявлять объекты недвижимости, возведенные вопреки градостроительному регламенту, и требовать от собственников приведения таких объектов в положение, соответствующее правилам действующего законодательства, либо добиваться сноса таких построек через суд [2];
- для Администраций станет возможным анализировать виды разрешенного использования земельных участков, согласно



территориальным зонам и предусмотренному буферу вокруг загородных объединений граждан, находящихся вблизи жилой застройки;

- покупатели и правообладатели земельных участков смогут с легкостью определять границы прохождения ЗОУИТ и размеры части земельного участка, с учетом ЗОУИТ и градостроительного регламента, на которой допускается расположение жилого или садового дома.

### **Литература**

1. Федеральный закон от 30.06.2006 N 93-ФЗ (последняя редакция) «О внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации по вопросу оформления в упрощенном порядке прав граждан на отдельные объекты недвижимого имущества» [Электронный ресурс]. – URL : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51057/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/) (дата обращения 27.04.2021).

2. Федеральный закон от 30.04.2021 N 120-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_383341/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_383341/) (дата обращения 15.05.2021).

3. Федеральный закон от 03.08.2018 N 342-ФЗ (последняя редакция) «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_304066/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304066/) (дата обращения 05.05.2021).

4. Рыбкина, А.М., Зобова, А.Р., Кузнецова, Д.Р., Бондаренко, В.А. Разработка геоинформационного реестра и программного обеспечения оценки наиболее эффективного использования объектов собственности Санкт-Петербурга на основе данных кадастровой оценки // Московский экономический журнал. - 2021. – №3.

**DEVELOPMENT OF A GEOSPATIAL DATABASE FOR USE IN THE DEVELOPMENT A TERRITORY OF THE SUBURBAN NON-PROFIT PARTNERSHIP ZATEYLIVOE OF THE LENINGRAD REGION, TAKING INTO ACCOUNT THE ZONES WITH SPECIAL CONDITIONS FOR THE USE OF TERRITORIES**

E. Korobitsyna<sup>1\*</sup>, P. Demidova<sup>1</sup>

\* chayori@icloud.com

<sup>1</sup> Saint Petersburg Mining University

**KEYWORDS:** zones with special conditions for the use of territories, database, cadastral registration and registration of rights, spatial data analysis.

**ANNOTATION.** The article is devoted to the problems of cadastral registration and registration of rights to real estate objects built on land plots located within the boundaries of zones with special conditions for the use of territories. The idea of creating a special geospatial database on the example of the territory of the suburban non-profit partnership Zateylivoe of the Leningrad region is proposed.

УДК 332.7+349.414+ 349.418+ 349.442

**РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО РЕЕСТРА ОБЪЕКТОВ СОБСТВЕННОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ КУРОРТНОГО РАЙОНА)**

А.Р. Зобова<sup>1\*</sup>, А.М. Рыбкина<sup>1</sup>

\*aniutazobova@yandex.ru

<sup>1</sup> Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** земельный участок, вид разрешенного использования, кадастровая стоимость, объекты недвижимости, государственная собственность, геоинформационный анализ, база данных.

**АННОТАЦИЯ.** Статья посвящена проблемам представления и управления земельными участками, находящимися в собственности Санкт-Петербурга. Предложены способы управления недвижимостью

на основе реализации принципа вариативности ее использования и применения методов геоинформационного анализа, а также разработаны условия принятия управленческих решений на базе учета данных кадастровой оценки.

На сегодняшний день согласно официальной информации об изменении доли доходов бюджета Санкт-Петербурга, получаемых от реализации государственного имущества, имеет место недостаточно эффективное управление имуществом, находящимся в собственности Санкт-Петербурга, так как наблюдается отрицательная динамика по ряду показателей, в том числе наблюдается снижение доходов, получаемых в виде арендной платы, более чем в 1,3 раза за три года с 2017 г. по 2020 г.

Наилучшее использование недвижимого имущества Санкт-Петербурга обеспечивается через наилучшее использование объектов недвижимости, которое обеспечивает максимизацию настоящей (текущей) стоимости объекта недвижимости с учетом социальных, градостроительных, административных и экологических ограничений, накладываемых на его использование [3, 4].

Наилучшее использование объекта является основанием для выбора варианта использования объекта, для определения уровня цены (арендной платы, отчислений в бюджет управляющим недвижимостью и пр.) объектов недвижимости [4].

Исходя из вышеизложенного, наилучшим использованием объекта является наиболее эффективное его использование, а его выбор основывается на стоимостных показателях с учетом действующих ограничений.

Таким стоимостным показателем в кадастровой деятельности является кадастровая стоимость объектов недвижимости, на основании которой рассчитываются следующие виды платежей: налог, арендная плата, выкупная цена. При определении кадастровой стоимости происходит дифференциация недвижимости по группам в зависимости от видов разрешенного использования [2].

Разнообразие вариантов использования объектов недвижимости напрямую сопряжено с понятием «Вид разрешенного использования» (далее – ВРИ). Введение этого понятия является следствием более

детального, в отличие от деления на категории земель, зонирования территории в масштабах субъекта федерации, региона или иного территориального деления.

В настоящее время в Российской Федерации выделяются основные, вспомогательные и условно разрешенные виды использования. Также на законодательном уровне определена возможность и порядок изменения ВРИ. Так, согласно части 4 статьи 37 ГрК РФ правообладатель земельного участка может самостоятельно выбирать основные и вспомогательные ВРИ земельного участка [1]. Так как в настоящий момент в кадастровой оценке реализуется раздельный принцип оценки каждого объекта первую очередь необходимо решать вопрос о наиболее эффективном использовании земельного участка как первичного объекта недвижимости.

На основании вышеизложенного в основу работы заложен принцип вариативности использования недвижимости. Так, в настоящий момент существует табличная база данных объектов собственности Санкт-Петербурга с учетом одного варианта разрешенного использования согласно сведениям ЕГРН (ВРИ<sub>ЕГРН</sub>), в рамках работы на примере земельных участков Курортного района г. Санкт-Петербурга в системе координат СК-1964 разработана геоинформационная база данных объектов собственности Санкт-Петербурга с учетом всех возможных вариантов разрешенного использования согласно Правилам землепользования и застройки (ВРИ<sub>ПЗ</sub> по градостроительным регламентам [5]) (рис. 1) [6].

a)

Наименование	Адрес	Код ВРИ	Код ВРИ ПЗ	Код ВРИ ЕГРН	Код ВРИ ИИ	Код ВРИ ИИ ПЗ	Код ВРИ ИИ ЕГРН	Код ВРИ ИИ ИИ
Объект недвижимости	Санкт-Петербург, район Курортный, улица Курортная, д. 1	05-01/001	05-01/001	05-01/001	05-01/001	05-01/001	05-01/001	05-01/001
Объект недвижимости	Санкт-Петербург, район Курортный, улица Курортная, д. 2	05-01/002	05-01/002	05-01/002	05-01/002	05-01/002	05-01/002	05-01/002
Объект недвижимости	Санкт-Петербург, район Курортный, улица Курортная, д. 3	05-01/003	05-01/003	05-01/003	05-01/003	05-01/003	05-01/003	05-01/003
Объект недвижимости	Санкт-Петербург, район Курортный, улица Курортная, д. 4	05-01/004	05-01/004	05-01/004	05-01/004	05-01/004	05-01/004	05-01/004
Объект недвижимости	Санкт-Петербург, район Курортный, улица Курортная, д. 5	05-01/005	05-01/005	05-01/005	05-01/005	05-01/005	05-01/005	05-01/005
Объект недвижимости	Санкт-Петербург, район Курортный, улица Курортная, д. 6	05-01/006	05-01/006	05-01/006	05-01/006	05-01/006	05-01/006	05-01/006
Объект недвижимости	Санкт-Петербург, район Курортный, улица Курортная, д. 7	05-01/007	05-01/007	05-01/007	05-01/007	05-01/007	05-01/007	05-01/007
Объект недвижимости	Санкт-Петербург, район Курортный, улица Курортная, д. 8	05-01/008	05-01/008	05-01/008	05-01/008	05-01/008	05-01/008	05-01/008
Объект недвижимости	Санкт-Петербург, район Курортный, улица Курортная, д. 9	05-01/009	05-01/009	05-01/009	05-01/009	05-01/009	05-01/009	05-01/009
Объект недвижимости	Санкт-Петербург, район Курортный, улица Курортная, д. 10	05-01/010	05-01/010	05-01/010	05-01/010	05-01/010	05-01/010	05-01/010

б)



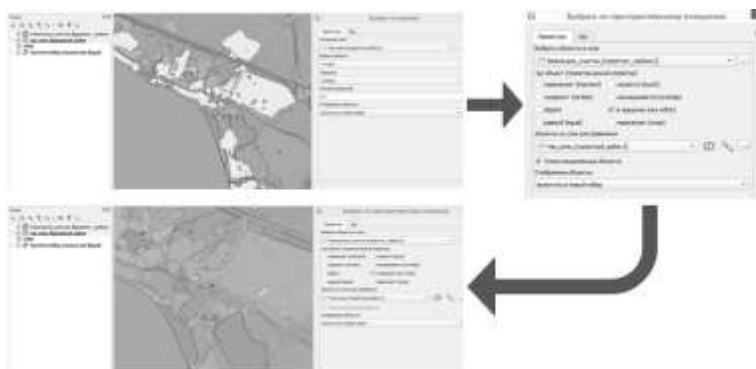
*Рисунок 1. Реестр объектов собственности Санкт-Петербурга (на примере земельных участков Курортного района г. Санкт-Петербурга): а) – Существующая табличная база данных; б) – Разработанная геоинформационная база данных [6]*

Система управления разработанной базой данных (СУБД): MapInfo.

Следует отметить, что применение методов геоинформационного анализа при ведении реестра собственности Санкт-Петербурга ведет к усовершенствованию существующей имущественной информации.

Результаты анализа могут быть показаны на карте или оформлены в виде отчетов для поддержки принятия управленческих решений. Последние события в сфере недвижимости на основе определения местоположения предвещают появление новых возможностей, основанных на комбинировании функций карт и анализа.

Для реализации принципа вариативности использования недвижимости и определения ее наиболее эффективного использования необходимо провести геоинформационный анализ разработанной базы данных земельных участков Курортного района Санкт-Петербурга. Данный вид работ может быть выполнен в программе QGIS, результаты представлены на рисунке 2.



*Рисунок 2. Геоинформационный анализ базы данных объектов собственности Санкт-Петербурга*

Таким образом, программа обращается к базе данных, выявляет возможность выбора участка по нужному критерию. На рисунке 2 представлен пример под вид использования (ВРИ) – 4.7 «Гостиничное обслуживание». То есть, из всех существующих территориальных зон отфильтровываются только те, где возможно разместить объекты гостиничного назначения, далее в данных территориальных зонах отбираются земельные участки собственности Санкт-Петербурга. Таким образом, перед пользователем открывается карта участков Курортного района, возможных для использования под гостиничное обслуживание.

Выбрав конкретный земельный участок, пользователь может получить информацию о его характеристиках (рис. 3).



*Рисунок 3. Информация о характеристиках выбранного земельного участка*

На примере, представленном на рисунке 3, указано, что в данный момент участок числится под ВРИ 2.1 «Для размещения дач» (ВРИ<sub>ЕГРН</sub>). Таким образом, требуется выполнить перевод данного участка в другой вид использования – 4.7 «Гостиничное обслуживание» (ВРИ<sub>запрос</sub>).

Возникает задача в обосновании целесообразности данного перехода. Для решения данного вопроса на языке Python разработана программа для ЭВМ, которая производит расчет удельного показателя кадастровой стоимости (УПКС) для каждого из вариантов и отображает максимальное значение (рис. 4).



*Рисунок 4. Расчет УПКС в разработанной программе для ЭВМ*

В соответствии с вышеизложенным предлагаются условия принятия управленческих решений, представленные в таблице.

*Таблица. Условия принятия управленческих решений*

Условие	Решение
$\begin{cases} ВРИ_{запрос} = ВРИ_{ЕГРН} \\ УПКС = УПКС_{max} \end{cases}$	Предоставить
$\begin{cases} ВРИ_{запрос} \neq ВРИ_{ЕГРН} \\ ВРИ_{запрос} \in ВРИ_{ПЗ} \\ УПКС = УПКС_{max} \end{cases}$	Выбор наилучшего запроса: с наибольшим УПКС → сменить ВРИ и предоставить

Следует отметить, что применение методов геоинформационного анализа при ведении реестра собственности Санкт-Петербурга ведет к усовершенствованию существующей имущественной информации, а расширение вариативности использования недвижимости позволит привлечь внимание к невостребованным на сегодняшний день объектам, что повлечет за собой увеличение доходности такой недвижимости, а, следовательно, будет свидетельствовать о повышении эффективности управленческих действий.

На современном этапе государственная кадастровая оценка земель является важным экономическим инструментом в управлении земельными ресурсами, который позволяет осуществлять регулирование не только их эффективного и рационального использования, но и проводить сбалансированное планирование доходов бюджета, стимулировать развитие инвестиционных процессов, способствовать грамотному формированию модели городского развития и решению проблемы неэффективного использования земельных ресурсов.

Таким образом, принятие решений о предоставлении участков на основе показателей кадастровой стоимости наиболее корректно в существующих рыночных условиях, а разработанный геоинформационный реестр значительно упростит работу по реализации предложенных подходов.



## Литература

13. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант-плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант-плюс»

14. Демидова, П.М., Хрусталева, О.А. Моделирование кадастровой стоимости земельных участков промышленного назначения Санкт-Петербурга // Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле - и природопользования. Материалы II Международной научно-практической конференции. Под ред. А.М. Олейника, М.А. Подковыровой. - 2019. – С. 92-96

15. Меркушева, В.С., Любарская, М.А., Козлов, А.Ю. Основные подходы к эффективному управлению государственной собственностью как фактору экономического развития страны // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. - 2019. – № 1. – С. 278-287

16. Постановление правительства Санкт-Петербурга от 04.06.2001 №30 «О Концепции управления недвижимостью Санкт-Петербурга» // Справочно-правовая система «Консультант-плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант-плюс»

17. Постановление правительства Санкт-Петербурга от 21.06.2016 № 524 «О Правилах землепользования и застройки Санкт-Петербурга» // Справочно-правовая система «Консультант-плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант-плюс»

18. Разработка геоинформационного реестра и программного обеспечения оценки наиболее эффективного использования объектов собственности Санкт-Петербурга на основе данных кадастровой оценки / А.М. Рыбкина, А.Р. Зобова, Д.Р. Кузнецова, В.А. Бондаренко [Электронный ресурс] // Московский экономический журнал. - 2021. - № 3/2021. – URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-3-2021-14> (дата обращения: 12.05.2021 г.)

**DEVELOPMENT OF A GEOINFORMATION REGISTER OF  
PROPERTY OBJECTS IN ST. PETERSBURG FOR THE MOST  
EFFECTIVE USE (ON THE EXAMPLE OF LAND PLOTS IN THE  
RESORT DISTRICT)**

A. Zobova<sup>1\*</sup>, A. Rybkina<sup>1</sup>

\*aniutazobova@yandex.ru

<sup>1</sup> Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** land plot, type of permitted use, cadastral value, real estate objects, state property, geoinformation analysis, database.

**ANNOTATION.** The article is devoted to the problems of representation and management of land plots owned by St. Petersburg. The methods of real estate management based on the implementation of the principle of variability of its use and the use of methods of geoinformation analysis are proposed, as well as the conditions for making managerial decisions based on accounting for cadastral valuation data are developed.

УДК 332.622

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ЗОН ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ  
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА РЫНОЧНУЮ СТОИМОСТЬ  
ЗЕМЕЛЬ  
(НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГА)**

И.С. Дьячкова<sup>1\*</sup>, Е.Н. Быкова<sup>1</sup>, И.И. Рагузин<sup>1</sup>, С.Д. Билей<sup>1</sup>

\*s195014@stud.spmi.ru

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский горный университет, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** стоимость земли, зоны с особыми условиями использования территорий, метод парных продаж, культурное наследие, земли с обременением.

**АННОТАЦИЯ.** В данной статье представлены исследование влияния режима зон охраны объектов культурного наследия на стоимость земельных участков, предназначенных для индивидуального жилищного строительства.

В настоящее время в России актуальными становятся вопросы установления зон с особыми условиями использования территорий, каждая из которых накладывает особый режим хозяйственной деятельности на земельные участки. Одной разновидностью таких зон являются зоны охраны объектов культурного наследия, которые устанавливаются в целях сохранения памятников истории и культуры Российской Федерации в их исторической среде. Выделяют три вида зон охраны объектов культурного наследия: охранный зона, зона регулирования застройки и хозяйственной деятельности и зона охраняемого природного ландшафта. Согласно Постановлению Правительства РФ от 12.09.2015 N 972 «Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации» режимы использования земель в их границах существенно влияют на хозяйственную деятельность и не позволяют в полной мере использовать потенциал земельного участка, т.е. извлекать максимальный доход и являются источником убытков [1, 2]. Изучение влияния зон на использование земельных участков, предназначенных для индивидуального жилищного строительства, показало, что наличие такой зоны снижает возможности собственника в землепользовании (табл. 1).

*Таблица 1. Влияние зон охраны на использование земель индивидуальной жилой застройки*

<b>№</b>	<b>Содержание ВРИ для ИЖС</b>	<b>Охранный зона</b>	<b>Зона регулирования застройки и хозяйственной деятельности</b>	<b>Зона охраняемого природного ландшафта</b>
1	Строительство, размещение индивидуального жилого дома;	Запрещено. Только восстановление, воссоздание, восполнение частично или полностью	Ограничено. Только хозяйственная деятельность, необходимая для обеспечения	Запрещено строительство объектов капитального строительства, ограничение хозяйственной
2	Размещение индивидуальных			

	гаражей и хозяйственных построек	утраченных элементов и (или) характеристик историко-градостроительной и (или) природной среды	сохранности объекта культурного наследия	деятельности, капитального ремонта и реконструкции объектов капитального строительства
3	Выращивание плодовых, ягодных, овощных, бахчевых или иных декоративных или сельскохозяйственных культур	Ограниченно. Только хозяйственная деятельность, необходимая для обеспечения сохранности объекта культурного наследия	Ограничено. Только хозяйственная деятельность, необходимая для обеспечения сохранности объекта культурного наследия	Ограничено. Сохранение сложившегося в охраняемом природном ландшафте соотношения открытых и закрытых пространств

Поэтому в процессе оценки земель, обремененными объектами культурного наследия, важным аспектом является учет ограничений прав и обременений использования земель зонами их охраны.

В настоящее время оценка кадастровой и рыночной стоимости земельных участков проводится без учета влияния зон охраны объектов культурного наследия. По мнению Сутягина В.Ю. [1] и Грибовского С.В. [3] зоны охраны объектов культурного наследия влияют на стоимость земель. Причем в виду снижения потенциального дохода и возможностей использования земель рыночная стоимость земельных участков может снижаться.

Целью данных исследований является выявление влияния наличия зон охраны на рыночную стоимость земельных участков, предназначенных для индивидуального жилищного строительства на примере Оренбурга. Для определения влияющих на рыночную стоимость земельных участков факторов были проанализированы отчеты о проведении кадастровой оценки земель населенных пунктов 2020, которая проводилась ГБУ «Госкадаоцентр Оренбургской области».

Объектами оценки выбраны земельные участки, предназначенные для индивидуального жилищного строительства. Данный вид жилой недвижимости общераспространён в любом населенном пункте России. По итогам 2018г. основную массу предложений (около 90%) составляли именно земельные участки под индивидуальное жилищное строительство (ИЖС), личное подсобное хозяйство (ЛПХ), земли под садоводство [4].

На основании сведений отчета об итогах государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов и земель промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земель для обеспечения космической деятельности, земель обороны, безопасности и земель иного специального назначения на территории Оренбургской области №03-2020/НП-ПРОМ от 15.09.2020, выполненном ГБУ «Госкадоцентр Оренбургской области», определен состав ценообразующих факторов для земельных участков, предназначенных или занятых ИЖС (табл. 2).

*Таблица 2. Обоснование факторов*

<b>№</b>	<b>Название фактора</b>	<b>Обоснование</b>
1	Расстояние до магистрали, м.	ГБУ «Госкадоцентр Оренбургской области»
2	Расстояние до остановки общественного транспорта, м.	
3	Расстояние до здания администрации г. Оренбурга, м.	
4	Расстояние до учреждения образования, м.	
5	Дата сделки	[3, 5]
6	Площадь, кв.м.	[3, 5]
7	Наличие зон охраны объектов культурного наследия (да/нет)	[6]

Исходя из положений Методических указаний [5], анализа рынка недвижимости и собранной рыночной информации, а также учитывая фактическое использование объектов оценки, достаточность и достоверность рыночной информации, при определении рыночной стоимости применялся сравнительный подход.

Сравнительный подход основан на сравнении цен сделок (предложений) по аналогичным объектам недвижимости. Сравнительному подходу отдается предпочтение перед другими подходами к оценке при достаточной активности рынка объектов недвижимости и при достаточности и репрезентативности информации о сделках (предложениях) с объектами недвижимости.

В качестве эталонного объекта недвижимости приняты условные земельные участки, предназначенные для индивидуального жилищного строительства, расположенные в центре кадастрового квартала. В случае, если участок относится к нулевому кадастровому кварталу, его принадлежность к объекту-эталону определялась с учетом площади пересечения объекта оценки и кадастрового квартала.

Для того, чтобы количественно оценить влияние зон охраны объектов культурного наследия на кадастровую стоимость земельных участков, применяется метод парных продаж.

Первым этапом были собраны рыночные данные по рынку недвижимости Оренбурга в период с 2015 по 2021 гг. были отобраны 7 объектов-аналогов, попавших в границы зон охраны объектов культурного наследия, и 10 земельных участков, не попадающих в границы таких зон.

Сравниваемыми характеристиками являются оценочные факторы. Оцениваемыми объектами являются эталонные земельными участки, для которых неизвестна цена сделки, но получены все значения факторов.

Вторым этапом рассматриваются и вводятся корректировки. Прежде всего, вводится корректировка на дату сделки.

Земельный рынок Оренбургской области в сегменте земельных участков для малоэтажной застройки значительно развит. Существенную часть рынка занимают земельные участки для малоэтажной застройки (ИЖС, ЛПХ), а также садоводство и огородничество.

В Отчете [7] дана корректировка рынка недвижимости на 01.03.2021 г. Для анализа рынка земельных участков, предназначенных для жилищного строительства, использовались данные о сделках и предложениях за период 2015-2019 г. Стоимость земли со временем претерпела значительные изменения, в связи с чем

необходимо привести данные к сопоставимому виду с помощью корректировки на дату. Корректировка на дату была рассчитана на основании средних цен 1 кв.м. общей площади квартир на первичном рынке жилья Оренбургской области как на одном из наиболее развитых сегментов рынка недвижимости, в целом отражающем общие тенденции изменения цен на рынке недвижимости.

В силу того, что по рынку недвижимости Оренбурга есть возможность получить информацию, были проанализированы цены за 1 кв.м. земель для ИЖС с 2015 года с использованием аналитических сервисов Restat [8] и Росриэлт Оренбург [9]. Поправка на площадь вводится на основании приказа Минэкономразвития от 12 мая 2017 г. N 226 «Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке» [5].

С помощью применения метода парных продаж были рассчитаны корректировки  $\Pi_s$  в виде денежного эквивалента и получены рыночные стоимости объекта оценки с учетом зоны охраны объекта культурного наследия и без учета данной зоны по формуле 1:

$$\Pi_s = \frac{(C_{\text{аналог1}} - C_{\text{аналог2}})}{(S_{\text{аналог1}} - S_{\text{аналог2}})} * Z_{00} \quad (1)$$

где  $C_{\text{аналог1}}$  – цена аналога, сходного с объектом оценки;  
 $Z_{00}$  – значение фактора объекта оценки.

Коэффициент учета зон охраны объектов культурного наследия  $K$  рассчитывается по формуле (2):

$$K = \frac{C_{\text{зоны}}}{C_{\text{без зон}}} = \frac{3\,049\,326}{4\,456\,581} = 0,68 \quad (2)$$

где  $C_{\text{зоны}}$  – рыночная стоимость объекта оценки с учетом влияния регламента зон охраны объектов культурного наследия, руб.;

$C_{\text{без зон}}$  – рыночная стоимость объекта оценки без учета влияния регламента зон охраны объектов культурного наследия, руб.

По полученным результатам можно сказать, что наличие зон охраны объектов культурного наследия уменьшает стоимость земель на 32% и в процессе проведения оценки земель следует учитывать их наличие.

## **Благодарности**

Исследование выполнено за счет субсидии на выполнение государственного задания в сфере научной деятельности на 2021 год №FSRW-2020-0014.

## **Литература**

1. Сутягин, В.Ю. Учет влияния охранных зон на стоимость земельного участка // Имущественные отношения в РФ. — 2017. — №12 (195). — С.82-98

2. Постановление правительства «Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации» от 12.09.2015 № 971 // КонсультантПлюс

3. Грибовский, С.В., Баринов, Н.П., Анисимова, И.Н. О повышении достоверности оценки рыночной стоимости методом сравнительного анализа // Вопросы оценки. – 2002. – 1. – с.2-10

4. Продажа участков — рынок земли в Оренбурге [Электронный ресурс] // realtymag.ru . - URL: <https://www.realtymag.ru/orenburgskaya-oblast/orenburg/zemelny-uchastok/prodazha/> (дата обращения: 05.09.2021)

5. Приказ Минэкономразвития России (ред. от 09.09.2019) "Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.05.2017 N 46860) от 12.05.2017 N 226 // КонсультантПлюс

6. Быкова, Е.Н. Оценка земель с обременениями в использовании. Теория и методология. — Издательство: Лань, 2019 г. — 240с.

7. Фонд данных государственной кадастровой оценки [Электронный ресурс]// Росреестр. - URL: [https://rosreestr.gov.ru/wps/portal/cc\\_ib\\_svedFDGKO](https://rosreestr.gov.ru/wps/portal/cc_ib_svedFDGKO) (дата обращения: 05.09.2021)

8. Цена продажи участков в Оренбурге [Электронный ресурс] // Restate.ru. - URL: <https://orenburg.restate.ru/graph/ceny-prodazhi-zemli/> (дата обращения: 05.09.2021)



9. Цены на недвижимость в Оренбурге [Электронный ресурс] // Росриэлт. - URL:<https://rosrealt.ru/orenburg/cena> (дата обращения: 05.09.2021)

## **INFLUENCE OF THE REGIME OF PROTECTION ZONES OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS ON THE MARKET VALUE OF LANDS (ON THE EXAMPLE OF ORENBURG)**

I. Dyachkova<sup>1\*</sup>, E. Bykova<sup>1</sup>, I. Raguzin<sup>1</sup>, S. Biley<sup>1</sup>

\*s195014@stud.spmi.ru

<sup>1</sup>Saint Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEY WORDS:** land value, zones with special conditions for the use of territories, method of pair sales, cultural heritage, land with encumbrances.

**ANNOTATION.** This article presents a study of the impact of the regime of protection zones of cultural heritage sites on the value of land plots intended for individual housing construction.

УДК 502/504:630\*11

## **ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИЙ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

О.С. Гурьева<sup>1\*</sup>, М.Е. Скачкова<sup>1</sup>, В.Ф. Ковязин<sup>1</sup>, М.М. Болтов<sup>1</sup>

\*olga.gureva1995@gmail.com

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский горный университет», Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** зеленые насаждения, индикаторы оценки территории.

**АННОТАЦИЯ.** Освещены недостатки существующего методического обеспечения оценки зеленых насаждений общего пользования. На основе критического анализа литературы предложен перечень критериев комплексной оценки зеленых насаждений общего пользования, предполагающий качественно-количественные показатели. Проведена экспресс-оценка территории Невского района с

позиции доступности зеленых насаждений общего пользования, которая выявила проблемы неравномерности в обеспеченности района озеленением.

Зеленые насаждения на сегодняшний день играют одну из ключевых ролей в вопросах качества жизни городского населения на фоне растущих темпов урбанизации [1]. Высокая ценность озелененных территорий в городской структуре объясняется широким спектром функций, выполняемых ими: экологическая, экономическая, декоративно-планировочная, социальная, научно-познавательная [2 – 5].

Вопросы, связанные со значимостью городских зеленых насаждений в решении проблем управления, экологии и охраны благополучия и здоровья населения, поднимаются на международном уровне. В частности, становится очевидным, что городское озеленение предлагает решения по устранению ряда последствий быстрой неустойчивой урбанизации, становясь перспективным направлением инвестиций [6, 7]. В связи с этим особое внимание авторами и организациями по всему миру уделяется оценке качества озеленения. Европейским региональным бюро Всемирной организации здравоохранения предлагается перечень характеристик, отражающих качество и степень влияния городских зеленых зон на здоровье и благополучие населения, среди которых помимо количественных показателей (площадь, расстояние, размеры) так же выделяются и качественные показатели – восприятие, формируемый пейзаж, безопасность, наличие инфраструктуры и т.д. [7].

Несмотря на концентрацию внимания мирового сообщества на повышении качества городской «зеленой» инфраструктуры, в Санкт-Петербурге на настоящий момент остаются неразрешенными некоторые вопросы в части регулирования и управления территориями зеленых насаждений. Так, согласно городскому законодательству, одним из важнейших показателей зеленых насаждений общего пользования (ЗНОП) является обеспеченность населения, определяемая как соотношение суммы площадей всех территорий ЗНОП к общему количеству лиц, зарегистрированных в том или ином районе Санкт-Петербурга [8]. Однако понятие «качество

ЗНОП» законодательно не регламентируется, в результате чего при расчете обеспеченности учитываются территории, которые фактически не могут быть признаны зелеными насаждениями: пустыри, незаконные парковки автомобильного транспорта и др.

Широкое распространение в качественной оценке зеленых насаждений получили методики, предполагающие использование специальных показателей – индикаторов, характеризующих озелененность городской территории как на локальном, местном, так и на городском уровне. Однако набор индикаторов оценки различен в зависимости от целей использования результатов и индивидуальных особенностей территории. На законодательном уровне перечень рассматриваемых индикаторов не закреплён, однако описаны основные функции, выполняемые зелеными насаждениями в Санкт-Петербурге [5]. На основании анализа положений существующих методик и выдвигаемых предложений отечественных и зарубежных авторов, а также закреплении за ЗНОП рекреационной функции в качестве приоритетной был сформирован перечень ключевых индикаторов комплексной оценки территорий ЗНОП в Санкт-Петербурге (рис.1) [1, 5, 8 – 12].

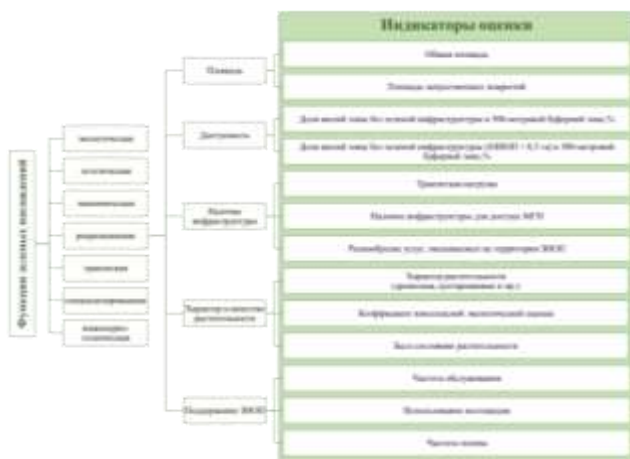


Рисунок 1. Критерии комплексной оценки ЗНОП

Одним из индикаторов качества зеленых насаждений в предлагаемой методике выступает доступность для населения. На городском уровне законодательно не закреплено понятие «доступность ЗНОП». Поскольку обеспеченность ЗНОП определяется в границах административного района, а термин «доступность» не закреплен, то любые изменения в пространственном положении ЗНОП на территории района на показатель обеспеченности не влияют [13].

Исследование выполнено за счет субсидии на выполнение государственного задания в сфере научной деятельности на 2021 год №FSRW-2020-0014. В качестве объекта исследования доступности ЗНОП была выбрана территория Невского района Санкт-Петербурга. Площадь жилой застройки в границах административного района на сегодняшний день составляет более 100 га и продолжает расти за счет интенсивного жилищного строительства [14]. При помощи средств программного продукта MapInfo Professional версии 15.0 был проведен анализ доступности объектов ЗНОП для населения:

1. Среди перечня ЗНОП [15], расположенных на территории района, были выбраны объекты, площадь которых составляет более 0,5 га [1, 7, 12].

2. Построены буферные зоны радиуса 300 м – зоны доступности объектов ЗНОП [7, 12] (рис.2).

3. В рамках анализа было выявлено, что более 600 объектов капитального строительства – жилых зданий – не попадают в зону покрытия построенных зон доступности, что составляет более 30% от всей выборки жилых зданий в районе.



*Рисунок 2. Построение зон доступности объектов ЗНОП  
Невского района*

Проведенный анализ действующего регионального законодательства, существующих методик, предложений отечественных и зарубежных авторов, а также доступности ЗНОП для населения в развивающемся районе Санкт-Петербурга продемонстрировали необходимость закрепления понятий «качество ЗНОП» и «доступность ЗНОП» с учетом особенностей рассматриваемых территорий и их значимости в решении проблем по устранению последствий быстрой неустойчивой урбанизации.

### **Литература**

19. De la Barrera, F. Indicators for green spaces in contrasting urban settings / F. De la Barrera, S. Reyes-Paecke, E. Banzhaf // *Ecological Indicators*. - 2016. — № 62. — С.212-219. — DOI 10.1016/j.ecolind.2015.10.027

20. Потапова, Е. В. Глобальные проблемы озеленения населённых пунктов / Е. В. Потапова // *Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции*, Красноярск, 22 декабря 2017 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева". - 2017. – С. 24-28

21. Levent, T.B. & Vreeker, R. & Nijkamp, P., *Multidimensional Evaluation of Urban Green Spaces: A Comparative Study on European Cities Serie Research Memoranda 0017*, VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics, 2004

22. Силин, Р. В., Касьянов, В. Ф. Критерии оценки качества объектов озеленения общего пользования в контексте задачи развития озеленённых территорий г. Могилева / Р. В. Силин, В. Ф. Касьянов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2018. - №4. - С. 72 - 79

23. Распоряжение Комитета Санкт-Петербурга по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности от 03.02.2021 N 17-р «Об утверждении Методики оценки экологического состояния зеленых насаждений Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. - URL : <https://docs.cntd.ru/>

24. Организация Объединенных Наций. Официальный сайт. Зеленые насаждения: бесценный ресурс для охраны здоровья городского населения [Электронный ресурс]. - URL : <https://www.un.org/ru/chronicle/article/21926>

25. Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро. Городские зеленые зоны: краткое руководство к действию 2017 [Электронный ресурс]. - URL : [https://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0020/342290/Urban-Green-Spaces\\_RUS\\_WHO\\_web.pdf](https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0020/342290/Urban-Green-Spaces_RUS_WHO_web.pdf)

26. Закон Санкт-Петербурга от 28.06.2010 N 396-88 «О зеленых насаждениях в Санкт-Петербурге» [Электронный ресурс]. – URL : <https://docs.cntd.ru/>.

27. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.03.2019 N 510-р «Об утверждении методики формирования индекса качества городской среды» [Электронный ресурс]. – URL : <https://docs.cntd.ru/>.

28. Авдеева, Е. В. Оценка качества городских открытых пространств (на примере объектов озеленения общего пользования г. Красноярск) / Е. В. Авдеева, Е. А. Вагнер // Системы. Методы. Технологии. - 2013. – № 4(20). – С. 177-183.

29. Силин, Р. В. Построение методики оценки качества городского парка в контексте проблемы обеспечения устойчивого развития городских поселений / Р. В. Силин, В. Ф. Касьянов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2018. - № 6. - С. 57-64. - DOI 10.12737/article\_5b115a674daca3.39959922.

30. Klimanova, O. A. Green infrastructure indicators for urban planning: Applying the integrated approach for russian largest cities / O. A. Klimanova, O. I. Illarionova // Geography, Environment, Sustainability. - 2020. - Vol. 13. - No 1. - P. 251-259. - DOI 10.24057/2071-9388-2019-123.

31. MLA+ "Нераскрытый зеленый Петербург". [Электронный ресурс]. - URL : <https://www.mlaplus.com/>.

32. Администрация Санкт-Петербурга. Официальный сайт [Электронный ресурс]. - URL : <https://www.gov.spb.ru/gov/terr/nevsky/>.

33. Закон Санкт-Петербурга от 08.10.2007 N 430-85 «О зеленых насаждениях общего пользования» [Электронный ресурс]. - URL : <https://docs.cntd.ru/>

## INDICATORS OF ASSESSMENT OF GREEN SPACES ON THE EXAMPLE OF ST. PETERSBURG

O. Gureva<sup>1\*</sup>, M. Skachkova<sup>1</sup>, V. Kovyazin<sup>1</sup>, M. Boltov<sup>1</sup>

\* [olga.gureva1995@gmail.com](mailto:olga.gureva1995@gmail.com)

<sup>1</sup> Saint Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** green spaces, indicators of assessment of the territory.

**ANNOTATION.** The shortcomings of the existing methodological support for the assessment of public green spaces are highlighted. On the basis of a critical analysis of the literature, a list of criteria for a comprehensive assessment of public green spaces is proposed, suggesting qualitative and quantitative indicators. An express assessment of the territory of the Nevsky District was carried out from the standpoint of the availability of green spaces for general use, which revealed the problems of unevenness in the provision of greenery in the area.

УДК 332.7+349.414+ 349.418+ 349.442

## РАЗРАБОТКА 4D КАДАСТРОВОЙ МОДЕЛИ ГЕОБАЗЫ ПГУПС

В.А. Сацкевич<sup>1\*</sup>, А.М. Рыбкина<sup>1</sup>

\*satskevich.valerya@yandex.ru

<sup>1</sup> Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I, Российская Федерация, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** кадастровый учет, 4D моделирование, временная геоинформационная система, объекты недвижимости.

**АННОТАЦИЯ.** В работе, на основе изучения существующих процедур кадастрового учета объектов недвижимости, рассматривается необходимость разработки 4D кадастровой модели объектов недвижимости имущественного комплекса (Геобазы ПГУПС), которая сможет наглядно отразить изменения, произошедшие с объектами в течение их эксплуатации.

В настоящее время в Российской Федерации все недвижимое имущество должно быть учтено в Едином государственном реестре недвижимости (далее – ЕГРН). Действующее законодательство предполагает осуществление регистрации в 2D и 3D формате, однако данный подход не позволяет отследить весь жизненный цикл объектов недвижимости.

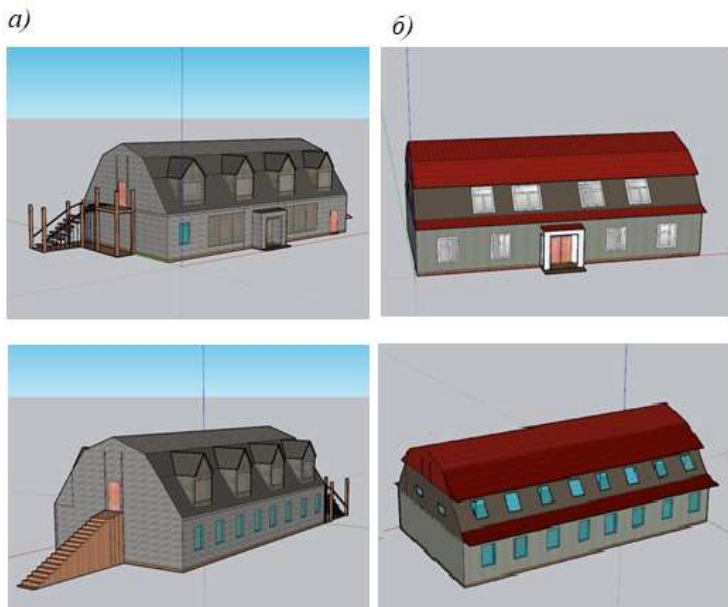
Таким образом, в настоящий момент отсутствует единая общедоступная база данных, содержащая сведения о характеристиках объектов недвижимости в разный период времени. В случае изменения, в том числе реконструкции объекта в ЕГРН вносятся новая информация, которая замещает ранее внесенные данные: при запросе сведений из ЕГРН заинтересованное лицо получает данные о текущем состоянии недвижимости, для более детального изучения необходимо обращаться к большому количеству архивных документов, чтобы собрать общее представление об объекте, о произошедших с ним преобразованиях, или делать официальный запрос в отдел нормализации и верификации баз данных Росреестра.

Исследовательские работы по 3D моделированию в кадастре активно ведутся как за рубежом, так и в Российской Федерации [1,2], что нельзя сказать о построении 4D кадастровых моделей. Изучение



возможности введения временного показателя в кадастровую деятельность началось в 2006-2010 гг. в Нидерландах [3], с 2019 года данную идею начали развивать и в Аргентине [4]. Существование и доступность, в настоящее время, мощных геоинформационных систем и технологий 3D и 4D проектирования и моделирования открывает хорошие перспективы применению рассматриваемого метода во многих организациях, выполняющих кадастровые работы.

При выполнении работ по разработке 4D кадастровой модели Геобазы ПГУПС использовались программы SketchUp и Google Earth Pro. На рисунке 1 представлены изменения объекта (спального корпуса), произошедшие в период с 2008 г. по 2021 г. Переход между моделями выполняется при помощи переключателя временных меток.



*Рисунок. Спальный корпус по состоянию на: а) - 2008 год; б) – 2021 год*

Следует отметить, что за время существования Геобазы не раз претерпела ряд существенных изменений: здания подвергались сносу, снимались с учета, выстраивались новые объекты капитального

строительства, в том числе, спальные корпуса, камеральные классы, административные помещения, также в настоящий момент в состав имущественного комплекса входит железная дорога (учебный полигон), мост и т.д. Земельный участок Геобазы по площади составляет 20 га, поэтому создание 4D кадастровой модели для динамично развивающегося имущественного комплекса такого масштаба является действенным инструментом систематизации, хранения и получения наиболее полной имущественной информации.

### **Литература**

34. Demidova, Polina; Kolesnik, Olga; Fatin, Hasan. (2020). 3D Modelling in solution of cadastral and geodetic tasks. E3S Web of Conferences. 164. 07014. [Электронный ресурс]. –

UPL : <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016407014>.

35. Van Oosterom, Peter; Bennett, Rohan; Koeva, Mila; Lemmen, Christiaan. 3D Land Administration for 3D Land Uses, Land Use Policy, Volume 98, 2020, 104665, ISSN 0264-8377. [Электронный ресурс]. – UPL : <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104665>.

36. Fatih, Döner; Thompson, Rod; Stoter, Jantien;, Lemmen, Christiaan; Ploeger, Hendrik, Oosterom, Peter; Zlatanova, Sisi. (2010). 4D cadastres: First analysis of legal, organizational, and technical impact— With a case study on utility networks. Land Use Policy. 27. 1068-1081. [Электронный ресурс]. – UPL : <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2010.02.003>.

37. Alberdi, Ramiro; A. Erba, Diego. Modeling Legal Land Object for waterbodies in the context of 4D cadastre, Land Use Policy, Volume 98, 2020, 104417, ISSN 0264-8377. [Электронный ресурс]. – UPL : <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104417>.

## **DEVELOPMENT OF THE 4D CADASTRAL MODEL OF THE GEOBASE OF PGUPS**

V. A. Satskevich<sup>1\*</sup>, A. M. Rybkina<sup>1</sup>

\*satskevich.valerya@yandex.ru

<sup>1</sup> Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** cadastral registration, 4D modeling, temporary geoinformation system, real estate objects.

**ANNOTATION.** The paper, based on the study of existing procedures for cadastral registration of real estate objects, considers the need to develop a 4D cadastral model of real estate objects of the property complex (Geobase PGUPS), which will be able to clearly reflect the changes that have occurred with the objects during their operation.

УДК 528.48

## **ПРОБЛЕМАТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ПРИ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ**

Е.В. Монтонен

89218760066@mail.ru

ИП Монтонен Е.В., кадастровый инженер, судебный эксперт по направлению землеустройство, Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** судебная экспертиза, картографические данные, кадастровая деятельность.

**АННОТАЦИЯ.** Трудности при использовании картографического материала при досудебной и судебной экспертизе по определению местоположения границ.

Большое число споров связано с выделением участка сельскохозяйственного назначения в счет земельной доли. При проведении досудебной и судебной экспертизы специалисты, собственники и органы власти сталкиваются с использованием картографического материала (КМ), изготовленного на бумажном носителе.

Распространённой практикой является сопоставление КМ, содержащегося в фонде пространственных данных, полученных в результате проведения землеустройства. Часто используются КМ, изготовленные на бумажном носителе в период до 2000 г. Чтобы лучше понять проблематику использования в досудебной и судебной экспертизе картографических материалов, изготовленных в период до 2000 года необходимо располагать информацией о точности исходных

данных, используемых при составлении КМ. В данной статье не будет рассматриваться проблематика приватизации земель, так как это отдельная и большая тема.

Земельная реформа, начавшаяся с закона РСФСР от 23 ноября 1990 [1] года положила начало перераспределению земель между индивидуальными владельцами и введению земель сельскохозяйственного назначения в более широкий гражданский оборот. Принятый в 2002 г. Федеральный закон «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» [2] должен был содействовать вовлечению сельскохозяйственной земли в оборот путем создания особых норм и механизмов. Однако, попытку следует признать неудачной, так как требований по разграничению и отводу земель в натуре не было сформировано. Утвержденная Инструкция по межеванию земель [3] от 8 апреля 1996 года была первым документом, который минимально регламентировал основное содержание, требования к точности, порядок выполнения, контроля, приемки и оформления результатов работ по межеванию земель. Тем не менее, она не затрагивала и не вносила изменения в картографо-топографические работы. Основным масштабом работ при распределении земель совхозов и колхозов был 1:10000. В основных руководящих документах [4, 5] были нормативные критерии точности отображения: «На топографических картах масштабов 1:10000, когда они созданы в результате топографических съемок, средние ошибки в плановом положении изображений объектов и четких контуров местности относительно ближайших пунктов и точек геодезической основы не должны превышать 0,5 мм. Средние ошибки в плановом положении изображений контуров растительного покрова и грунтов, исключая их четкие изгибы, являющиеся характерными точками, для всех районов не должны превышать 1 мм». Таким образом, точность определения координат объектов для масштаба 1:10000 составляет 5-10 м. Топографические карты изготавливались на основе аэрофотосъемки. Качество данного материала не всегда оценивалось объективно и однозначно. Накапливались систематические ошибки в технологическом процессе изготовления КМ. Сама отрасль была закрытой. Согласно «Основным положениям по аэрофотосъемке...»[6] в пункте 4.1 указано, «Технические средства аэрофотосъемки должны

обеспечивать *возможность* получения черно-белых аэронегативов с минимальным линейным смазом фотоизображения, не превышающим 0,05 мм для масштабов 1:10000». То есть, данные положения не содержат однозначно интерпретируемых и ясных указаний с какой точностью должны производиться работы по аэрофотосъемке масштаба 1:10000. Процесс изготовления топографических карт состоял из таких технологических операций как «накидной монтаж» и последующие «Репродукции накидного монтажа». В [6] нет однозначных критериев качества оценки промежуточных результатов по технологическим этапам. По собственной практике автора в период с 1994 по 2008 год в различных топографо-геодезических и изыскательских организациях, точность изготовления топографического материала составляла несколько десятков, иногда сотен метров. Так как, часто точность работ задавалась техническим заданием и техническими средствами на выполнение работ. Данную информацию можно найти в отчетах о выполнении топографо-картографических работ. При изготовлении картографического материала на бумажном носителе существовало понятие «первичная карта» и реплика первичной карты. В процессе работы накапливались ошибки и искажения, что негативно сказывалось на точности КМ. Сборные планы совхозов и колхозов не содержали сетки координатных линий и зарамочного оформления планшета, что делает невозможным однозначную привязку материала. Это делалось специально, так как материалы были либо с грифом «Секретно» или «ДСП». При убранной математической составляющей планшета, восстановить исходное местоположение границ и контуров не представляется возможным.

Картографические материалы, изготовленные на бумажном носителе в период до 2000 года, не отвечают точностным требованиям предъявляемым Федеральным законом "О геодезии, картографии и пространственных данных..." от 30.12.2015 N 431-ФЗ. Это вызывает основные проблемы и трудности при досудебной и судебной землеустроительной экспертизе, в том числе при определении координат.

## Литература

1. Закон РСФСР от 23.11.1990 № 374-1 (ред. от 28.04.1993) «О земельной реформе»
2. Федеральный закон от 24.07.2002 № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения».
3. "Инструкция по межеванию земель" (утв. Роскомземом 08.04.1996)
4. Основные положения по созданию топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. ГКИНП-118. Утверждены ГУГК и ВТУ 23.03.70. Глава 11 утверждена ГУГК и ВТУ 28.03.79. – Издание второе, исправленное и дополненное. - М., ГУГК, 1979 (сфера действия общеобязательная).
5. Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000. ГКИНП-05-029-84. Утверждены ГУГК и ВТУ 25.06.84. - М., РИО ВТС, 1984 (сфера действия общеобязательная).
6. Основные положения по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов. ГКИНП-09-032-80. Утверждены ГУГК 22.04.80 и МГА 25.04.80. - М., Недра, 1982 (сфера действия общеобязательная).

## THE PROBLEM OF THE USE OF CARTOGRAPHIC MATERIAL IN THE FORENSIC EXPERTISE

E. Montonen

89218760066@mail.ru

Montonen E.V., cadastral engineer, forensic expert in land management, St. Petersburg

**KEYWORDS:** forensic examination, cartographic data, cadastral activities.

**ANNOTATION.** Difficulties in using cartographic material in pre-trial and forensic examination to determine the location of borders.

## ПРИЧИНЫ СЛАБОЙ ИЗУЧЕННОСТИ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА РОССИИ

В.Ф. Ковязин<sup>1</sup>, О.Ю. Лепихина<sup>1</sup>, П.М. Демидова<sup>1\*</sup>, О.А. Колесник<sup>1</sup>

\* Demidova\_PM@pers.spmi.ru

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский горный университет

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** данные таксационных описаний, Единый государственный реестр недвижимости, земли лесного фонда, инвентаризация лесных земель, лесоустройство.

**АННОТАЦИЯ.** Раскрыты причины слабой изученности земель лесного фонда России.

Земли лесного фонда России занимают наибольшую площадь – 1172 млн. га или 56,6 % территории страны (из них – лесопокрытая площадь составляет 809 млн. га), по сравнению с другими категориями земель. Изученность их очень слабая, этому имеется несколько причин.

Земли лесного фонда представлены различными земельными угодьями: покрытые древесной растительностью и не покрытые ею земли, водоемы, луга, сенокосы, болота, гари, вырубки и прочие. Для исследования покрытых древостоями земель требуются таксационные данные насаждений, которые получают при регулярном проведении лесоустройства. Болота при учете требуют сведений об их типе, мощности торфяной залежи и степени её разложения. Для оценки вырубок необходимы сведения об их типе, видовом составе напочвенного покрова и степени естественного возобновления хвойными породами. Для прочих угодий требуются другие данные. Разнообразные данные по угодьям невозможно получить при инвентаризации лесных земель [1].

До принятия Лесного кодекса [2] в стране регулярно, раз в 10 лет, проводилась инвентаризация лесов. Собранные данные использовались для разработки лесного реестра, статистической отчетности и в документации различных органов власти. С 2006 г. бюджетное финансирование лесоустроительной организации «Рослесинфорг» прекратилось и, соответственно, остановился процесс

инвентаризации лесов. Вместо проведения полевых измерений стали актуализировать старые таксационные данные насаждений, которые, как правило, уменьшают показатели, что особенно важно для арендаторов лесного фонда. Таким образом, появляется вопрос: какую долю искажений в таксационных описаниях и планшетах необходимо считать непригодными при ведении лесного хозяйства. В связи с изменениями в Лесной кодекс с 1 января 2022 г. возобновляются ежегодные обследования лесов.

Отсутствует зонирование лесного фонда по интенсивности ведения лесного хозяйства. Лесорастительное районирование лесов по климатическим условиям разработано, но оно свидетельствует не об интенсивности ведения хозяйства, а о породном составе насаждений.

До середины 20-х годов XXI в. в лесничествах имелось достаточное количество работников лесной охраны, которые постоянно контролировали ситуацию при своих обходах, поэтому редко отмечались самовольные рубки и возгорание леса. На пожароопасный период (май–сентябрь) к лесникам добавляли еще несколько пожарных, из так называемых пожарно-химических станций. Многие возгорания леса удавалось потушить в зародыше коллективом лесничества. Если огонь охватывал большую лесную площадь, то привлекали для тушения огня людей с других лесничеств. В настоящее время в штате лесничества осталось всего 1-2 сотрудника из числа инженерно-технических работников, временно формируются пожарно-химические станции, но они расположены за несколько километров от места пожара.

Недостаток работников отражается и в уходе за лесом. Ведутся в основном рубки ухода за средневозрастными насаждениями, поскольку можно получить древесину, слабый уход ведется за молодняками, совсем отсутствует внесение удобрений в почву, не ведется обрезка сучьев у деревьев.

Также на сегодняшний день образуется огромное количество загородных объединений граждан, многие из которых формируются «внутри» земель лесного фонда. В результате часто отмечается «захват» участков на землях лесного фонда при использовании земельных участков. На рисунке представлено расположение ДПК «Березовка», Всеволожского района, Ленинградской области.





*Рисунок. Расположение земельных участков ДПК «Березовка» среди земель лесного фонда*

Противоречивые сведения Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) и государственного лесного реестра (ГЛР) призвана устранить «Лесная амнистия». При этом сведения ЕГРН становятся приоритетными при соблюдении определенных условий [3].

Также, на землях лесного фонда слабо развита инфраструктура, особенно транспортная сеть. Отсутствие дорог является одним из сдерживающих факторов увеличения объемов заготовки лесных ресурсов, своевременного обнаружения и тушение пожаров и проведения наземной инвентаризации лесных земель. Применение космических снимков и использование летательных аппаратов (самолетов, вертолетов и квадрокоптеров) для охраны, защиты и инвентаризации лесов не представляется возможным из-за низкого финансирования лесного хозяйства [4].

Для изучения лесных земель и растущих древостоев нужны постоянные многолетние наблюдения, которые можно проводить только на постоянных пробных площадях. Но такие объекты имеются лишь при высших учебных заведениях лесного профиля, но они тоже постепенно вырубаются из-за перехода насаждений на стадию спелости и сокращения числа исследователей лесных экосистем. В 2021 г. Правительством России принято решение о сокращении

выбросов парниковых газов путем увеличения площади лесных угодий. Для количественной оценки поглощения парниковых газов древостоями разного породного и возрастного состава на землях лесного фонда стали строиться «Карбоновые полигоны». Правда, необходимое их количество и места их расположения пока не сообщаются. Один из них создается в Тюменской области [5].

Таким образом, слабая изученность лесных земель и отсутствие достоверной информации по древостоям не позволяет провести мероприятия по повышению эффективности лесной отрасли. Для эффективного управления лесными ресурсами страны необходимо использовать оперативные сведения по лесному фонду каждого региона, а не актуализированные данные насаждений, а также использовать данные сведений ЕГРН.

Работа выполнена в рамках Научного проекта «Научный инкубатор» (№НИ-4-808-21 от 23.04.2021 г.)

#### **Литература**

1. Приказ Росземкадастра № п/203 от 15.04.2002 г.
2. Федеральный закон от 04.12.2006 N 200-ФЗ (последняя редакция) «Лесной кодекс Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299) (дата обращения 27.09.2021).
3. Федеральный закон от 29.07.2017 N 280-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях устранения противоречий в сведениях государственных реестров и установления принадлежности земельного участка к определенной категории земель» [Электронный ресурс]. – URL : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_221238](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221238) (дата обращения 27.09.2021).
4. Осипов, А.Г., Дмитриев, В.В., Ковязин, В.Ф. Методика анализа экосистемного разнообразия ландшафтов региона по материалам дистанционного зондирования // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. - № 10. – С. 49-57. - URL :<http://izvestiya.tpu.ru/archive/article/view/2849>
5. Минаев, В. Н. Таксация леса : учебное пособие / В. Н. Минаев, Л. Л. Леонтьев, В. Ф. Ковязин. / 4-е изд., стер. – СПб : Лань, 2020. – 240 с.

## REASONS FOR THE LAND STUDY OF THE LANDS OF THE FOREST FUND OF RUSSIA

V. Kovyazin, O. Lepikhina, P. Demidova\*, O. Kolesnik

\* Demidova\_PM@pers.spmi.ru

Saint Petersburg Mining University

**KEYWORDS:** data of taxation descriptions, Unified State Register of Real Estate, forest land, forest land inventory, forest management.

**ANNOTATION.** The reasons for the poor knowledge of the lands of the forest fund of Russia are considered.

УДК 630.91

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПРОБЛЕМАТИКА В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ОСВОЕНИЯ ЛЕСОВ В РОССИИ

Ю.С. Сорокина

Yulyasor0501@gmail.com

Санкт-Петербургский Горный университет, Российская Федерация,  
Санкт-Петербург

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** проект освоения лесов, лесопользование, земли лесного фонда, лесной кодекс, лесное хозяйство.

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрено понятие проекта освоения лесов, его состав и содержание. Изучено современное состояние вопроса разработки проектов освоения лесов и выявлена проблематика в указанной области. Представлены пути решения ряда проблем с целью модернизации и развития отрасли лесного хозяйства в Российской Федерации.

Земли лесного фонда занимают значительную площадь территории России. По состоянию на 1 января 2020 года данная категория земель занимает 65,8% от общей площади земель Российской Федерации и составляет 1 126 643,0 тыс.га [1]. Такой необъятный земельный ресурс нуждается в рациональном и эффективном использовании и освоении посредством государственного управления и контроля на основе принципов

устойчивого развития [2, ст.1]. В свою очередь, актуальные и обоснованные плановые и прогнозныe документы являются базисом для грамотной управленческой деятельности. Одним из таковых документов выступает проект освоения лесов, основной целью разработки которого является охрана окружающей среды и устойчивое развитие территории посредством рационального и непрерывного использования лесного массива, что в свою очередь способствует развитию лесной промышленности. Представленным вопросом занимались различные российские ученые [10-13], что подтверждает актуальность темы исследования.

Целью исследования является изучение законосообразного понятия проекта освоения лесов, его формы и содержания, а также выявление проблематики в сфере разработки указанного документа и поиск путей ее решения.

Проект освоения лесов (ПОЛ) – это документ, разрабатываемый в соответствии со ст. 12 [2], которая гласит о том, что «освоение лесов осуществляется в целях обеспечения их многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования, а также развития лесного комплекса». ПОЛ является необходимым документом, составляемым лицами, которым лесные участки предоставлены на основании договора аренды или свидетельства о предоставлении участка в постоянное (бессрочное) пользование (ст. 88 ЛК РФ). Важно отметить, что проект составляется только на те виды использования, которые установлены согласно договору аренды или свидетельству на постоянное (бессрочное) пользование.

Проект освоения лесов разрабатывается на срок не более 10 лет - для всех видов использования лесов, за исключением видов использования лесов, определенных ст. 43-45 [2], при этом срок действия проекта освоения лесов не должен превышать срок действия соответствующего договора аренды лесного участка, лесохозяйственного регламента лесничества (лесопарка).

Разработка проекта освоения лесов основывается на следующих материалах:

- государственного лесного реестра;
- данных лесоустройства;

документов территориального планирования, определенных Градостроительным кодексом РФ [3];  
иных специальных обследований.

Порядок разработки и состав ПОЛа определен Приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 29.02.2012 №69 «Об утверждении состава проекта освоения лесов и порядка его разработки» [4], согласно которому ПОЛ содержит «сведения о разрешенных видах и проектируемых объемах использования лесов, мероприятиях по охране, защите и воспроизводству лесов, по созданию объектов лесной и лесоперерабатывающей инфраструктуры, по охране объектов животного мира и водных объектов» [5-7], а в определенных [2] случаях также о мероприятиях по строительству, реконструкции и эксплуатации объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры».

Разрабатываемый проект освоения лесов включает в себя общую и специальную части [4].

В состав общей части обязаны входить разделы, представленные на рисунке:



*Рисунок. Разделы общей части проекта освоения лесов*

Специальная часть проекта зависит от выполняемых на лесном участке работ, при этом обязано предусматривается перечень мероприятий по рекультивации на лесном участке со сроками их исполнения [8].

При отсутствии проекта освоения лесов следуют санкции: «Невыполнение гражданином, юридическим лицом,

осуществляющими использование лесов, проекта освоения лесов является основанием для досрочного расторжения договора аренды лесного участка, а также принудительного прекращения права постоянного (бессрочного) пользования лесным участком» [4].

В результате изучения действующей нормативно-правовой документации (основными нормативно-правовыми актами, устанавливающими основания возникновения прав на лесные участки и регулирующих порядок государственной регистрации этих прав, являются Лесной кодекс Российской Федерации, Земельный кодекс Российской Федерации и Федеральный закон от 13.07.2015 №218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости»), а также практического опыта в области разработки проектов освоения лесов было выявлено, что различные виды лесохозяйственной деятельности (лесоиспользование, государственная инвентаризация и мониторинг земель лесного фонда и т.п.) основываются на лесоустройстве, которое включает: проектирование лесничеств, проектирование эксплуатационных лесов, защитных лесов, резервных лесов, а также особо защитных участков лесов; закрепление на местности местоположения границ лесничеств, участковых лесничеств, лесных участков и земель, на которых расположены эксплуатационные леса, защитные леса, резервные леса, особо защитные участки лесов; таксацию лесов; проектирование мероприятий по охране, защите, воспроизводству лесов [2]. При этом одной из главных проблем является отсутствие актуальной и достоверной лесоустроительной документации [2, ст. 84]:

ведомости проектирования лесничеств;

карт-схем проектируемого деления лесов на лесничества; карты-схемы лесничества с указанием границ лесничества, участковых лесничеств и лесных кварталов;

пояснительной записки и ведомости изменений границ лесничеств при их проектировании в произвольной форме;

пояснительной записки в произвольной форме с обоснованием территориального размещения или предложений по изменению границ и площадей лесничеств;

текстового и графического описания местоположения границ лесничеств, участковых лесничеств (в случае принятия решения об их создании).

А в связи с тем, что проекты освоения лесов составляются на основе материалов лесоустройства, возникает преемственная проблема – недостаточность, неактуальность, неполнота исходных данных порождает некачественную проработку проектов освоения лесов и, в дальнейшем, волнообразный негативный эффект в лесной и смежных отраслях.

Вышеизложенное подчеркивает необходимость безотлагательно реанимировать область лесоустройства, то есть организовать и выполнить работы в лесничествах с давностью лесоустройства более 10 лет в соответствии с актуальным [2].

Следующей немаловажной проблемой является отсутствие некоторых содержательных аспектов в составе типового проекта освоения лесов. Несмотря на наличие разделов, включающих перечни мероприятий по охране лесов, объектов животного мира и водных объектов, нет раздела, который бы содержал анализ влияния работ, проводимых на лесопользовании, на окружающую среду. Наличие подобного раздела позволило бы контролировать выброс загрязняющих веществ в атмосферу, вследствие чего повысило бы качество древесины.

В результате изучения вопроса, связанного с разработкой проектов освоения лесов, был выявлен ряд проблем, изучение которых приводит к выводу о том, что лесное законодательство нуждается в трансформации. Также необходима качественная и своевременная актуализация материалов лесоустройства, что требует не только модернизации законодательства, но и серьезных финансовых вливаний в лесную отрасль.

Кроме того, важен контроль за несоблюдением нормативно-правового режима использования лесов, так как в настоящее время лесохозяйственная деятельность часто экономически нерентабельна до того момента, пока она не связана с нарушением экологического, земельного, лесного или иного законодательства [14].

## Литература

1. Государственный (национальный) доклад «О состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году» / Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. – М., 2020. – 206 с.
2. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ [Текст] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/)
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ [Текст] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/)
4. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 29.02.2012 №69 «Об утверждении состава проекта освоения лесов и порядка его разработки» [Текст] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902335773>
5. Правила санитарной безопасности в лесах: постановление Правительства Российской Федерации от 09 декабря 2020 г. №2047 [Текст] – URL : <https://base.garant.ru/75037636/>
6. Правила пожарной безопасности в лесах: постановление Правительства Российской Федерации от 07 октября 2020 г. №1614 [Текст]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_364560/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_364560/)
7. Об утверждении видов средств предупреждения и тушения лесных пожаров, нормативов обеспеченности данными средствами лиц, использующих леса, норм наличия средств предупреждения и тушения лесных пожаров при использовании лесов: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 28 марта 2014 г. N 161 [Текст]. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/499089869>
8. Порядок использования лесов для осуществления геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ №417 от 07 июля 2020 г [Текст]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74865392/>
9. Перечень объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры, для защитных лесов, эксплуатационных лесов,



резервных лесов: распоряжение Правительства от 27 мая 2013 г. №849-п [Текст]. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/499023153>

10. Скудин, В.М., Распопин, К.И., Свищев, Д.А., Распопин, С.К., Ахмедзянов, Р.С. Проектирование лесных участков и разработка проектов освоения лесов: проблемы и их решение [Электронный ресурс] // Научная статья. – Т. 26. - №2. - 2009. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15195097>

11. Морозов, И.В. Проект освоения лесов – инструмент государственного управления лесами [Электронный ресурс] // Научная статья. - №3. - 2017. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=30318022>

12. Суриков, П.Л. Состояние и проблемы приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов [Электронный ресурс] // Научная статья. - №5(32). - 2018. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34872186>

13. Фефелова, Н.Д. Проект освоения лесов: правовые основы, юридическая значимость. [Электронный ресурс] // Статья в сборнике трудов конференции. - 2020. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44161282>

14. Зиновьева, Н.С. Экономические проблемы развития лесного фонда территории [Электронный ресурс] // Научная статья. - 2012. URL : - <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-problemy-razvitiya-lesnogo-fonda-territorii/viewer>

## **THE CURRENT STATE OF THE ISSUE AND PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF FOREST DEVELOPMENT PROJECTS IN RUSSIA**

Yu. S. Sorokina

[Yulyasor0501@gmail.com](mailto:Yulyasor0501@gmail.com)

Saint Petersburg Mining University, Russian Federation, Saint Petersburg

**KEYWORDS:** forest development project, forest management, forest fund lands, forest code, forestry.

**ANNOTATION.** The article considers the concept of a forest development project, its composition and content. The current state of the issue of developing forest development projects has been studied and the

problems in this area have been identified. The ways of solving a number of problems for the purpose of modernization and development of the forestry industry in the Russian Federation are presented.

A.S Bogdanov, V.V Potechin, O.A. Lazebnik, I.E. Sidorina, E.A. Panidi,  
S.V. Turin (academic Secretary)

Scientific Editor: I.E. Sidorina

Geodesy, cartography, geoinformatics and cadastre. From idea to application.  
Collection of abstracts of the IV Russian Conference on Applied Science., 2021,  
Saint Petersburg / Scientific

Editor: I.E. Sidorina. — SPb.:Politechnika 2021. — 490 p.: il.

DOI: 10.25960/7325-1191-8

IBSBN 978-5-7325-1191-8

Collection includes materials of the IV Russian Conference on Applied Science «Geodesy, cartography, geoinformatics and cadastre. Production and education», the main idea of which is in exchanging of experience, results of innovative researches and practical activity in the field of geodesy, cartography, geoinformatics and cadaster and personnel training in the conditions of transition to digital economy.

The collection is addressed to specialists of geodetic and cartographic companies, software producers and vendors, geodetic, cartographic and GIS equipment, scientific workers and lectures from universities, and students, exploring theoretical and applied aspects in development of geodesy, cartography, geoinformatics and cadaster.

ISBN 978-5-7325-1191-8



**Научное издание**

**Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры.**

**Производство и образование**

**Сборник материалов IV всероссийской научно-практической конференции**

**2021 г., Санкт-Петербург**

Тезисы печатаются в авторской редакции

Оригинал-макет подготовлен Санкт - Петербургской

ассоциацией геодезии и картографии

192102, Санкт-Петербург, ул. Бухарестская, д. 8

Набор и компьютерная верстка

Т.А. Андреевой, Н.А. Поздняковой, А.И. Раковой

Подписано в печать 30.10.2021 г. Формат 60x84 1/16

Бумага офсетная. Печать цифровая Усл. печ.л. 30,1

Уч. - изд.л. 27,9 Тираж 50 экз. Заказ № 3399

АО «Издательство «Политехника».

191023, Санкт-Петербург, Инженерная ул., д. 6.

Отпечатано в ООО "Контраст"

192171, Санкт-Петербург,

Железнодорожный пр., д.20, Лит. А, пом.6