



eISSN 2311-2468
Том 9, № 5. 2021
Vol. 9, no. 5. 2021

электронное периодическое издание
для студентов и аспирантов

Огарёв-онлайн Ogarev-online

<https://journal.mrsu.ru>



ЖУРАКОВСКАЯ Н. В., ТЕСЛЕНОК С. А.

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ РУССКОЯЗЫЧНЫХ ТОПОНИМОВ СТРАН БАЛТИИ

Аннотация. Статья посвящена проблемам создания и использования базы данных специализированной географической информационной системы, переименованных в процессе декоммунизации и дерусификации топонимов на территории стран Балтии. Отдельно рассмотрены вопросы разработки структуры и содержания пространственной базы данных населенных пунктов стран Балтии для подробного изучения и картографирования изменений их названий на основе изучения топографических карт стран Балтии масштаба 1:1 000 000 (1989 г.) и современных космических снимков.

Ключевые слова: база данных, специализированная географическая информационная система, ГИС, топонимы, карта, декоммунизация, дерусификация, переименования.

ZHURAKOVSKAYA N. V., TESLENOK S. A.

CREATING A DATABASE OF RUSSIAN TOPONYMS OF BALTIC STATES

Abstract. The article considers the issues of creating and using specialized geographical information system database of toponyms which have been renamed in the Baltic states. In addition, the article covers the issues of developing the structure and content of the spatial database of the Baltic states settlements for a detailed study and mapping of changes in their names based on the study of topographic maps of the Baltic States at a scale of 1:1 000 000 (1989) and modern space images.

Keywords: database, specialized geographical information system, GIS, toponyms, map, decommunization, derusification, renaming.

Мир, в котором мы живем в настоящее время, невозможно представить без географических названий. Каждый день люди сталкиваются с огромным числом различных топонимов, благодаря которым мы отличаем один объект от другого и целенаправленно движемся к обозначенному своим названием месту. Топонимы постоянно и везде окружают нас и помогают ориентироваться в пространстве.

Все события, когда-либо происходившие и происходящие в каком-либо государстве, так или иначе, влияют на его топонимию [6]. Новый шаг в развитии страны может приносить в ее топонимию и новые названия [6] и изменять старые. Одними из главных этапов, повлиявших на состояние современной топонимии стран Балтии, стало вхождение Прибалтики в состав СССР и дальнейший развал государства.

Важнейшими и актуальными для каждого государства задачами являются охрана топонимии страны и изучению истории ее становления. В связи с этим предлагаемая статья содержит результаты и итоги первого опыта создания специализированной топонимической базы данных (БД) географической информационной системы (ГИС) переименованных населенных пунктов современных стран Балтии.

В процессе работы был проанализированы полученные ранее материалы и имеющиеся публикации по данной теме [5–7; 12; 13]. Это позволило определить методику разработки и создания пространственной БД населенных пунктов исследуемого региона, определить ее структуру и содержание, а также реализовать на практике пространственную БД изменивших свое название населенных пунктов стран Балтии для последующего исследования и картографирования одного из классов топонимов – ойконимов, или наименований поселений.

Дать исчерпывающую картину топонимических изменений на постсоветском пространстве довольно трудно, но некоторые тенденции можно выявить и на материале одного класса топонимов [7; 8; 12; 13] отдельного региона или группы стран, что подтверждается для стран Балтии данными таблиц 1 и 2.

Таблица 1

Количество переименованных городов на территории стран Балтии в период 1987 – 2018 гг. [4]

Государство	Города	
	общее число	количество переименованных
Эстония	43	1
Литва	107	2
Латвия	76	1

Декоммунизация и дерусификация – вот два главных мотива переименований городов на постсоветском пространстве [7; 12; 13]. Декоммунизационные переименования прослеживаются во всех странах, кроме Белоруссии, дерусификационные – во всех странах с преобладанием неславянского населения [7; 12; 13], кроме прибалтийских (связано это с тем, что к 1980 годам русских названий в странах Балтики попросту не было) [8].

Для поиска и получения исходных данных было решено использовать топографические карты стран Балтии масштаба 1:1 000 000 (1989 г.) и возможности навигационной программы SAS.Planet.

Города стран Балтии, подвергнутые переименованию в промежуток 1987 – 2018 гг. [8]

Государство	Название города		Год переименования
	старое	новое	
Эстония	Кингисепп	Курессааре	1988
Латвия	Стучка	Айзкраукле	1991
Литва	Капсукас	Мариямполье	1989
Литва	Снечкус	Висагинас	1992

Во время поиска, сбора и обработки информации на сайте Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии [14] был выявлен электронный бюллетень изменений географических названий государств-участников СНГ (обновленный по состоянию на 2018 г.)» [9]. Он содержит информацию об официальных изменениях наименований тех или иных географических объектов. Для территории стран Балтии такого бюллетеня, к сожалению, не обнаружено. В связи с этим было решено проводить поиск необходимой информации путем анализа и сравнения топографических карт советского периода и современных космоснимков.

Также для более полного понимания сути процесса изменения топонимов, был изучен закон «О географических названиях» Эстонии. Например, в § 11, пункте 4 данного закона указано: «Если объект расположен на территории населенного пункта, большинство населения которого по состоянию на 27 сентября 1939 года было иноязычным, то в качестве основного названия устанавливается иноязычное название. В порядке исключения можно в качестве основного названия установить известное по всей стране эстоноязычное название, закрепившееся в историческом использовании» [3]. Данная выдержка дает понять, что на территории страны в настоящее время, скорее всего не так много населенных пунктов с иноязычными для местного населения названиями.

Для корректного написания топонимов были детально изучены «Словарь географических названий Латвийской ССР» [11], «Инструкция по русской передаче географических названий Латвийской ССР» [4], а также проведено ознакомление с сутью и результатами административных реформ в Эстонии 1997 и 1998 гг. (см. рис. 1) [1; 2].

С учетом опыта предыдущих работ [5; 7; 12] была разработана специальная структура БД населенных пунктов государств Балтии, установленная в соответствии с определенным ранее содержанием и назначением.

Векторные слои на исследуемую территорию были получены с публичного домена «naturalearthdata.com» [15].

Endine nimekuju / Former name	Uus nimekuju / New name	Maakond / County	Vald / Parish
Aidaku küla	Haidaku küla	Võrumaa	Sõmerpalu
Ala-Järvere küla	Alakülä küla	Võrumaa	Sõmerpalu
Andrikova küla	Antkruva küla	Võrumaa	Meremäe
Antsumäe küla	Andsumäe küla	Võrumaa	Lasva
Asuja küla	Laiksaare küla	Pärnumaa	Tali
Aulepa küla	Aulepa küla / Dirslätt	Läänemaa	Noarootsi
Borbi küla	Borrby küla	Läänemaa	Vormsi
Dejevo küla	Karujärve küla	Saaremaa	Kihelkonna
Diibi küla	Diby küla	Läänemaa	Vormsi
Dirhami küla	Dirhami küla / Derhamn	Läänemaa	Noarootsi
Einbi küla	Einbi küla / Enby	Läänemaa	Noarootsi
Ennu küla	Enno küla	Tartumaa	Nõo
Förbi küla	Förby küla	Läänemaa	Vormsi
Hara küla	Hara küla / Harga	Läänemaa	Noarootsi

Рис. 1. Пример перечня населенных пунктов в материалах административной реформы в Эстонии 1997 г. [2].

В проекте использовались следующие слои: административного деления стран Балтии (данные сайта Natural Earth) [15]; приграничных территорий исследуемого региона (данные сайта Natural Earth) [15]; населенных пунктов (производные слои, полученные самостоятельно); границ стран Балтии (производные слои, полученные самостоятельно).

Вся необходимая информация о пространственных объектах в ГИС хранится в атрибутивных таблицах БД. Наиболее подробной является атрибутивная таблица слоя «Населенные пункты», что обусловлено темой, целями и задачами данного исследования.

Вручную были созданы 16 полей двух типов данных: текстового (text) и числового (double). Для лучшего ориентирования и облегчения работы с атрибутивными таблицами нужно расшифровать названия полей, т. к. спецификой программного обеспечения целевой ГИС ArcGIS является то, что крайне ограничивается количество символов для обозначения имени поля. Соответственно, «номер» – это номер поселения в списке; «стран» – наименование страны; «рус_п» – прежнее наименование населенного пункта в русском написании; «лат_п» – прежнее наименование населенного пункта в латышском написании; «лит_п» – прежнее наименование населенного пункта в литовском написании; «эст_п» – прежнее наименование населенного пункта в эстонском написании; «рус_н» – новое наименование населенного пункта в русском написании; «лат_н» – новое наименование населенного пункта в латышском написании; «лит_н» – новое наименование населенного пункта в литовском написании; «эст_н» – новое наименование населенного пункта в

эстонском написании; «адм_п» – административное местоположение населенного пункта; «дата_н» – дата установления наименования поселения; «дата_у» – дата упразднения наименования поселения; «тип_п» – тип поселения; «latitude» – географическая широта населенного пункта; «longitude» – географическая долгота населенного пункта.

В связи с тем, что первоначально данная БД разрабатывается в MS Excel, необходимо пояснить процесс ее внедрения в атрибутивную таблицу ГИС ArcGIS. После того, как необходимый лист MS Excel подгружен в рабочий проект, необходимо провести его привязку к нужному слою. Для этого необходимо воспользоваться функцией «Соединение» (см. рис. 2).

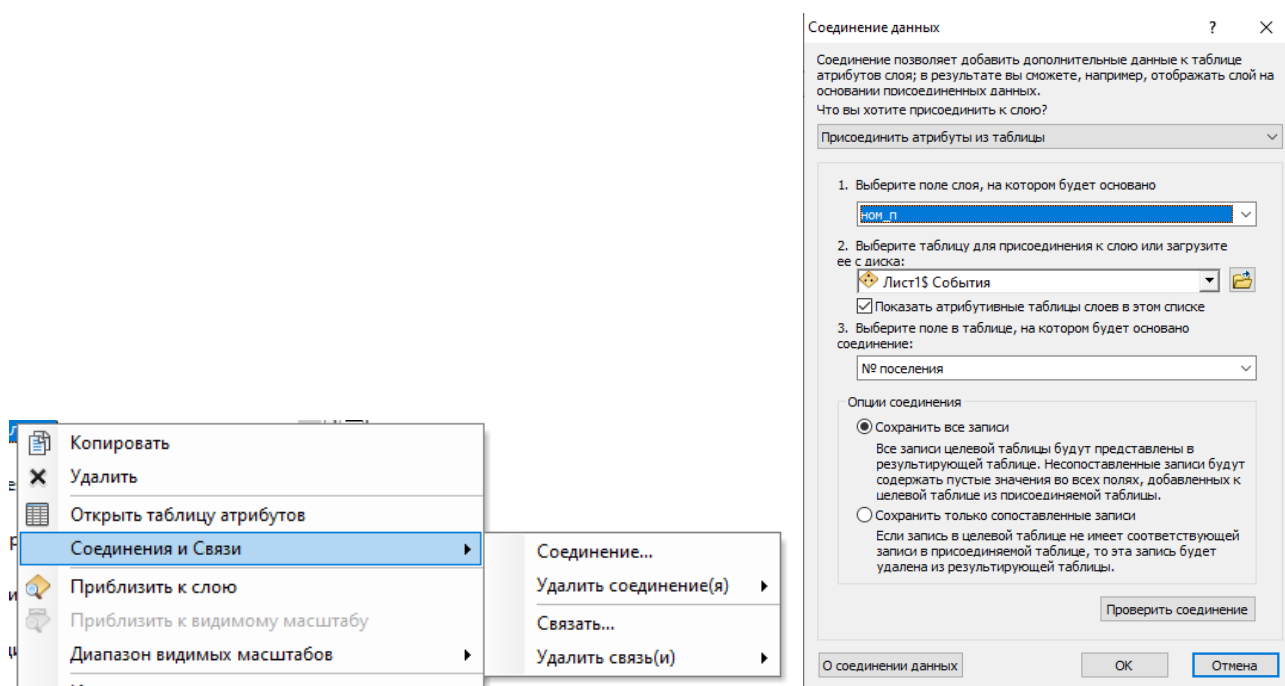
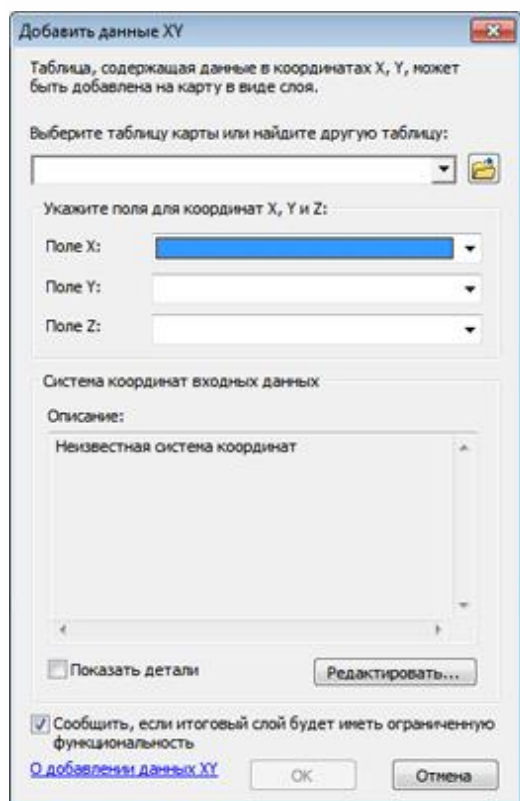


Рис. 2. Процесс соединения данных таблицы MS Excel с атрибутивной таблицей поля слоя.

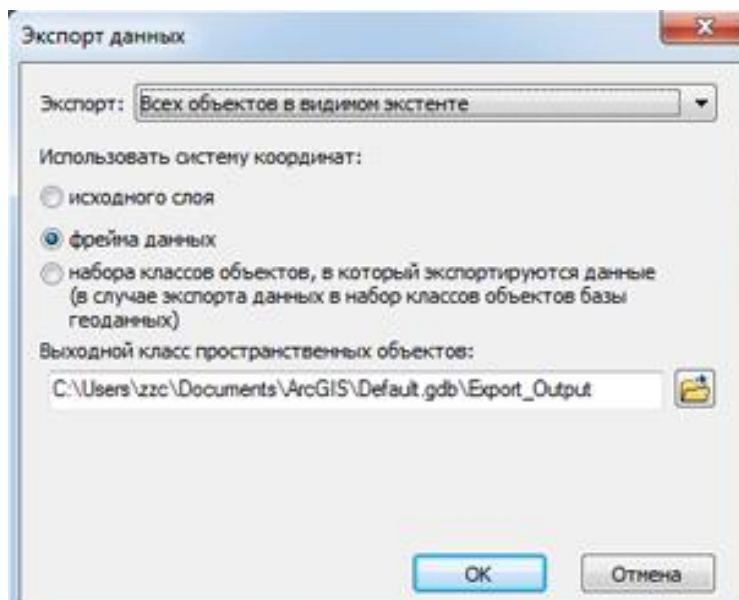
Основной задачей данного этапа было создание главного векторного слоя «Переименованные населенные пункты стран Балтии». Однако это было невозможно без наличия географических координат каждого поселения. Для решения данной проблемы были использованы возможности картографического сервиса Google Map. После того, как все необходимые координаты были получены, нужно было присоединить их к редактируемой таблице путем применения функции «Добавить данные XY (Add XY Data)» (см. рис. 3, а).

Для того, чтобы в последующем была доступна возможность редактирования полученного слоя, необходимо экспортировать его содержимое (см. рис. 3, б).

Таким образом, была создана атрибутивная таблица проекта, на базе которой создавались электронные карты. Готовая атрибутивная таблица выглядит следующим образом (см. рис. 4).



а



б

Рис. 3. Процесс создания пространственных объектов:

а – выбор таблицы, содержащей координаты X, Y; б – экспорт полученных данных.

Если в начале становления человеческого сообщества карты использовались преимущественно первооткрывателями, географами и путешественниками, то в настоящее время картография является важной составляющей практически любой области социальной, экономической, научной, военной, политической жизни общества.

Велико значение карт в разного рода научных разработках. Практически все без исключения географические научные исследования начинаются с изучения карт и заканчиваются их пополнением, расширением, модификацией и созданием на их основе новых картографических произведений. На базе и с широким использованием карт изучаются процессы прошлого и нынешнего состояния, дальнейшего развития и прогнозирования различных объектов, явлений и процессов (особенно пространственно координированных), их взаимосвязи и взаимодействия.

Как отмечал К. А. Салищев, выдающийся российский географ Д. Н. Анучин писал: «Степень географического познания страны определяется степенью совершенства имеющейся для нее карты» [10].

Таблица

Cities

стран	рус п	лат п	лит п	эст п	рус н	лат н	лит н	эст н	адм п	дата н	дата у	тип п
Эстония	Дережня Куплатова	-	-	Kullatova	Дережня Купла	-	-	Küllatüva	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Локсаская деревня	-	-	Loksaküla	Локса	-	-	Loksa	Уезд Ляэне-Вирумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Слесарская деревня	-	-	Lokutaja	Локута	-	-	Lokuta	Уезд Рапламаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Стартру	-	-	Lähtu	Вайке-Стартру	-	-	Väike-Lähtu	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Мисси	-	-	Meeksi	Мийкос	-	-	Mäse	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Миссокула	-	-	Missoküla	Миссокула	-	-	Missoküla	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Мухкамеца	-	-	Muhkametsa	Мухкамыса	-	-	Muhkamõisa	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Мая-Ярвере	-	-	Mäe-Järvvere	Мякэз	-	-	Mäeküla	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Ного	-	-	Nogo	Ногу	-	-	Nogu	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Норби	-	-	Norbi	Норрби	-	-	Norby	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Нурту	-	-	Nurtu	Нурту-Нылва	-	-	Nurtu-Nõlva	Уезд Рапламаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Осмуссааре	-	-	Osmussaare	Оденсхольм	-	-	Odenholm	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Паслепа	-	-	Paslepa	Паслепа	-	-	Pasklep	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Пыхари	-	-	Põgari	Пыхари-Сасси	-	-	Põgari-Sassi	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Дережня цвета	-	-	Põitse	Цветущая дере	-	-	Põitse	Уезд Сааремаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Пюркси	-	-	Pürksi	Бирка	-	-	Birkas	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Ригулди	-	-	Riguldi	Рикул	-	-	Rickul	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Рейби	-	-	Räbi	Рейби	-	-	Räby	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Рейгле	-	-	Rängla	Горная деревня	-	-	Mäeküla	Вильяндигский уезд	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Дережня острова	-	-	Saare	Ликхольм	-	-	Lyckholm	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Сааремаа	-	-	Saarlase	Саарласы	-	-	Saarlase	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Садрамец	-	-	Sadrametsa	Садрамыца	-	-	Sadramõisa	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Спитхам	-	-	Spithami	Спитхамн	-	-	Spithamn	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Дымовая деревня	-	-	Suitsu	Церковная дере	-	-	Kirikuküla	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Сутлепа	-	-	Sutlepa	Сутлепа	-	-	Sulterp	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Савиб	-	-	Savi	Сави	-	-	Savy	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Сыгула	-	-	Sõgula	Лесной уполк	-	-	Metsanurga	Уезд Харьюмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Санна	-	-	Sänna	Санья	-	-	Sännä	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Седеби	-	-	Söderbi	Седеби	-	-	Söderby	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Тагала	-	-	Tagala	Тагамыйла	-	-	Tagamõisa	Уезд Сааремаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Таху	-	-	Tahu	Скотанас	-	-	Skätanäs	Уезд Ляанзмаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Таммевески	-	-	Tammeveski	Воки Тамм	-	-	Võli-Tamme	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня
Эстония	Таутса	-	-	Tautsa	Таудаса	-	-	Taudsa	Уезд Варумаа	1998	н.в.	Дережня

32 (1 из 218 Выбранные)

Cities

Рис. 4. Фрагмент атрибутивной таблицы слоя «Населенные пункты».

Картографические произведения являются крайне важными и незаменимыми учебными пособиями в процессе обучения в школах, в средних и высших учебных заведениях, в культурно-просветительской деятельности и расширении общего кругозора.

На основе разработанной и созданной авторами БД специализированной ГИС переименованных в процессе декоммунизации и дерусификации топонимов на территории стран Балтии, была создана серия карт, которые могут найти широкое применение не только в школьных курсах географии, истории и краеведения, но и в программе средних специальных и высших учебных заведений. Информация, заложенная в полученных картографических произведениях, может использоваться очень широко и многопланово. Если говорить о науках, связанных с географией, основной вклад эти материалы могут внести в дальнейшее развитие топонимики и изучение особенностей и истории формирования топонимической системы той или иной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Административная реформа (27.10.1998, Эстония) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eki.ee/knn/asymb98.htm> (дата обращения 29.03.2020).
2. Административная реформа (30.09.1997, Эстония) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eki.ee/knn/p2y.htm> (дата обращения 29.03.2020).
3. Закон о географических названиях (5 ноября 2003 г., Эстония) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eki.ee/knn/kns3.htm> (дата обращения 29.03.2020).

4. Инструкция по русской передаче географических названий Латвийской ССР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docviewer.yandex.ru/view/215504026/?page=1&*=8 (дата обращения 29.03.2020).
5. Калашникова Л. Г., Козлова О. О. Создание электронных топонимических карт территории Мордовии [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2016. – № 16. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/sozdanie-elektronnyx-toponimicheskix-kart-territorii-mordovii> (дата обращения 29.03.2020).
6. Калашникова Л. Г., Тесленок С. А., Тесленок К. С. Отражение революционных событий 1917 г. в топонимии г. Саранска // Социально-политические кризисы в истории России: мат-лы Всерос. науч. конф. – Шадринск, 2018 – С. 299–303.
7. Лексина О. Д., Тесленок С. А. Создание базы данных ГИС переименованных на Украине русскоязычных топонимов [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2019. – №15. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/sozdanie-bazy-dannyx-gis-pereimenovannyx-na-ukraine-russkoyazychnyx-toponimov>
8. Переименования городов на постсоветском пространстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://polit.ru/article/2018/11/04/ps_renaming/ (дата обращения 29.03.2020).
9. Росреестр. Информационный бюллетень изменений географических названий стран-участниц СНГ (1987 – 2013 гг.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/activity/geodeziya-i-kartografiya/naimenovaniya-geograficheskikh-obektov/raboty-v-oblasti-naimenovaniy-geograficheskikh-obektov/informatsionnyy-byulleten-izmeneniy-geograficheskikh-nazvaniy-stran-uchastnits-sng-1987-2013-g-g-/> (дата обращения 29.03.2020).
10. Салищев К. А. Картография. – М. : Высшая школа, 1982. – 271 с.
11. Словарь географических названий Латвийской ССР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://rosreestr.ru/upload/Doc/19-чрг/Латвийская%20ССР%20Словарь ГеографНазваний.pdf](https://rosreestr.ru/upload/Doc/19-чрг/Латвийская%20ССР%20Словарь%20ГеографНазваний.pdf) (дата обращения 29.03.2020).
12. Тесленок С. А., Ивлиева Н. Г., Учеваткина Н. В., Тесленок К. С. Создание специализированной топонимической ГИС для районов дерусификации, десоветизации и декоммунизации [Электронный ресурс] // Мат-лы Междунар. конф. «ИнтерКарто. ИнтерГИС». – 2017. – Т. 23 (2). – С. 13–26. – Режим доступа: <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2017-2-23-13-26> (дата обращения 29.03.2020).
13. Тесленок С.А. О необходимости создания специализированной ГИС русской топонимии // Геоинформационное картографирование в регионах России. Мат-лы VII

Всерос. науч.-практич. конф. (Воронеж, 10-12 декабря 2015 г.). – Воронеж: Научная книга, 2015. – С. 143–148.

14. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/> (дата обращения 29.03.2020).

15. Natural Earth [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.naturalearthdata.com/> (дата обращения 29.03.2020).

ЭРФУРТ В. С., ШПАК Д. Д., МАНУХОВ В. Ф.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Аннотация. Статья посвящена использованию глобальных систем позиционирования при ведении инженерно-геодезических изысканий. Основываясь на полевых геодезических измерениях, произведена оценка точности GPS-определений векторов с исходных пунктов ОМС на определяемые точки опорной сети (репера). Создан инженерно-топографический план масштаба 1:500.

Ключевые слова: инженерно-геодезические изыскания, глобальные навигационные системы позиционирования, электронный тахеометр, программное обеспечение CREDO.

ERFURT V. S., SHPAK D. D., MANUKHOV V. F.

GLOBAL POSITIONING SYSTEMS FOR ENGINEERING AND GEODETIC SURVEYS

Abstract. The article is devoted to the use of global positioning systems in conducting engineering and geodetic surveys. Based on field geodetic measurements, the accuracy of GPS-definitions of vectors from the starting points of the OMS to the determined points of the reference network (benchmark) was estimated, an engineering-topographic plan of a scale of 1:500 was created.

Keywords: engineering and geodetic surveys, global navigation positioning systems, electronic total station, CREDO software.

В настоящее время все чаще для проведения инженерно-геодезических изысканий используются технологии спутникового позиционирования с использованием космических систем GPS и ГЛОНАСС. В процессе прохождения производственной практики с использование данных систем была поставлена задача по определению координат и высот на поверхности Земли с повышенной точностью. Системы позиционирования позволяют определить параметры перехода от общеземной системы координат WGS-84 к государственным или местным (локальным) системам координат.

В рамках прохождения производственной практики была получена кадастровая выписка из Росреестра, в которой содержатся сведения о координатах и высотах пунктов опорных межевых сетей в СК-13 на земельный участок с кадастровым номером 13:10:0101033:87, расположенный в Ичалковском районе Республики Мордовия (см. таблицу 1).

Таблица 1

Наименование пунктов ОМС	Координаты, м		Отметка, м
	X	Y	H
Кергуды 53	450 817,7100	1 291 688,7990	107,094
Кергуды 54	450 833,4900	1 291 670,9660	106,589
Кемля 55	448 630,9220	1 295 868,3790	110,219
Кемля 56	448 551.2460	1 296 080,2250	107,497
Кемля 93	448 836,8670	1 295 465,3840	0,000
Кемля 94	449 049,4280	1 294 960,3270	0,000
Кемля 95	449 385,0240	1 294 404,8820	0,000
Кемля 96	449 626,6490	1 294 046,0230	0,000

В ходе полевого обследования исходных пунктов опорной межевой сети (ОМС) была произведена оценка их пригодности к использованию (см. таблицу 2).

Таблица 2

№ п/п	Номер или название пункта, класс сети, тип центра и номер марки, ориентировочные пункты	Сведения о состоянии пункта			Работы, выполненные по возобновлению внешнего оформления
		центра	наружного знака	ориентирных пунктов	
1	2	3	4	5	6
1	ОМС-53, мет.уголок, класс ОМС	сохран ился	сохранился	Сохранен	Не проводились
2	ОМС-54, мет.уголок, класс ОМС	сохран ился	сохранился	Сохранен	Не проводились
3	ОМС-55, мет.уголок, класс ОМС	сохран ился	сохранился	Сохранен	Не проводились
4	ОМС-56, мет.уголок, класс ОМС	сохран ился	сохранился	Сохранен	Не проводились

В результате обследования было получено заключение, что данные исходные пункты ОМС могут быть использованы для производства инженерно-геодезических изысканий. В ходе топографо-геодезических работ от данных пунктов ОМС были определены координаты и высоты точек съёмочного обоснования (реперов) с помощью спутниковых GPS/ГЛОНАСС приёмников EFT M1[4]. При выполнении топографо-геодезических работ использовалось следующее геодезическое оборудование и программное обеспечение: 1) комплект спутниковой геодезической двухчастотной GPS аппаратуры (EFT M1), с помощью которой были определены координаты и высоты съёмочных точек (реперов) [10]; 2) электронный тахеометр Sokkia CX-106, с помощью которого производились измерения углов и длин линий с точек съёмочного обоснования; 3) программное обеспечение EFT Field Survey использовалось для вычисления координат и высот съёмочных точек (реперов) в режиме реального времени; 4) программное обеспечение CREDO DAT 4.0 Lite, где производилась предобработка и уравнивание всех полевых измерений, а также ПО CREDO ТОПОПЛАН, где производилось составление топографического плана.

Определение координат производилось в режиме реального времени с использованием ПО EFT Field Survey. GPS-съёмки в режиме RTK (Real Time Kinematics – реальный кинематический режим) – это кинематическая съёмка, когда оценка результатов может быть проведена непосредственно в поле. Съёмки в реальном времени могут быть: одночастотными; двухчастотными с автоматической инициализацией в статическом режиме; двухчастотными с автоматической инициализацией в процессе движения. Этот режим позволяет получать координаты с точностью до нескольких сантиметров непосредственно в полевых условиях [2; 3]. При использовании данного метода применялись два спутниковых геодезических приёмника EFT M1, причём один неподвижный устанавливался над исходным пунктом опорной сети, осуществлял сбор навигационных данных, выступая в качестве референтной базовой станции, навигационным компьютером спутникового геодезического приёмника формировались поправки с использованием координат и высот этого же пункта по данным спутниковых наблюдений. При помощи радиопередающего оборудования осуществлялась радиопередача корректирующих поправок в формате simplex на подвижный спутниковый геодезический приёмник, внутренний модем которого принимал данные поправки. Далее навигационный компьютер подвижного приёмника, имея вычисленные координаты, высоту и поправку на заданную эпоху вычислял своё точное местоположение на эту эпоху. Наблюдения при определении координат съёмочных точек в режиме RTK выполнялись с соблюдением следующих условий: 1) дискретность записи измерений - 1 сек.; 2) период наблюдений на точке – 10 сек.; 3) маска по возвышению – 10° ; 4) допустимый коэффициент снижения точности измерения за геометрию пространственной

засечки - PDOR – 5 ед.; 5) количество одновременно наблюдаемых спутников – не менее 6; 6) плановая ошибка по внутренней сходимости – 20 мм; 7) высотная ошибка по внутренней сходимости – 15 мм; 8) погрешность измерения высоты антенны +/- 1 мм; 9) определение пикетов без прохождения "инициализации" не допускалось. Результаты измерений заносились на жёсткие диски полевых ПК и копировались на автономные носители информации с целью их последующей математической обработки. Для обработки измерений использовалось программное обеспечение EFT Field Survey, поставляемое вместе с комплектом спутниковой аппаратуры. После окончания полевых наблюдений необработанные данные GPS-измерений передаются из памяти приёмников в программное обеспечение EFT Field Survey. В итоге была получена ведомость оценки точности GPS-определений векторов с исходных пунктов на определяемые точки опорной сети (репера) и координаты пунктов в системе WGS-84 (см. таблицу 3).

Следующим шагом работы является преобразование полученных координат в исходную систему. Наиболее общим видом трансформирования является трехмерное преобразование согласно [1]. Затем производится уравнивание каждого из векторов, образованных в ходе первичной обработки данных. Далее, после получения координат пунктов в WGS-84, создается пользовательская система координат. Для этого устанавливается система координат СК-42 зона 8, которая включает в себя территорию Республики Мордовия. Напротив каждой координаты СК-42 вводим координаты в СК-13. Эти введенные значения являются новыми координатами пунктов в новой системе координат. Программа произведет пересчет значений координат из системы СК-42 в локальную систему координат СК-13.

**Оценка точности GPS-определений векторов с исходных пунктов
на определяемые точки опорной сети (репера)**

Имя	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	СКО в плане (m)	СКО по высоте (m)
Pn.1-OMC-53	-1284.402	1277.903	48.016	0.009	0.008
Pn.1-OMC-54	-1300.181	1295.739	48.521	0.005	0.014
Pn.1- OMC-55	902.382	-2901.682	44.891	0.007	0.016
Pn.1-OMC-56	982.062	-3113.524	47.613	0.010	0.009
Pn.2-OMC-53	-1155.001	1404.598	45.136	0.009	0.009
Pn.2-OMC-54	-1170.782	1422.444	45.641	0.009	0.014
Pn.2- OMC-55	1031.792	-2774.978	42.011	0.005	0.017
Pn.2-OMC-56	1111.471	-2986.823	44.733	0.010	0.012
Pn.3-OMC-53	-1178.760	1588.303	41.606	0.012	0.014
Pn.3-OMC-54	-1194.639	1606.132	42.111	0.011	0.010
Pn.3- OMC-55	1007.934	-2591.278	38.481	0.010	0.011
Pn.3-OMC-56	1087.603	2803.119	41.203	0.014	0.010

Уравнивание

Control Tie Analysis: failed

Adjustment type: План + Высота, Ограниченное

Confidence level: 95 %

Number of adjusted points: 3

Number of plane control points: 4

Number of used GPS vectors: 4

A posteriori plane or 3D UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)

Number of height control points: 4

Number of rejected GPS vectors by height: 4

A posteriori height UWE: 0.5078024, Bounds: (3.8674676E-02 , 2.088749)

Следом были определены координаты и высоты трёх временных реперов, которые представляют собой металлическую арматуру, глубина закладки которой 1,20 м [8]. По результатам вычислений был составлен каталог координат и высот пунктов временного закрепления (таблица 4).

Таблица 4

Номер п/п	Название пункта	Координаты, м		Отметка, м
		X	Y	H
1	Рп.1	449533,306	1292966,702	155,110
2	Рп.2	449662,712	1293093,402	152,230
3	Рп.3	449638,850	1293277,100	148,700

На очередном этапе производилось измерение длин и углов линий с точек съёмочного обоснования с помощью электронного тахеометра Sokkia CX-106. Средние погрешности определения планово-высотного положения контуров местности, зданий и сооружений, выходов подземных коммуникаций составили: 1) горизонтальные углы – 8"; 2) вертикальные углы – 10"; 2) горизонтальное проложение – +/- 6 мм; 3) абсолютные отметки – 9 мм; 4) погрешность определения координат – 6 мм.

Топографическая съёмка масштаба 1:500 с высотой сечения рельефа сплошными горизонталями через 0,5 м, выполнена методом тахеометрической съёмки и методом с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС на площади 7,8 Га [5]. Тахеометрическая съёмка выполнялась с точек планово-высотного съёмочного обоснования с помощью электронного тахеометра Sokkia CX-106 с регистрацией и накоплением измерений в памяти прибора и составлением полевых абрисов. При камеральной обработке данные экспортировались в ПК и обрабатывались в ПО CREDO DAT 4.0 Lite. Результаты уравнивания выведены в виде ведомости координат и высот точек. Затем эти данные загружаются в ПО CREDO ТОПОПЛАН и производится составление топографического плана в условных знаках масштаба 1:500-1:5000, издания 2000 года с отображением элементов ситуации и рельефа и нанесением границ земельных участков.

Съёмка надземных и подземных коммуникаций проводилась в соответствии со строительными нормами и правилами [9]. Работа выполнялась с точек съёмочного обоснования полярным способом, а также с помощью электронного тахеометра Sokkia CX-106 одновременно со съёмкой ситуации и рельефа. При полярном способе углы измеряют одним полуприёмом, линии – в одном направлении. Средние погрешности съёмки рельефа и

его изображения на инженерно-топографическом плане относительно ближайших точек съемочного обоснования не превышает от принятой высоты сечения рельефа: $\frac{1}{4}$ – при углах наклона поверхности до 2° для планов в масштабе 1:500.

В итоге были получены координаты временных пунктов в системе координат СК-13 из системы WGS-84, получен инженерно-топографический план в масштабе 1:500 с коммуникациями. Фрагмент инженерно-топографического плана показан на рисунке 1.

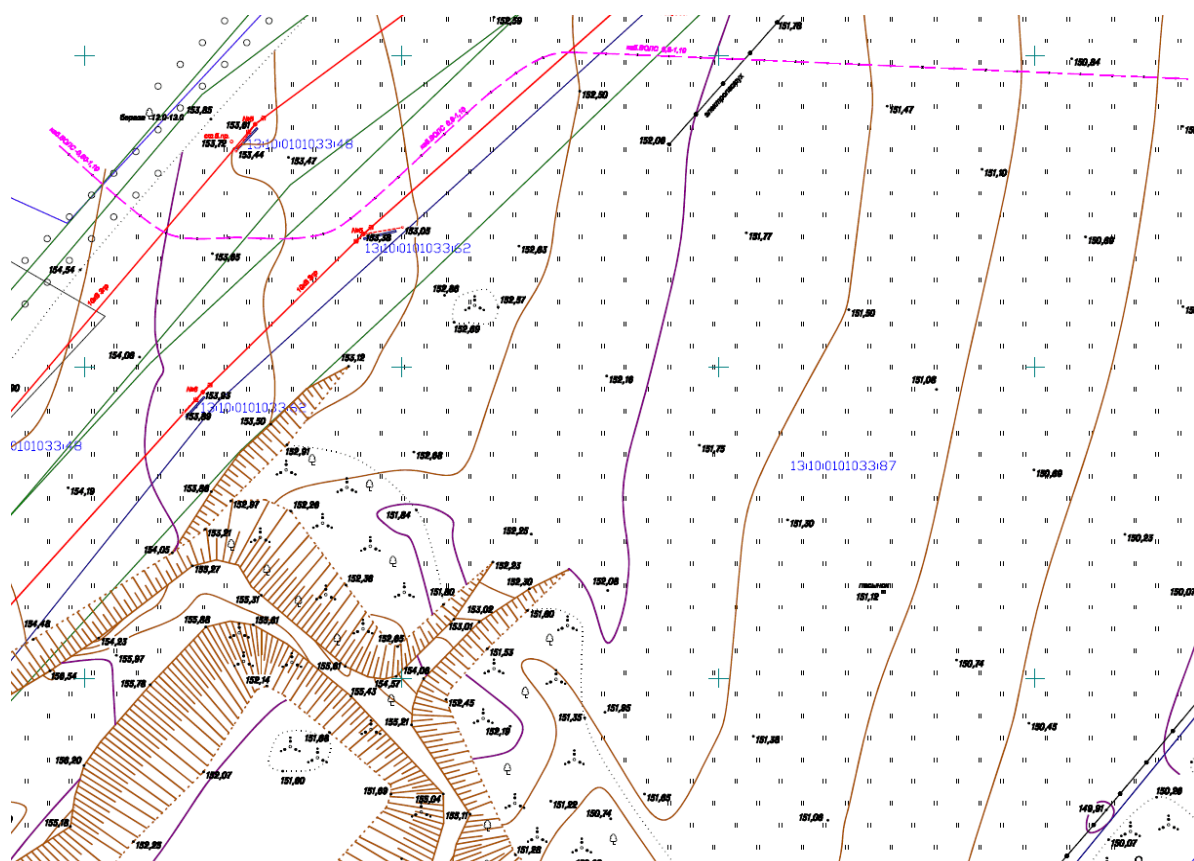


Рис. 1. Фрагмент инженерно-топографического плана в масштабе 1:500.

Результатом выполненного задания явилось: 1) Приобретение навыков и опыта работы с современными геодезическими приборами и программным оборудованием; 2) Освоение технологии расчета перехода параметров преобразования от общеземных систем координат WGS-84 к местным (локальным) системам координат СК-13; 3) Оценка точности GPS-определений векторов с исходных пунктов ОМС на определяемые точки опорной сети (репера); 4) Получение инженерно-топографического плана масштаба 1:500 с целью проведения изыскательских работ; 5) Закрепление соответствующих компетенций в рамках освоения курсов по направлению подготовки 05.03.03 «Картография и геоинформатика [7; 11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базлов Ю. А., Герасимов А. П., Ефимов Г. Н., Насретдинов К. К. Параметры связи систем координат // Геодезия и картография. – 1996. – № 8. – С. 7-15.
2. Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф. Обработка геодезических данных с использованием современных программных продуктов: учебное пособие. – Саранск: Изд-во Морд. ун-та. – 2017. – 92 с.
3. Варфоломеев А. Ф., Чудайкина О. Ю. Использование RTK-режима систем глобального позиционирования GPS и ГЛОНАСС при проведении топографических работ [Электронный ресурс] // Огарёв-Online. – 2015. – №4 (45). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-rtk-rezhima-sistem-globalnogo-pozitsionirovaniya-gps-i-glonass-pri-provedenii-topograficheskikh-rabot> (дата обращения: 04.08.2020).
4. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Тюряхин А. С., Коваленко А. К. Определение координат геодезических пунктов спутниковыми методами: учебное пособие. – Саранск, 2006. – 164 с.
5. Манухов В. Ф., Тюряхин А. С. Глоссарий геодезических терминов: учебное пособие. – Саранск: Изд-во Морд. ун-та, 2005. – 33 с.
6. Манухов В. Ф. Совершенствование методов топографических съёмок и инженерно-геодезических работ с использованием современных технологий // Вестник Мордов. ун-та. – 2008. – № 1. – С. 105.
7. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Тюряхин А. С. Непрерывное образование применительно к картографо-геодезической специальности // Геодезия и картография. – 2009. – № 8. – С. 58-63.
8. Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1993. – 102 с.
9. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200096789> (дата обращения: 04.08.2020).
10. Ткачев А. Н., Зараев Д. М., Манухов В. Ф. Использование GPS-технологий для проведения землеустроительных работ // Естественно-технические исследования: теория, методы, практика: межвузовский сборник научных трудов. – Саранск, 2005. – С. 121-122.
11. Тесленок С. А., Манухов В. Ф., Тесленок К. С. Цифровое моделирование рельефа Республики Мордовия // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80. – № 7. – С. 30-38.

ИСХАКОВА М. Ю., ТЕСЛЕНОК С. А.

**КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАССЕЛЕНИЯ ТАТАР
НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ В 2010 ГОДУ¹**

Аннотация. В статье дано обоснование рационального использования ГИС-пакетов для создания цифровых карт. Подробно рассмотрена одна из карт серии, полученных на временной период с 1959 по 2010 гг. На ее примере рассмотрены результаты картографического анализа расселения татар за 2010 г. в Республике Мордовия и сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: картографический анализ, карта, население, татары, расселение, Республика Мордовия, ГИС-пакет.

ISKHAKOVA M. YU., TESLENOK S. A.

MAP ANALYSIS OF TATAR SETTLEMENTS

ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA IN 2010

Abstract. The article provides a rationale for the use of GIS packages for creating digital maps. One of the maps created for the time period from 1959 to 2010 is considered in more detail. The results of the map analysis of Tatar settlements in 2010 in the Republic of Mordovia are discussed and the corresponding conclusions are drawn.

Keywords: map analysis, map, population, Tatars, settlement, Republic of Mordovia, GIS package.

Миграционные процессы, которые при наличии населения никогда не прекращаются и продолжают свою деятельность по настоящее время на территории Российской Федерации (РФ), затрагивают практически все народы, проживающие на ее территории. Ранее важнейшим результатом таких процессов были многие географические и исторические открытия, а также освоение новых территорий.

Одним из подобных важнейших исторических событий стало расселение на территории РФ поволжских татар. Огромное число представителей этой этнической группы хорошо освоились и прижились не только на территориях Республик Татарстан и Башкортостан, но и в других, прежде всего соседних субъектах РФ: Челябинской, Оренбургской, Ульяновской, Свердловской, Самарской областях и др. регионах.

Республика Мордовия, по данным Всероссийской переписи населения 2010 г. [5; 7],

¹ Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 19-05-00066 «Пространственно-временные закономерности инновационного развития сельского хозяйства регионов России»).

отличается значительным преобладанием в национальном составе русских, их доля составляет 53,16% общей численности населения (см. рис. 1). Далее идут коренные жители республики – мордва (39,91%), а третье место в структуре национального состава региона занимают татары с процентным содержанием в общей численности в 5,20% (см. рис. 1).

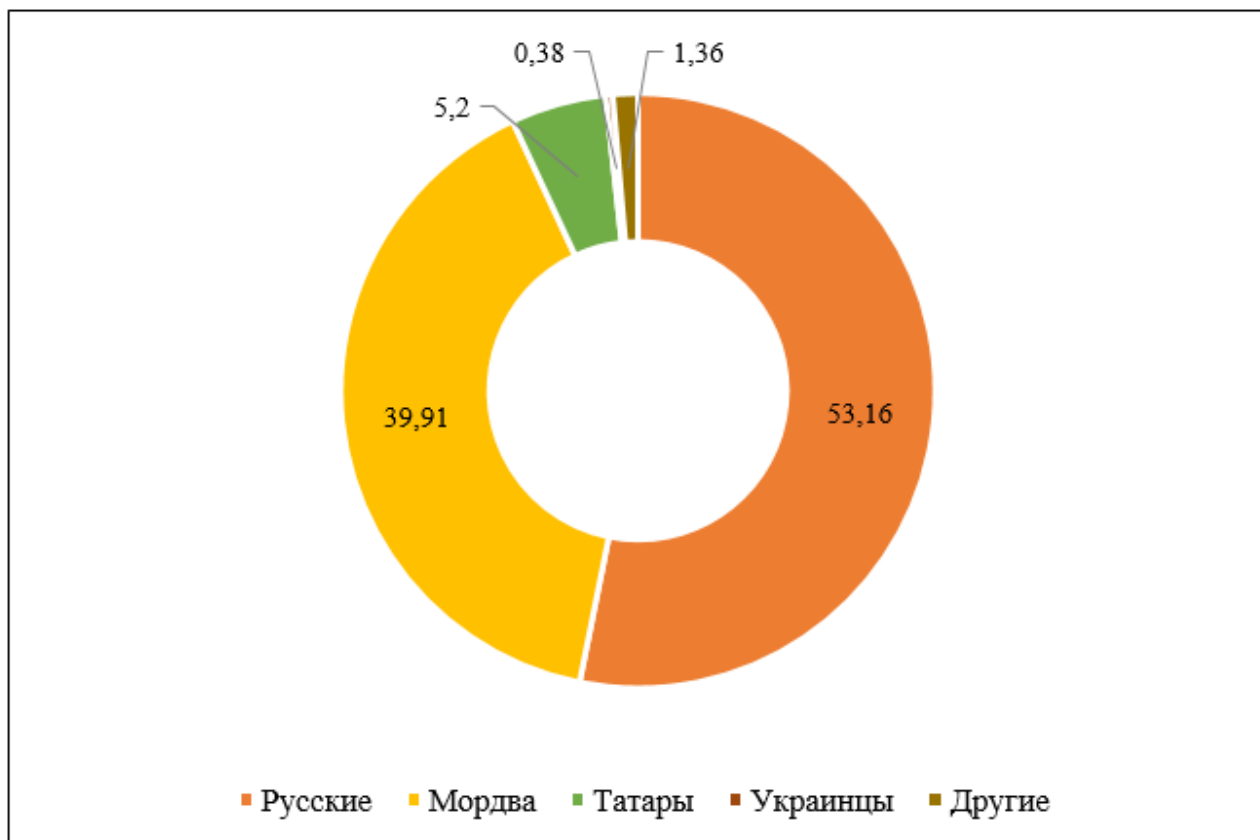


Рис. 1. Национальный состав населения Республики Мордовия на 2010 г.

Расселение населения – это сложный социально-экономический процесс, поэтому изучается он как со стороны географии, так и со стороны других смежных областей науки (демографии, социологии, этнографии и др.). Главной закономерностью расселения населения является соответствие форм расселения уровню и особенностям развития экономики.

Существуют системы статистических данных, которые широко применяются для анализа различных процессов в обществе, включая и демографические. Наиболее известный термин для этого определения известен как демографические показатели. Они подразделяются на две большие группы – абсолютные и относительные. Группа абсолютных показателей включает такие величины, которые могут быть получены методом прямых подсчетов. Это может быть численность населения в пределах определенной территории, величина естественного прироста населения, показатель миграционного сальдо и др. Относительные показатели, выражаются в процентах либо в коэффициентах и применяются

для определения структуры популяции. Этот вид показателей наиболее информативен, так как рассчитывается на тысячу жителей, что позволяет легко сравнивать данные за разные промежутки времени для разных территорий.

Говоря о картографировании населения, можно выделить три его основных аспекта: размещение, состав и динамику, к которым необходимо добавить взаимосвязи между различными характеристиками населения и другими явлениями. Все многообразие картографирования населения можно разделить на пять основных направлений: географическое (карты размещения и расселения населения); демографическое (карты состояния и воспроизводства населения); этнологическое (карты национального состава и расселения, элементов материальной и духовной культуры и т.п.); социально-экономическое (карты социального состава населения, уровня его жизни и т.п.) и экологическое (карты результатов взаимодействия человека и природной среды).

Для проектирования и создания карт в настоящее время необходимо обладать знаниями технологических процессов создания карт в цифровом виде. При этом немаловажную роль играет правильное выполнение оформления и компьютерного дизайна карт с использованием современных программных продуктов [1; 2; 6]. Существует множество программных продуктов, которые используются для составления карт [3; 4; 6]. Для картографического анализа расселения представителей татарской национальности нами было использовано программное обеспечение геоинформационной системы ArcGIS 10.0. Центральное приложение, которое используется в этой ГИС – ArcMap. Благодаря использованию современных моделей данных и управления, функций моделирования, анализа и редактирования, оно применяется для решения многих видов ГИС-задач разного характера.

В первую очередь было необходимо разработать математическую основу карты, включающую выбор и обоснование масштаба, ее проекции, координатных сеток и компоновки. Основным картографическим материалом, пригодным для создания карты расселения, была признана цифровая карта Республики Мордовия масштаба 1:1 400 000. Выбор проекции осуществляется исходя из специфики географического положения и размеров территории, масштаба и назначения карты. Исходя из этого, карта была построена в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера координатной зоны 8N системы координат Пулково 1942 г. (СК-42) в масштабе 1:1 400 000. На рисунке 2 представлено окно с выбором параметров системы координат и проекции.

В геоинформационном проекте [6] были использованы готовые наборы пространственных данных, что позволяет значительно сократить время, требуемое для создания цифровых карт. Для данной работы были выбраны такие готовые

пространственные данные, как цифровые слои границ Республики Мордовия и ее единиц административно-территориального деления (муниципальных районов и городского округа Саранск), их административных центров, важнейших элементов гидрографической сети и рамка, которая определяет границы и суть пространственной информации на исследуемую территорию.

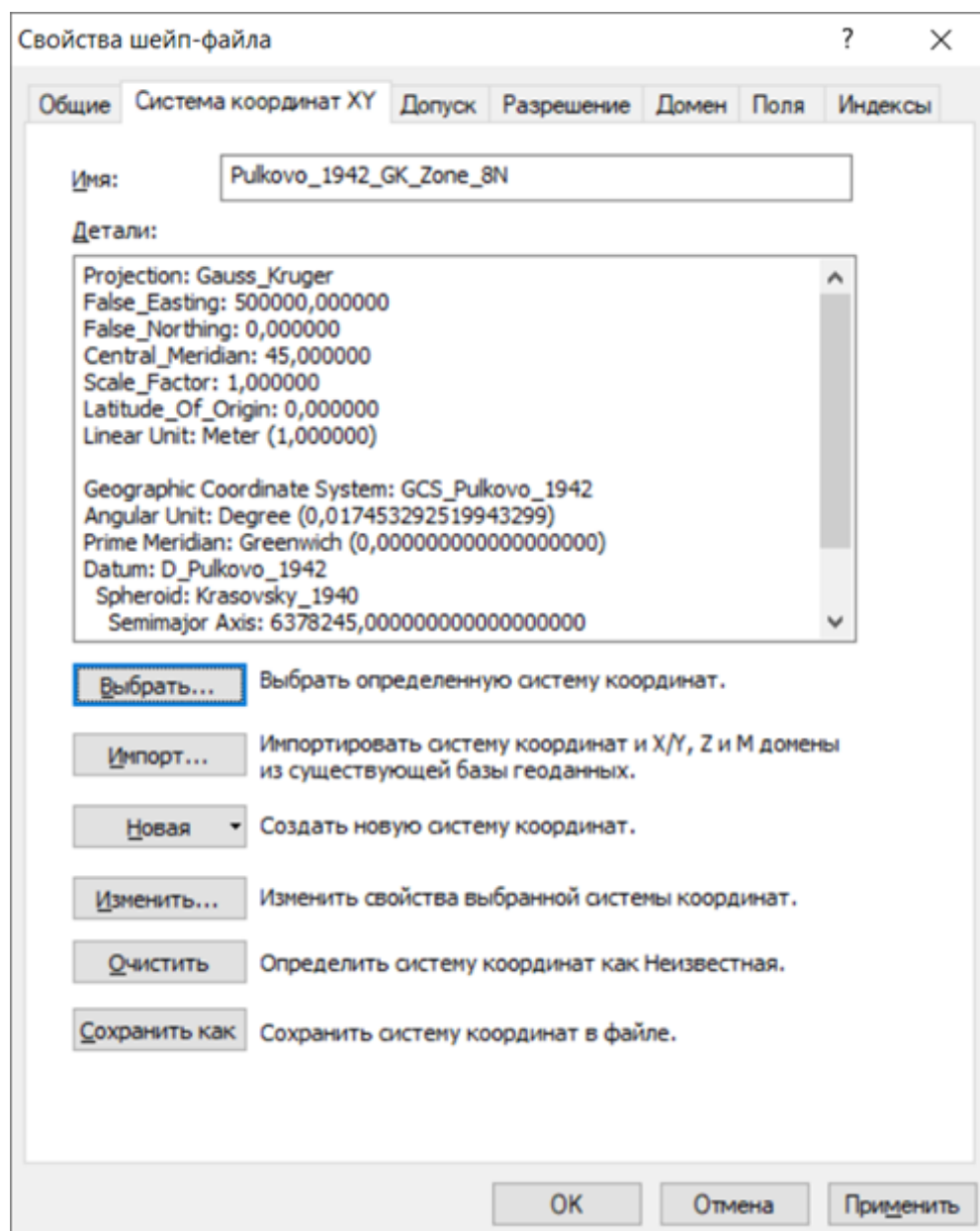


Рис. 2. Окно выбора параметров системы координат и проекции ГИС ArcGIS.

После редактирования цифровых слоев было необходимо внести информацию в атрибутивную таблицу целевого слоя (см. рис. 3). Основным источником для этого послужили данные, полученные по результатам Всероссийской переписи населения 2010 г. [5; 7].

Таблица

admin

	FID	NAME	2010
	0	БОЛЬШЕИГНАТОВСКИЙ РАЙОН	5
	1	АРДАТОВСКИЙ РАЙОН	55
	2	ТЕНЬГУШЕВСКИЙ РАЙОН	16085
	3	ИЧАЛКОВСКИЙ РАЙОН	45
	4	ЕЛЬНИКОВСКИЙ РАЙОН	694
	5	АТЯШЕВСКИЙ РАЙОН	28
	6	СТАРО-ШАЙГОВСКИЙ РАЙОН	26
	7	ЧАМЗИНСКИЙ РАЙОН	642
	8	РОМОДАНОВСКИЙ РАЙОН	4367
	9	ДУБЕНСКИЙ РАЙОН	348
	10	КРАСНОСЛОБОДСКИЙ РАЙОН	375
	11	АТЮРЬЕВСКИЙ РАЙОН	589
	12	ЛЯМБИРСКИЙ РАЙОН	10795
	13	ТОРБЕЕВСКИЙ РАЙОН	724
	14	БОЛЬШЕБЕРЕЗНИКОВСКИЙ РАЙ	51
	15	КОВЫЛКИНСКИЙ РАЙОН	231
	16	КАДОШКИНСКИЙ РАЙОН	1430

21

(0 из 25 Выбранные)

admin

Рис. 3. Атрибутивная таблица с информацией о численности татарского населения в Республике Мордовия.

Для картографического анализа пространственно-временной динамики расселения татар на территории Республики Мордовия дополнительно были использованы данные предыдущих Всесоюзных и Всероссийских переписей населения (см. табл. 1). Сформированная база данных позволяет приступить к последнему этапу создания карты – организации ее тематических слоев, редактированию и окончательному оформлению (см. рис. 4).

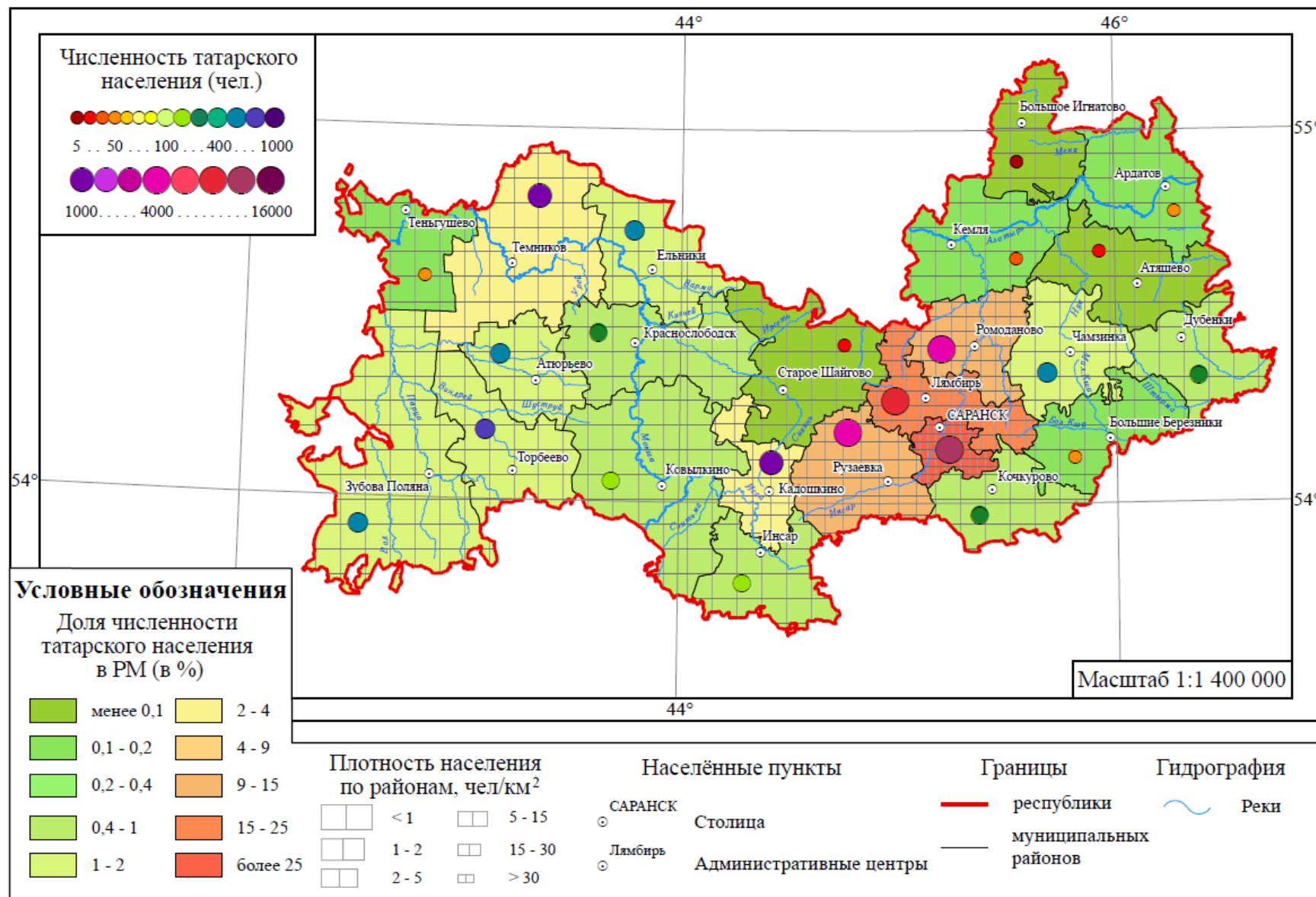


Рис. 4. Карта численности татарского населения на территории Республики Мордовия (приведена с уменьшением масштаба).

Изменение численности татарского населения Республики Мордовия [7]

Год	Численность татарского населения, чел.	Прирост / убыль численности, чел.		Общая доля прироста и убыли, %	
1959	38 636	4 756	+6 319	132,9	100
1970	44 955		+810	17	
1979	45 765		+1 563	32,9	
1989	47 328		-1 067	-22,4	
2002	46 261		-2 869	-60,4	
2010	43 392				

По данным табл. 1 создана диаграмма, наглядно визуализирующая динамику общей численности татарского населения на территории Республики Мордовия за период 1959–2010 гг. (см. рис. 5).



Рис. 5. Динамика численности татарского населения Республики Мордовия (по результатам переписей населения), чел.

Рассмотрев и проанализировав полученные материалы, иллюстрирующие динамику изменения численности татарского населения, карту (см. рис. 4), таблицу (см. табл. 1) и диаграмму (см. рис. 5), – мы видим, что численность татар на территории Республики Мордовия в настоящее время имеет общую тенденцию к уменьшению. Если за 30-летний период с 1959 по 1989 гг. численность татар увеличилось на 8 692 чел., то за 21 год – с 1989 по 2010 гг., мы видим ее снижение на 3 936 чел.

Таким образом, можно сделать вывод об отрицательной динамике численности татарского населения Республики Мордовия. По мнению активистов национально-культурной автономии татар Мордовии, в ходе предстоящей Всероссийской переписи населения, татары могут исчезнуть как единая нация. С их точки зрения, единая татарская нация будет раздроблена на ряд отдельных этнических групп, которые существовали еще в средние века.

Изучение особенностей расселения и динамики татарского населения Республики Мордовия интересно и с точки зрения их взаимосвязи со спецификой пространственно-временной характеристики и динамики процессов диффузии инноваций в сельском хозяйстве. Это отчетливое пространственное перемещение сельскохозяйственных инноваций из регионов-доноров в регионы-реципиенты, от инновационных ядер и субъядер на инновационную субпериферию и периферию [4; 8]. Названные особенности четко представлены в фокусе сосредоточения татарского населения Мордовии – ее сельской местности. Но прежде всего это касается субъектов с преобладанием или значительной долей татарского населения в РФ – Татарстана, Башкортостана, Ульяновской, Оренбургской, Тюменской областей – регионов-доноров сельскохозяйственных инноваций, инновационных ядер, районов интенсивного сельского хозяйства, а также их столиц – ведущих научно-технических центров [4; 8], продуцентов инноваций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манухов В. Ф., Варфоломеев А. Ф., Манухова В. Ф. О геоинформационной поддержке междисциплинарных исследований // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 182-184.
2. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г. О построении картографических изображений средствами ГИС-пакетов // Педагогическая информатика. – 2015. – № 1. – С. 55-63.
3. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Тюряхин А. С. Непрерывное образование применительно к картографо-геодезической специальности // Геодезия и картография. – 2009. – № 2. – С. 58-63.
4. Тесленок С. А., Носонов А. М., Тесленок К. С. Геоинформационное моделирование

диффузии инноваций // Материалы Междунар. конф. «ИнтерКарто/ИнтерГИС». 2014. № 20. С. 159-169. <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2014-1-20-159-169> (дата обращения 09.06.20).

5. Тесленок С. А., Макарова К. П. Геоинформационное картографирование расселения народов на территории Республики Мордовия [Электронный ресурс] // Современные проблемы территориального развития : электрон. журн. – 2017. – № 2. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Pentium III, процессор с тактовой частотой 800 МГц ; 128 Мб ; 10 Мб ; Windows XP/Vista/7/8/10 ; Acrobat 6 х.

6. Тесленок К. С., Тесленок С. А. Создание геоинформационного проекта и его использование в целях развития хозяйственных систем // Геоинформационное картографирование в регионах России: мат-лы VII Всерос. науч.-практич. конф. (Воронеж, 10–12 дек. 2015 г.). – Воронеж : Научная книга, 2015. – С. 134–138.

7. Численность и размещение населения Республики Мордовия (по итогам переписей населения): стат. сб. № 923. – Саранск: Мордовиястат, 2012. – 77 с.

8. Teslenok S., Teslenok K., Letkina N., Dmitriyev P., Fomin I. Spatial Analysis of Innovations Diffusion in the Agricultural Sector [Электронный ресурс] // Advances in Engineering Research. – Vol. 191. IV International Scientific and Practical Conference 'Anthropogenic Transformation of Geospace: Nature, Economy, Society'. – 2019 – pp. 281-285. – Режим доступа: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/atg-19/125933884> (дата обращения 09.06.20). DOI <https://doi.org/10.2991/aer.k.200202.057>.

БАЙЧУРИНА Р. М., ТЕСЛЕНОК С. А.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ СЕРИИ КАРТ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУБЪЕКТОВ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА¹**

Аннотация. В статье рассмотрена технология проектирования и создания серии карт важнейших демографических показателей – рождаемости, смертности и естественного прироста населения на территории субъектов Приволжского федерального округа России. Дан краткий предварительный анализ итогов проделанной работы и созданных карт.

Ключевые слова: карта, население, демография, статистика, демографические показатели, смертность, рождаемость, естественный прирост, Приволжский федеральный округ.

BAYCHURINA R. M., TESLENOK S. A.

**DESIGNING AND CREATING A SERIES OF DEMOGRAPHIC MAPS
OF TERRITORIAL ENTITIES OF VOLGA FEDERAL DISTRICT**

Abstract. The article discusses the technology of designing and creating a series of maps of the most important demographic indicators – fertility, mortality and natural population growth of the territorial entities of the Volga Federal District of Russia. A brief preliminary analysis of the results of the work done and the created maps is given.

Keywords: map, population, demography, statistics, demographic indicators, mortality, birth rate, natural increase, Volga Federal District.

Приволжский федеральный округ (далее ПФО) — административное формирование России на территории Поволжья и Западного Урала. Образован 13 мая 2000 г. в соответствии с Указом Президента России В. В. Путина «О полномочном представителе Президента Российской Федерации в федеральном округе». По официальным данным ПФО занимает около 6,8% всей территории России, на которой проживает 21,3% населения страны и, в связи с этим, он входит в число наиболее плотно заселенных федеральных округов страны [8].

На севере округ граничит с Северо-Западным ФО, на востоке – с Уральским, на юге – с Казахстаном и Южным ФО и на западе – с Центральным. В состав ПФО входят 14 субъектов – 6 республик, 7 областей и 1 край (см. рис. 1).

¹ Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 19-05-00066 «Пространственно-временные закономерности инновационного развития сельского хозяйства регионов России»).



Рис. 1. Карта Приволжского федерального округа.

Административным центром округа является г. Нижний Новгород. Природные условия региона благоприятны для ведения бизнеса (в том числе сельского хозяйства) и жизнедеятельности в целом. Округ имеет самобытный состав населения, характеризующийся религиозным и языковым многообразием (около 170 народов и более 6 тыс. религиозных организаций) при бесконфликтном и органичном сосуществовании разных культурных традиций [8].

Говоря о населении, следует отметить, что его основной социально-экономической характеристикой являются демографические показатели. Суть их использования заключается в постоянном мониторинге состояния главных из них, таких как рождаемость (Р), смертность (С) и естественный прирост (ЕП). Характеристика динамики основных демографических процессов необходима, в первую очередь, для оценки текущего уровня и прогноза дальнейшего развития населения, оценки трудовых ресурсов, формирования понятия о качестве жизни и других составляющих [7].

Для более четкого понимания и раскрытия взаимного влияния временных и пространственных изменений процессов Р, С и ЕП населения следует использовать картографический метод исследования, как уникальный, понятный и наиболее простой метод комплексного представления пространственной информации [1; 4]. Главную роль в разработке научно-методических основ социально-демографического картографирования занимает разработка и составление комплексных атласов. Для наиболее полного представления, дадим определение этого понятия. Атлас – систематизированное собрание карт, выполненных по единой программе, и изданное в виде книги, комплекта листов в папке в одном или нескольких томах, или в электронной форме как целостное произведение [9]. Именно этот способ визуализации пространственной информации позволяет в общем виде представить взаимосвязанную информацию, посвященную различным социально-экономическим характеристикам населения любой страны. Картографические материалы социально-демографических разделов атласов представляют собой целостную систему взаимосвязанных и взаимодополняющих карт, отображающих различные аспекты жизни населения в самых разных масштабах.

Именно демографические карты в последнее время становятся наиболее понятными и востребованными при проведении социально-экономических исследований населения России. Они четко отображают пространственные и временные изменения в численности населения, отображающие уровень Р, С и ЕП. Таким образом, именно картографический анализ демографических показателей ПФО позволяет исследовать структуру показателей и динамику временных и пространственных взаимосвязей явлений.

Для наиболее удобного расчета и последующей визуализации демографических

показателей, принято выделять два их вида: абсолютные и относительные. Абсолютные показатели – величины, получаемые прямыми подсчетами (например, общая численность населения). Относительные – это показатели, выражающиеся в коэффициентах или процентах (%). Чаще всего они используются при оценке динамики и качества жизни населения в пределах той или иной территории. Коэффициенты в демографии рассчитываются на 1000 человек, поэтому результат получают в промилле (‰).

Широкий спектр приемов, предназначенных для анализа и обработки данных карт, включает следующие основные способы: визуальный анализ, графические приемы, морфометрические и картометрические работы, математико-статистический анализ, математико-картографическое моделирование и т.д.

Для составления карт и последующего картографического анализа демографических показателей нами была использована географическая информационная система [1] ГИС ArcGIS 10.4. и три ее основных приложения – ArcCatalog, ArcMap и ArcToolbox. Первое осуществляет управление структурой базы данных (БД), отвечает за хранение информации в ней, а также обеспечивает поиск, просмотр и документирование геоданных. Второе – приложение, решающее задачи создания и редактирования карт, а также их картографического анализа. Третье содержит инструментарий для геообработки данных.

Изначально для создания основы карты (ее каркаса), необходимо определить ее математическую основу. Именно она дает первоначальное понятие о том, каким образом будет располагаться исследуемая территория на листе необходимого формата. Важно и определение того, какое расположение объектов картографирования будет наиболее правильным и оптимальным с географической и удобным с пользовательской точек зрения.

Математическая основа карты – это группа элементов, обуславливающих математические свойства географических карт. На их формирование влияет подборка и обоснование масштаба, проекции карты и координатной сетки [6].

Масштаб определяет пространственные размеры модели. От него зависит полнота и подробность ее содержания карты, точность последующих измерений по ней, так же степень ее читаемости для более быстрого и легкого ознакомления с представленной на ней территорией [10].

Проектируемые карты серии «Демографические показатели субъектов Приволжского федерального округа» принадлежат к группе обзорных тематических и предназначены для учебных целей. Исходя из этого, каждая карта должна полностью помещаться на стандартный лист формата А4. Название карт размещается в центре листа, а масштаб указывается в нижнем правом углу (если имеется место, то в пределах самой карты). Кроме того, проектируемая карта должна вмещать всю картографируемую территорию. Поэтому, в

связи с приведенными выше требованиями, был выбран масштаб 1:9 000 000.

Картографическая проекция также является одним из важнейших элементов, влияющих на выбор математической основы карты. Проекцией принято называть математически определенное отображение поверхности эллипсоида или шара на плоскость карты [7]. Проектируемые карты выполнены в нормальной конической равнопромежуточной проекции (Equidistant_Conic). Центральный меридиан $-52^{\circ}00'$ в.д., стандартные параллели – 53° с.ш. и 59° с.ш. Картографическая сетка представлена изображением меридианов и параллелей с шагом 5° по долготе и 10° и широте. Меридианы представлены прямыми линиями, выходящими из одного центра и равно удаляющимися к периферии, а параллели – дугами, центрированными на вершине. К северу и югу от стандартных параллелей расстояния растягиваются, а между стандартными параллелями расстояния сжимаются. Искажение площадей постоянно вдоль любой параллели, но увеличивается по мере удаления от стандартных параллелей [5].

Содержание макета компоновки полученных карт включает сеть меридианов и параллелей, границы картографируемой территории, важнейшие элементы гидрографической сети и населенные пункты, магистральные железнодорожные пути, границы, а также подписи и другие дополнительные данные.

Кроме того, карты должны иметь подробное специальное содержание, позволяющее получить достаточно полную информацию о демографических показателях картографируемой территории. Для этого на создаваемых картах используются два способа картографического изображения: картодиаграммы (отражают значения Р и С) и картограммы (показывают величины ЕП каждого субъекта ПФО).

Проектирование и составление карт неразрывно связано с разработкой четких научно-обоснованных приемов и методов генерализации отдельных элементов местности, позволяющих отразить своеобразие каждого региона и сохранить единство и целостность содержания карт [11].

Для составления карт в качестве основного источника картографической информации использовались стандартные векторные слои на территорию Российской Федерации, полученные с сайта Всероссийского научно-исследовательского геологического института имени А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ) масштаба 1:2 500 000 [2]. Их применение позволяет сократить время, необходимое для оцифровки растровых данных.

В качестве географической основы карт были выбраны следующие пространственные данные: субъекты Российской Федерации, населенные пункты, железные дороги, гидрографическая сеть, рамка (создана для определения пространственного экстенда обработки данных), границы изучаемых субъектов. Далее цифровые слои были обрезаны по

рамке (маске) и отредактированы в соответствии с условными знаками целевого масштаба, для чего для каждого слоя был определен свой стиль.

Основным источником статистических данных для создания карт послужил сборник социально-экономических показателей, ежегодно выпускаемый Федеральной службой государственной статистики Российской Федерации (Росстат) [2]. Необходимая информация вносилась из сборника в атрибутивную таблицу БД. Для этого в режиме редактирования атрибутивной таблицы создавалось необходимое количество полей и записей для внесения данных по картографируемым и анализируемым показателям. Также для более корректной работы ГИС-программы и облегчения читаемости карт, необходимо правильно определить тип вводимых данных. В атрибутивной таблице слоя субъектов ПФО были добавлены новые поля: «Рождаемость», «Смертность», «Естественный прирост». Пример демографических показателей субъектов ПФО за 2018 г. приведен в таблице 1.

Таблица 1

**Рождаемость, смертность и естественный прирост населения
по субъектам Приволжского федерального округа за 2018 г.**

Субъекты	Демографические показатели на 1000 чел. населения		
	рождаемость	смертность	естественный прирост
Республика Башкортостан	11,60	12,40	-0,80
Республика Марий Эл	10,80	12,70	-1,90
Республика Мордовия	8,30	13,40	-5,10
Республика Татарстан	11,90	11,40	0,50
Удмуртская Республика	10,90	12	-1,10
Чувашская Республика	10,60	12,60	-2
Пермский край	11,30	13,50	-2,20
Кировская область	9,90	14,90	-5
Нижегородская область	9,90	15	-5,10
Оренбургская область	11	13,30	-2,30
Пензенская область	8,69	14,50	-5,80
Самарская область	10,40	13,50	-3,10
Саратовская область	9,10	13,90	-4,80
Ульяновская область	9,60	14,20	-4,60

Значительное число дополнительных модулей ГИС ArcGIS позволяют связать данные атрибутивной таблицы об объекте с самим объектом, отображаемым на плоскости проектируемой карты. Результаты такого совмещения позволяют выбрать объект на карте с одновременным его выделением и в атрибутивной таблице.

После формирования БД и заполнения информации об объектах выполнялся следующий шаг – формирование стилей тематических слоев и окончательное оформление. С использованием способа картограмм субъектам ПФО придавались разные цвета, в

зависимости от величины показателя ЕП населения. У слоя «Регионы» правой кнопкой мыши открываются «Свойства» и в появившемся окне выбираются параметры «Символы», «Количество», «Градуированные цвета», Поля, Значение: «Ест. прирост». Далее указывается количество классов и размеры диапазонов.

Затем строились столбчатые диаграммы, отражающие величину показателей Р и С по субъектам ПФО на 1000 чел. населения. В том же слое выбираем в меню «Свойства». В появившемся окне выбирались параметры «Символы», «Диаграммы», «Столбчатая/Линейчатая», выбор поля: «Рождаемость», «Смертность», указывался нужный размер. Разница в высоте диаграммных знаков позволяет проследить изменение демографической ситуации в субъектах региона ПФО

В результате проделанной работы в ГИС ArcGIS 10.4 была создана серия карт: Приволжского федерального округа (отражает положение ПФО относительно других округов и субъектов внутри него (см. рис. 1) и две карты, визуализирующие демографические показатели субъектов ПФО за разные года (1991 и 2018 гг.) (пример одной из них – см. рис. 2).

Даже самый предварительный анализ итогов проделанной работы и созданных карт позволяет отметить, что в 2018 г. во всех анализируемых субъектах наблюдается положительная динамика с ростом Р по сравнению с 1991 г. В целом, показатели Р в ПФО постепенно увеличиваются. Во многом этому способствуют повышение уровня жизни в стране и демографическая политика государства. Несмотря на это, во всех субъектах ПФО С начинает превышать Р (см. рис. 2), вызывая значительное снижение показателей ЕП населения.

Выявленные закономерности подтверждаются более конкретными данными по административному центру ПФО – г. Нижнему Новгороду. В 1991 г. показатель Р здесь был равен 9,9‰, а в 2018 г. наблюдается его рост до 10,1‰. Нужно сказать, что за почти 30-летний период рост не самый значительный, но положительная динамика процесса воспроизводства населения налицо.



Рис. 2. Карта демографических показателей субъектов Приволжского федерального округа за 2018 год.

Рассмотрим динамику показателя С на этом же примере. В 1991 г. он составлял 12,7‰, а в 2018 г. вырос значительно больше показателя Р до 15‰. Это привело к тому, что уровень С в 1,5 раза превышает уровень Р.

Если показатель ЕП в 1991 г. составлял –2,8‰, то на 2018 г. он значительно уменьшается и становится равным уже –4,9‰. Подобная динамика отрицательного естественного движения населения наблюдается во всех субъектах ПФО (см. рис. 2).

Ситуация в рассматриваемом округе не является единичным случаем, т.к. в соседних округах также наблюдается явление отрицательного ЕП населения, что не может не вызывать тревоги за состояние воспроизводство населения всей страны. В особой степени это относится к сельской местности анализируемого региона и страны в целом.

При этом необходимо отметить, что ПФО в целом, его отдельные субъекты (республики Татарстан, Башкортостан, Чувашия, Нижегородская и Пензенская области) и их столицы (Казань, Уфа, Чебоксары, Нижний Новгород, Пенза) занимают лидирующие позиции в процессах диффузии инноваций в сельском хозяйстве России. Они происходят путем четко выраженного перемещения от инновационных ядер и субъядер на инновационную субпериферию и периферию, из регионов-доноров в регионы-реципиенты [12; 13]. Названные субъекты – инновационные ядра, районы интенсивного земледелия и, соответственно, – регионы-доноры инноваций, а их столицы при этом – крупнейшие города и ведущие научно-технические центры страны [12; 13].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варфоломеев А. Ф., Коваленко А. К., Манухов В. Ф. ГИС для оценки природных и антропогенных факторов при территориальном природопользовании // ИнтерКарто 9: ГИС для устойчивого развития территорий. Мат-лы междунаrod. конф., 2003. – С. 173-179.
2. Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vsegei.ru/ru/> (дата обращения 16.05.2020).
3. Демография [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/ (дата обращения 16.05.2020).
4. Ивлиева Н. Г., Примаченко Е. И., Манухов В. Ф., Калашникова Л. Г. О картографическом обеспечении исследований демографических процессов (на примере Республики Мордовия) // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2009. – Т. 15. – № 1. – С. 214-218.

5. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г. О построении картографических изображений средствами ГИС-пакетов // Педагогическая информатика. – 2015. – № 1. – С. 55-63.
6. Математическая основа топографических карт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://topography.ltsu.org/topography/t2.html> (дата обращения 16.05.2020).
7. Особенности применения картографического метода в общественно-географическом исследовании демографической ситуации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/79/480/27325.php> (дата обращения 16.05.2020).
8. Официальный сайт полномочного представителя Президента Российской Федерации в Приволжском федеральном округе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bankgorodov.ru/fed-district/pfo> (дата обращения 16.05.2020).
9. Салищев К. А. Картоведение. – М.: Изд-во Московского университета, 1990. – 400 с.
10. Спиркина О. С., Тесленок С. А. Составление демографических карт на территорию Дальневосточного федерального округа // Наука и образование XXI века: Мат-лы XI междунар. науч.-практич. конф. – Рязань: Современный технический университет, 2017. – С. 117-122.
11. Тесленок С. А., Калашникова Л. Г. ГИС-картографирование инновационного развития сельского хозяйства России в целях регионального управления // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2019. – Т. 5 (15). – Вып. 3. – С. 353-360.
12. Тесленок С. А., Носонов А. М., Тесленок К. С. Геоинформационное моделирование диффузии инноваций // Мат-лы Междунар. конф. «ИнтерКарто/ИнтерГИС». – 2014. – № 20. – С. 159-169. <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2014-1-20-159-169> (дата обращения 16.05.2020).
13. Тесленок С. А., Тесленок К. С., Долгачева Т. А., Скворцова М. А. Методы и способы графической визуализации результатов исследования социальной комфортности проживания населения // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук: Мат-лы XI междунар. науч.-практич. конф. – Вольск, 2017. – Т. 11. – № 10. – С. 125-130.

АНИКИН В. В., ДОЛГАЧЕВА Т. А., ДОЛГАЧЕВА А. С.
СОЗДАНИЕ КАРТ СРЕДНЕГОДОВЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА
НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. В статье изучены пространственно-временные особенности изменения температуры воздуха на территории Республики Мордовия с применением ГИС-технологий. В результате исследования построены тематические карты. Основываясь на полученных картографических материалах, можно сделать вывод о том, что на территории Республики Мордовия зафиксирован положительный рост среднегодовой температуры воздуха, что свидетельствует о тенденции к потеплению.

Ключевые слова: климат, среднегодовые температуры воздуха, метеорологические станции, ГИС-технологии.

ANIKIN V. V., DOLGACHEVA T. A., DOLGACHEVA A. S.
MAKING ANNUAL AIR TEMPERATURE MAPS OF THE TERRITORY
OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA USING GIS TECHNOLOGIES

Abstract. The article studies the spatial and temporal features of air temperature changes on the territory of the Republic of Mordovia using GIS technologies. As a result, a series of thematic maps has been created. Considering the new maps, it can be concluded that a positive increase in the average annual air temperature was recorded on the territory of the Republic of Mordovia, which indicates a warming trend. The created maps can be used for further climate research.

Keywords: climate, average annual air temperatures, meteorological stations, GIS technologies.

Наиболее важной климатической переменной и часто используемой, как индикатор состояния и изменения климата, является температура воздуха в поверхностном слое земли. Это очень изменчивый метеорологический элемент, зависящий от множества факторов. Также с понятием температуры воздуха связаны такие явления как аномальная жара или морозы, что зачастую приводит к большим экологическим и экономическим ущербам [1; 5; 7]. Для климатических исследований активно использовали разнообразные картографические произведения, так как они являются мощным средством пространственного анализа климатических данных. С помощью математико-картографического моделирования составили тематические карты на основе среднегодовых, среднемесячных, суточных и сезонных значений. Данный способ является одним из важнейших и прогрессирующих направлений в современных климатических исследованиях.

На сегодняшний день изучение климатических изменений наиболее целесообразно проводить с применением ГИС-технологий. Так как эти технологии увеличивают возможности для анализа и моделирования природных явлений и их показателей, имеющих пространственное распространение [4; 10]. Нами для изучения среднегодовых температур воздуха на территории Республики Мордовии было выбрано несколько периодов метеонаблюдений. Первый период (1962 – 2018 гг.) является основным, так как за каждые 8 лет этого периода будет происходить изучение изменения температуры воздуха.

Второй период (1961 – 1990 гг.) официально является фиксированным базисным периодом. Этот период используется для сравнения изменения и изменчивости климата во всех странах по отношению к этому стандартному базисному периоду. Он остаётся фиксированным на бессрочной основе или до тех пор, пока не будет представлена научно обоснованная причина для его изменения.

Третий период (1981 – 2010 гг.) – новый текущий базовый период, который является климатической стандартной нормой. Он определяется как среднее значение климатических данных, рассчитываемых за последовательные 30-летние периоды.

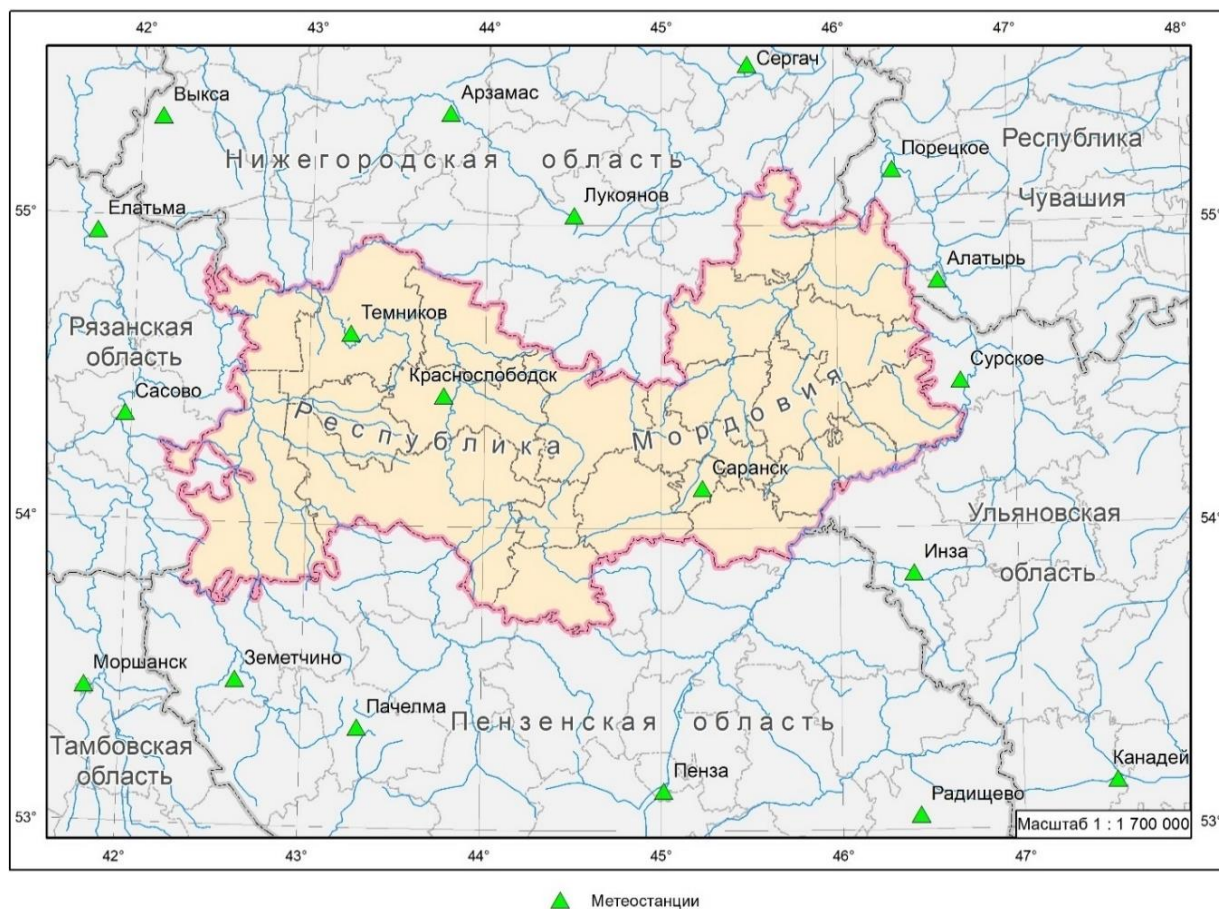


Рис. 1. Метеостанции Республики Мордовия и соседних регионов.

Так как на территории Мордовии расположено только 3 метеостанции, что является недостаточным для проведения исследования, были использованы данные метеорологических пунктов соседних регионов (см. рис.1). По результатам наблюдений с 19 метеорологических станций было выполнено картографирование изменений температуры воздуха на территории Республики Мордовия с 1962 по 2018 гг.

После добавления векторных слоев и метео данных получена серия карт среднегодовой и среднемноголетней температуры за разные годы, представленные на рисунках 2–4. На рисунке 5 размещены карты среднемноголетних температур воздуха за разные периоды.

Для анализа изменений температуры воздуха был использован инструмент «Калькулятор раstra» алгебры карт в ГИС Arc GIS 10.0. Нами проведено изучение изменения температур за разные периоды. Для этого из выбранных годов в период 1962 – 2018 гг. были вычтены данные базисного периода (1961 – 1990 гг.) (см. рис. 6–9). А для более точного разбора климатических изменений также вычитался новый период «норм» (1981 – 2010 гг.) (см. рис. 6–9).

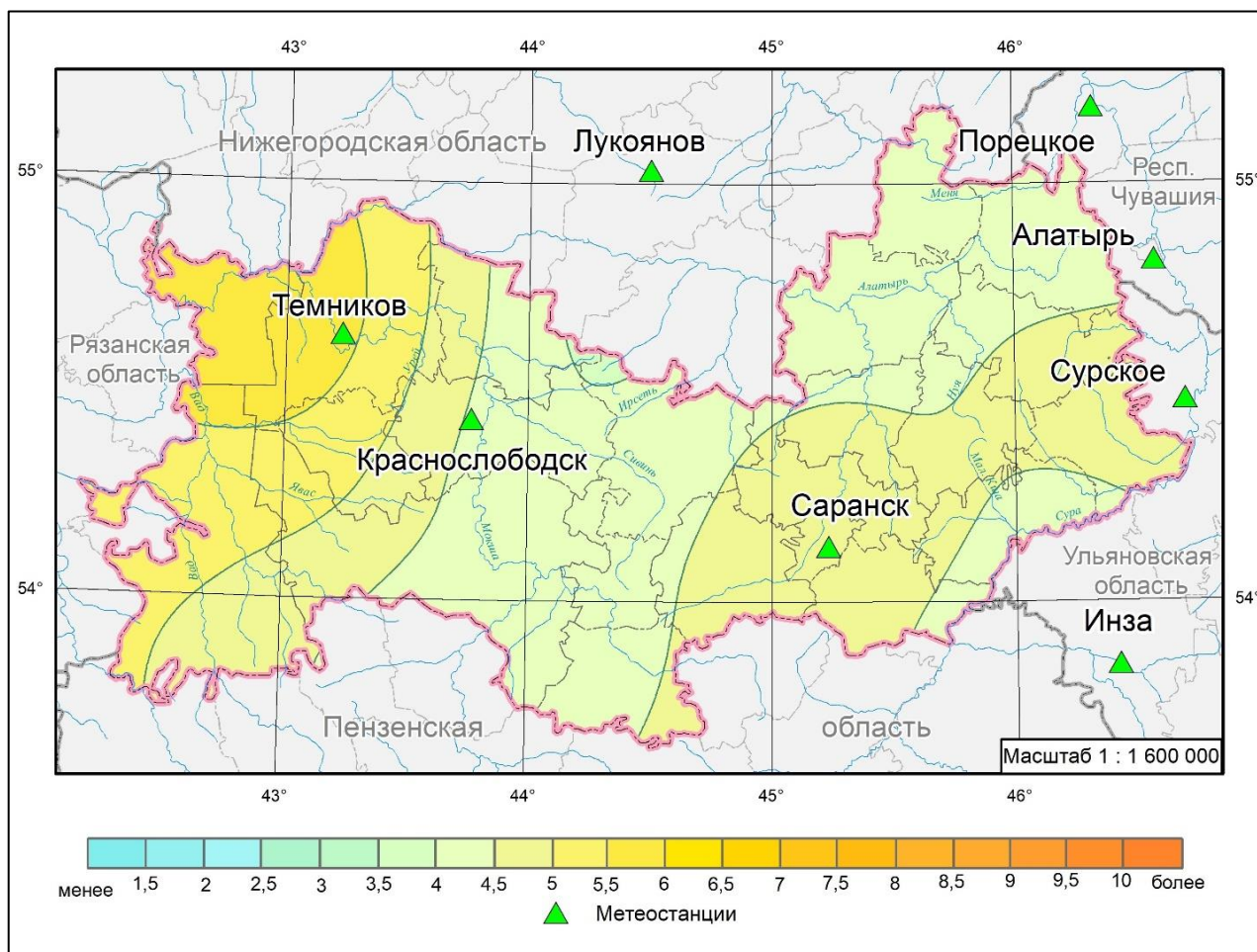


Рис. 2. Среднемноголетняя температура воздуха, °C за период 1962 – 2018 гг.

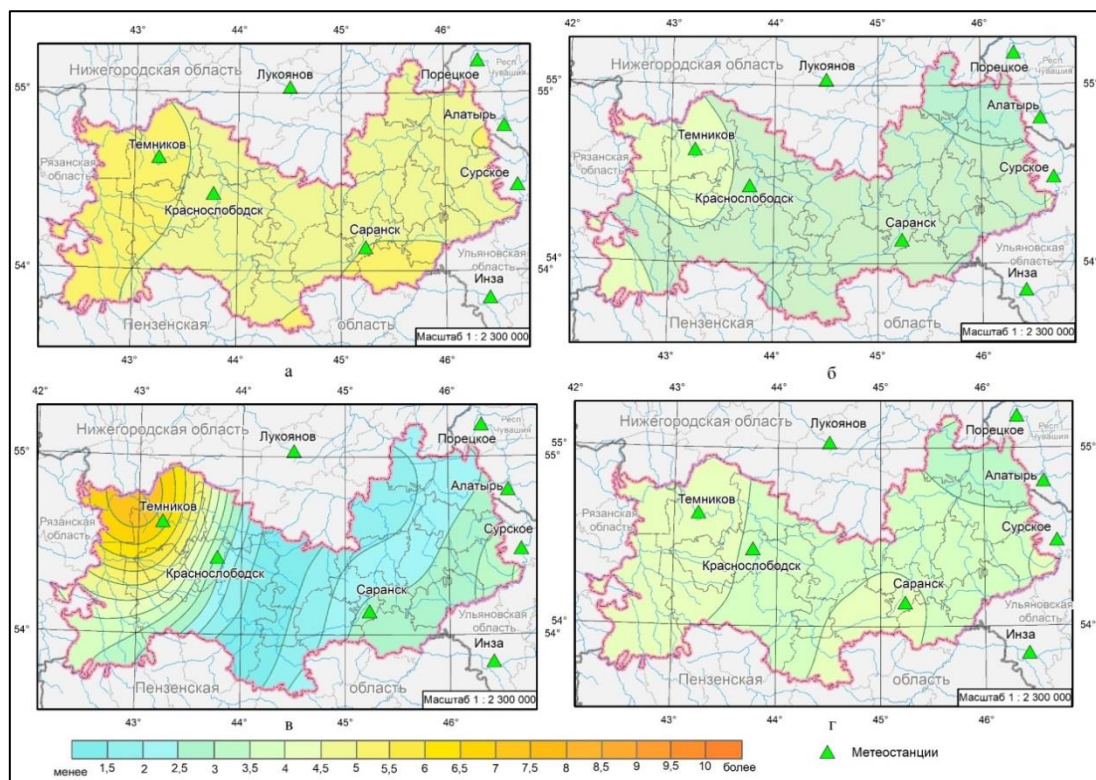


Рис. 3. Среднегодовая температура воздуха за разные года, °C:
а – 1962 г.; б – 1970 г.; в – 1978 г.; г – 1986 г.

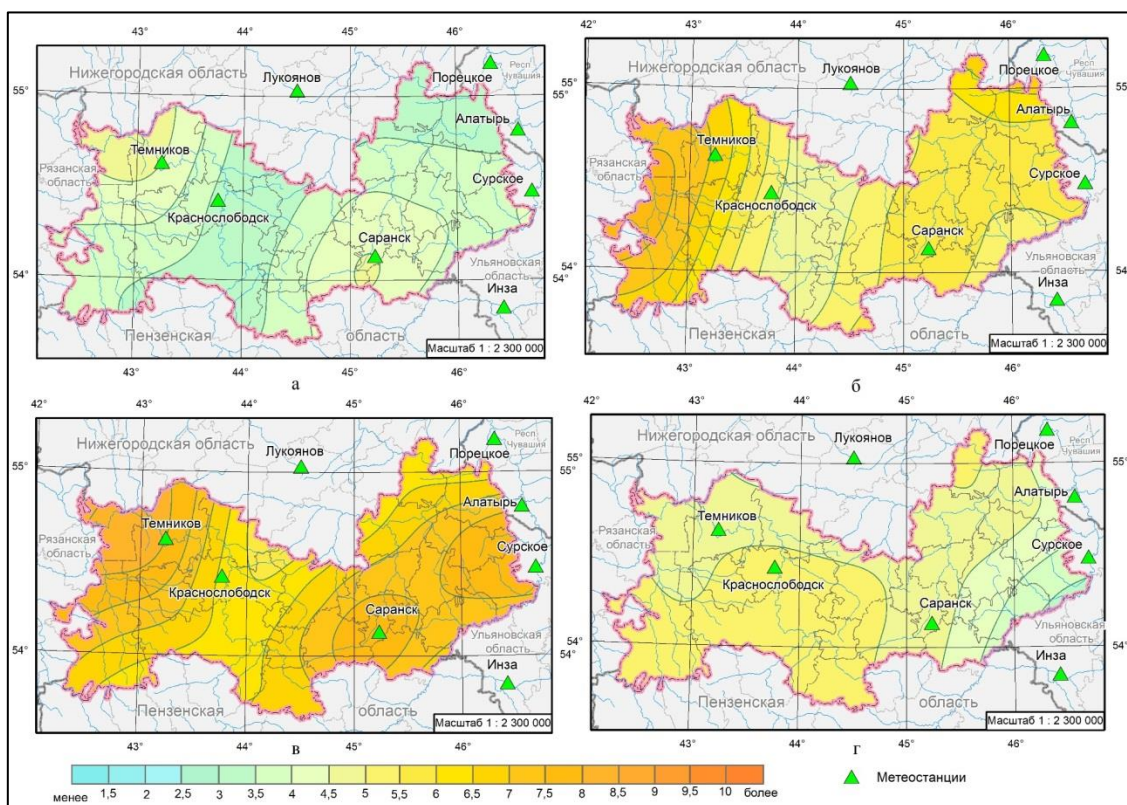


Рис. 4. Среднегодовая температура воздуха за разные года, °C:
а – 1994 г, б – 2002 г, в – 2010 г, г – 2018 г.

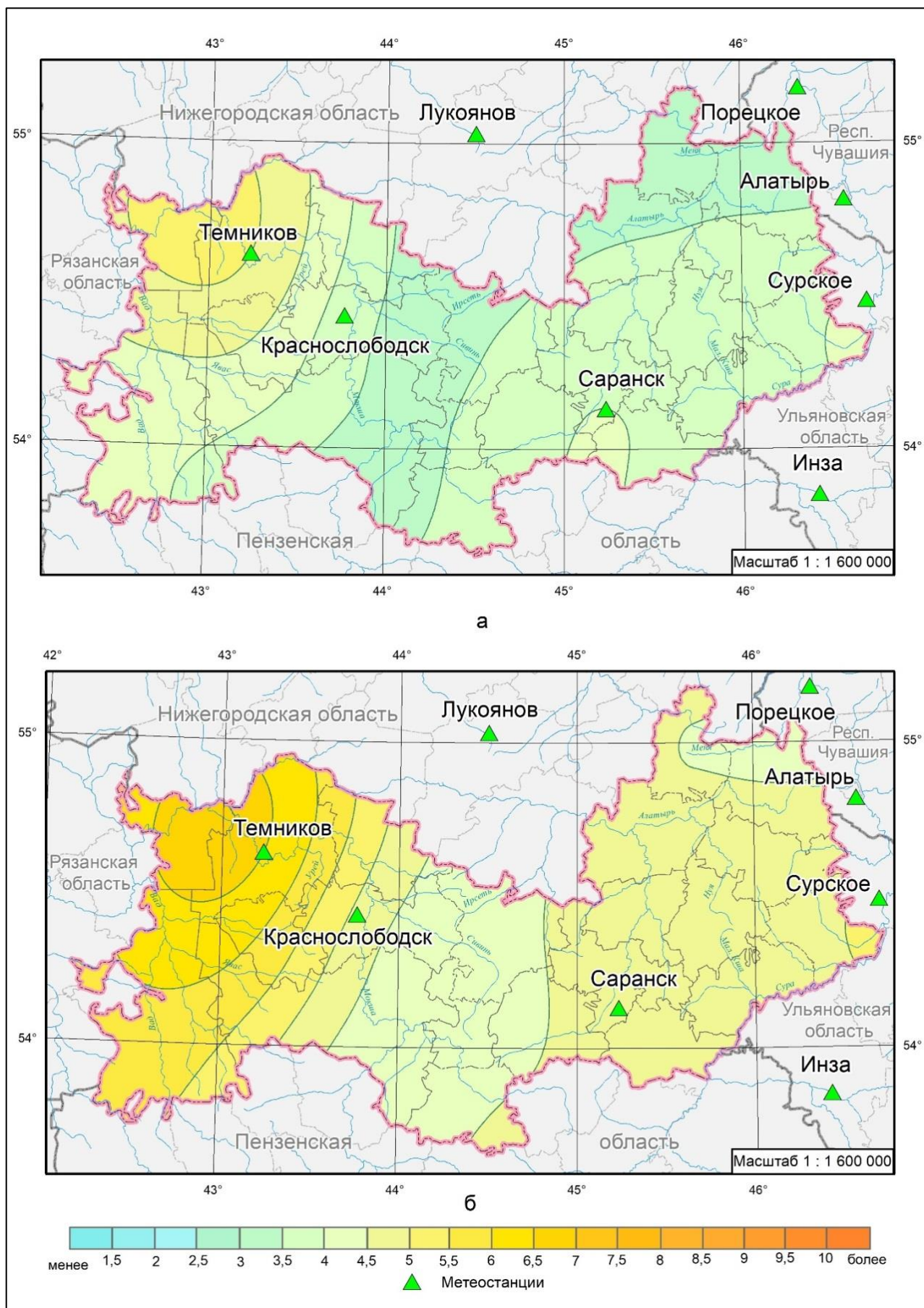


Рис. 5. Среднегодовая температура воздуха за разные периоды, °C «нормы»: а – за 1961 – 1990 гг., б – 1981 – 2010 гг.

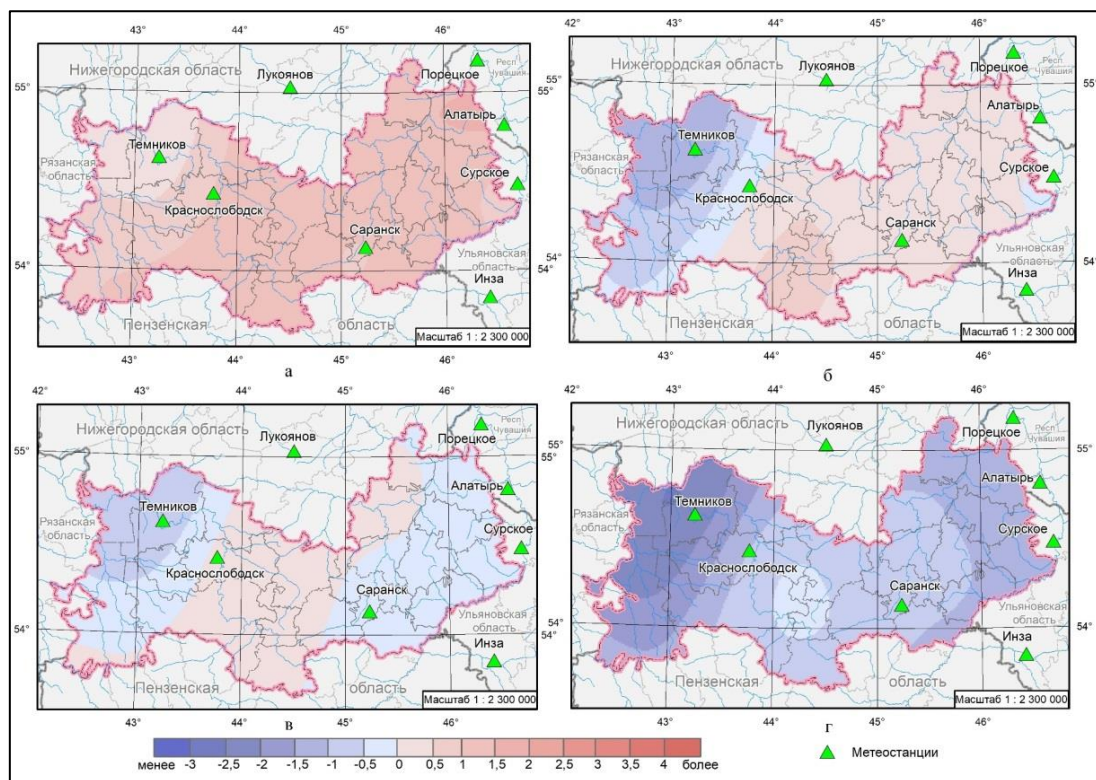


Рис. 6. Изменение среднегодовой температуры воздуха, $^{\circ}\text{C}$:
а – 1962 год к 1961 – 1990 гг., б – 1962 год к 1981 – 2010 гг., в – 1970 год к 1961 – 1990 гг., г – 1970 год к 1981 – 2010 гг.

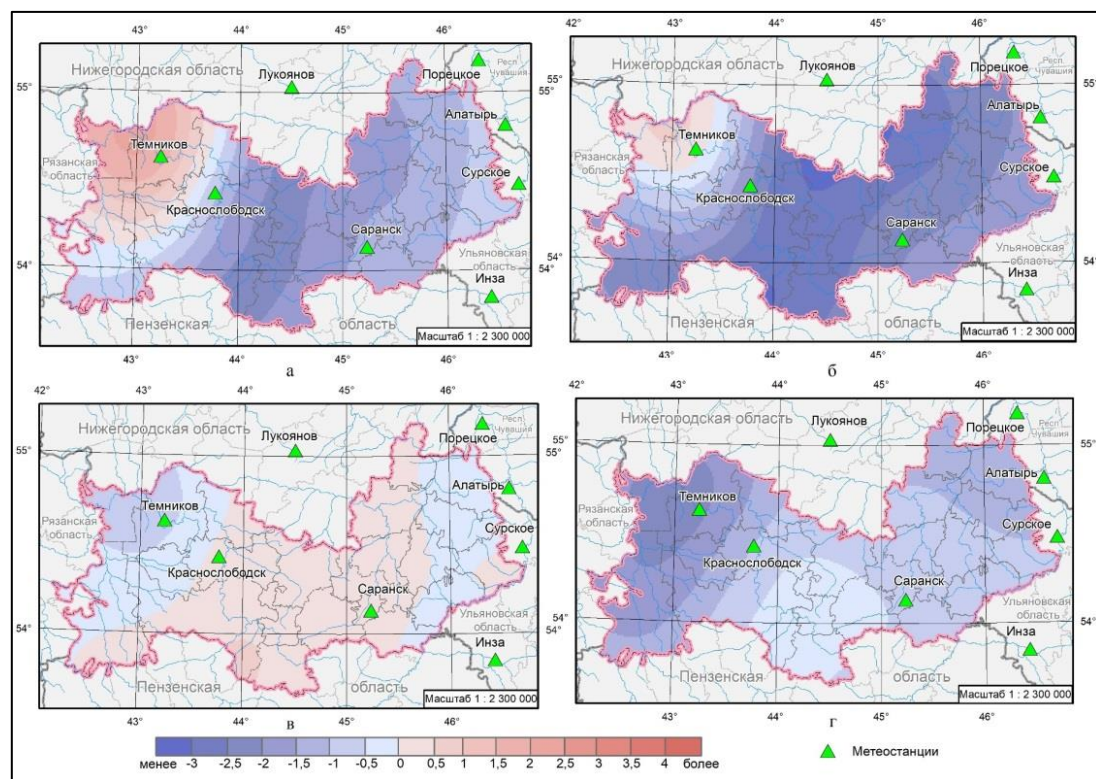
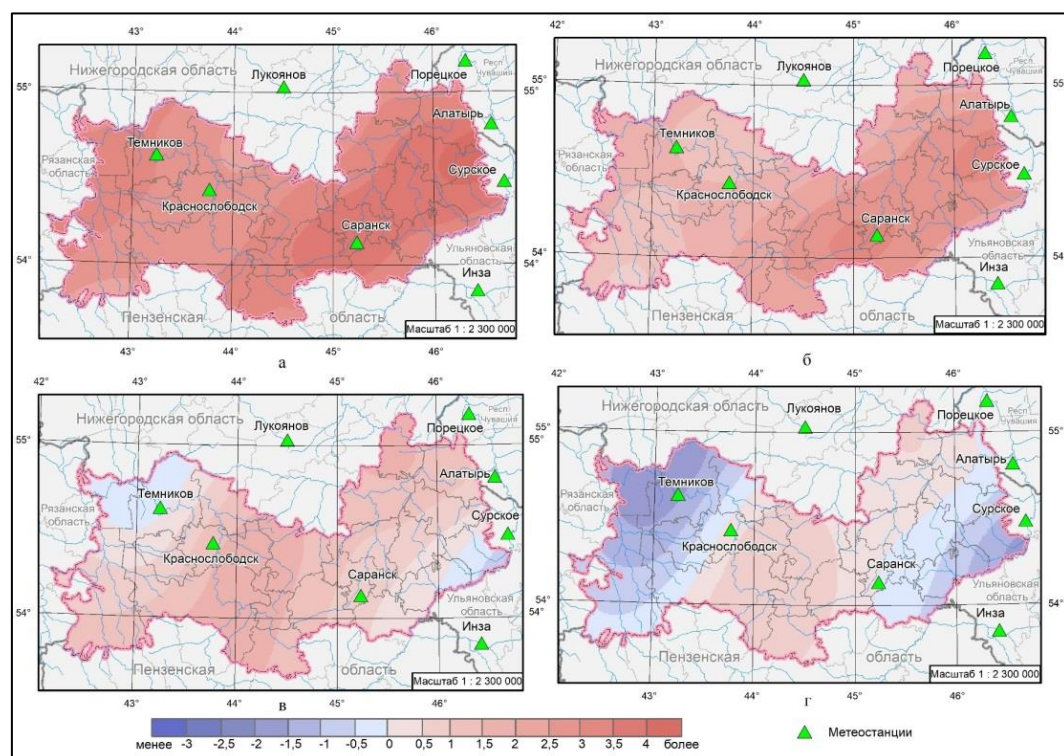
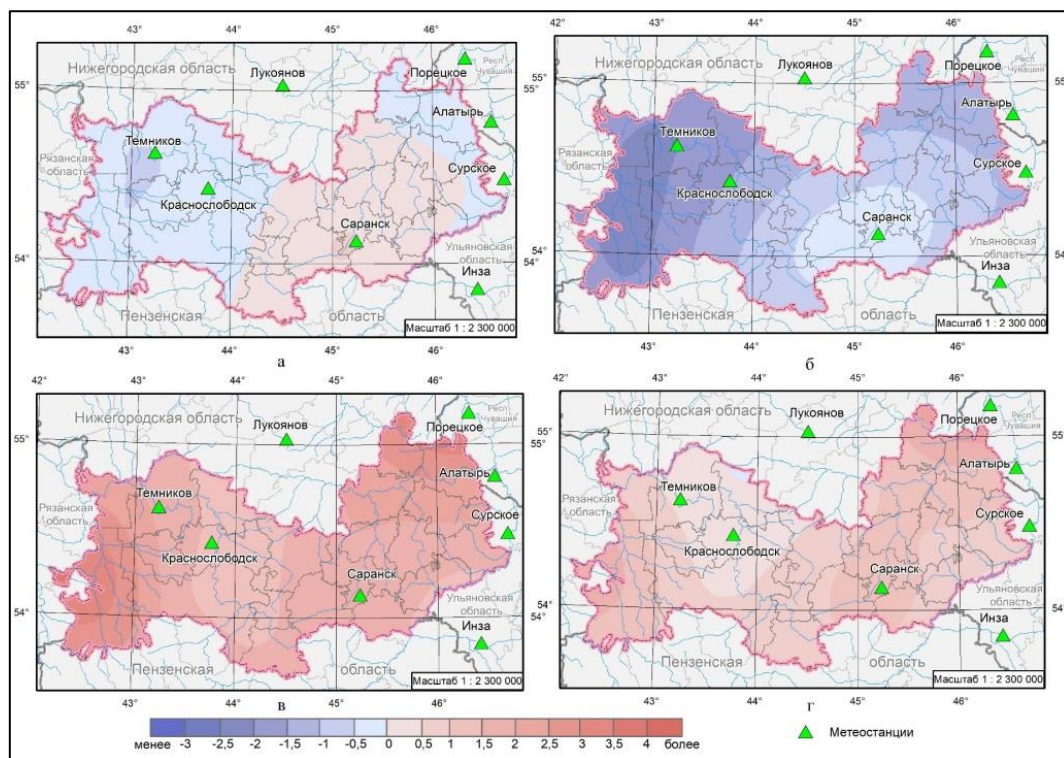
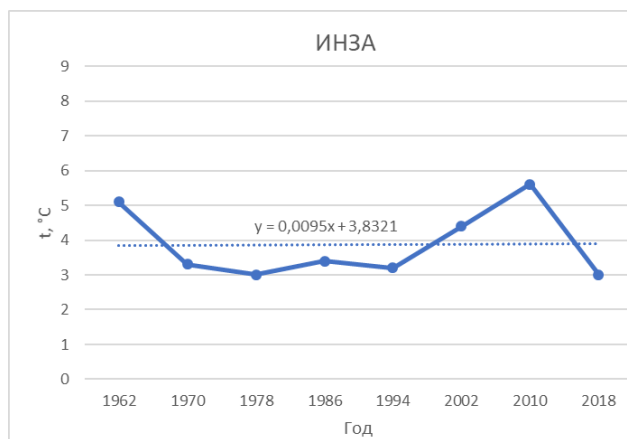
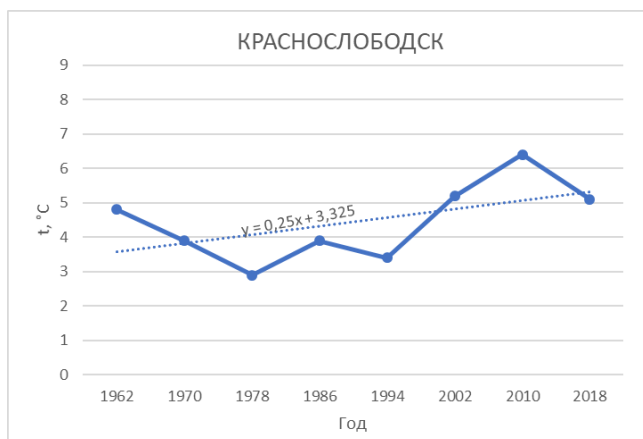
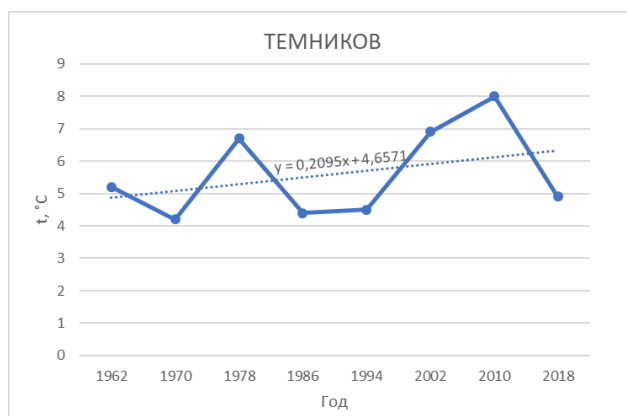
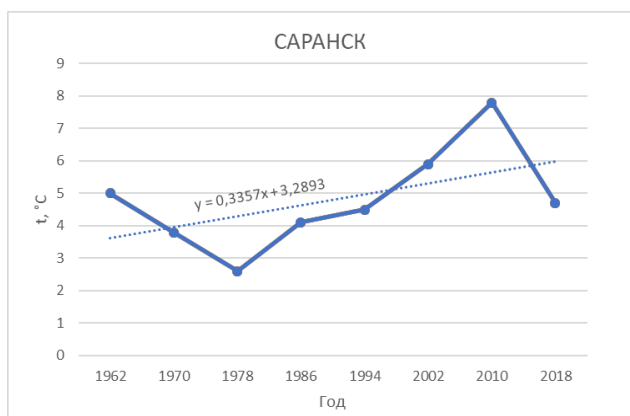


Рис. 7. Изменение среднегодовой температуры воздуха, $^{\circ}\text{C}$:
а – 1978 год к 1961-1990 гг., б – 1978 год к 1981-2010 гг., в – 1986 год к 1961-1990 гг., г – 1986 год к 1981-2010 гг.



При визуальном анализе карт среднегодовых температур можно наблюдать наиболее низкие температуры в центральной части региона, это прослеживается на всех картах среднегодовых температур. Самый прохладный год из представленных является 1978, а теплый – 2010 год. Максимум средней температуры было зафиксировано в 2010 году в районе метеостанции Темников и составило +8 °С, а минимум в 1978 году на метеостанции Саранск со значением +2,6 °С.

По представленным картографическим произведениям и графикам можно отметить положительный рост среднегодовой температуры воздуха, что говорит об общем повышении температуры воздуха на всей территории Республики Мордовия (см. рис. 10). Тенденция увеличения температуры с каждым годом свидетельствует, о говорящей во всем мире глобальной проблеме изменения климата, вызванной таянием ледников и повышением уровня Мирового океана. Данная проблема не раз обсуждалась на саммитах Организации Объединённых Наций. Следствие данной проблемы в будущем может вызвать коренную перестройку природных зон материков, если не предпринимать никаких действий [3].



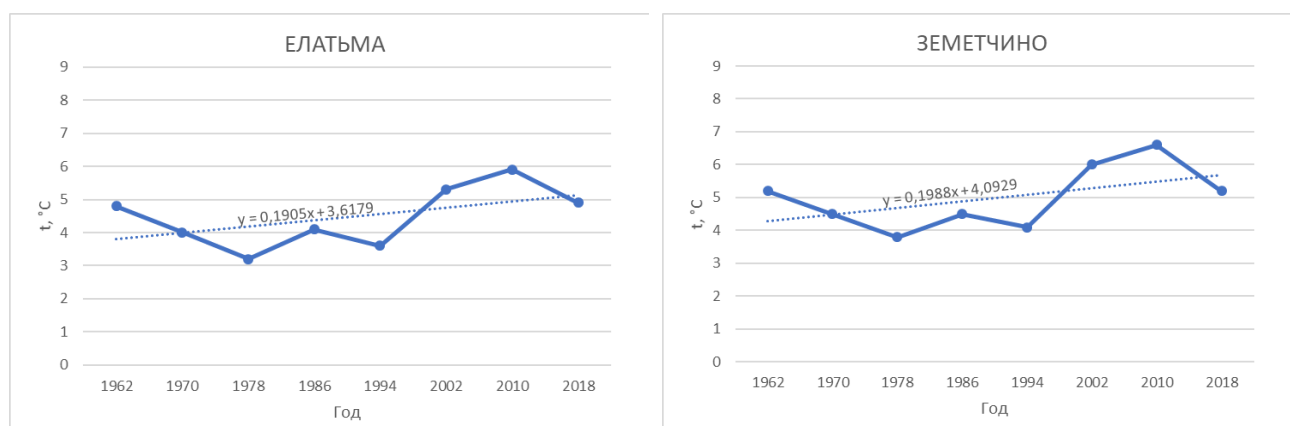


Рис. 10. Многолетний ход среднегодовой температуры воздуха по отдельным метеостанциям, °C.

Далее нами были определены аномалии за изучаемый временной период. На рисунке 12 в виде графиков и на рисунках 6 – 9 в виде картографического материала, представлены аномалии и изменения среднегодовых температур, как отклонение наблюдаемых значений от базисного периода (1961 – 1990 гг.) и от текущего базового периода (1981 – 2010 гг.). На данных графиках прослеживается положительная и отрицательная аномалия среднегодовой температуры воздуха. Максимальное значение отрицательной и положительной аномалии было зафиксировано в 1978 году и в 2010 году на метеостанции Саранск соответственно с показателями -1,4 °C и +3,8 °C. Особо отчетливо данное явление можно проследить на картах, представленных на рисунке 9.

Печально известный своими пожарами 2010 год характеризовался аномально жарким летом, а также повышенным температурным режимом в весенний и осенний периоды (см. рис. 11).

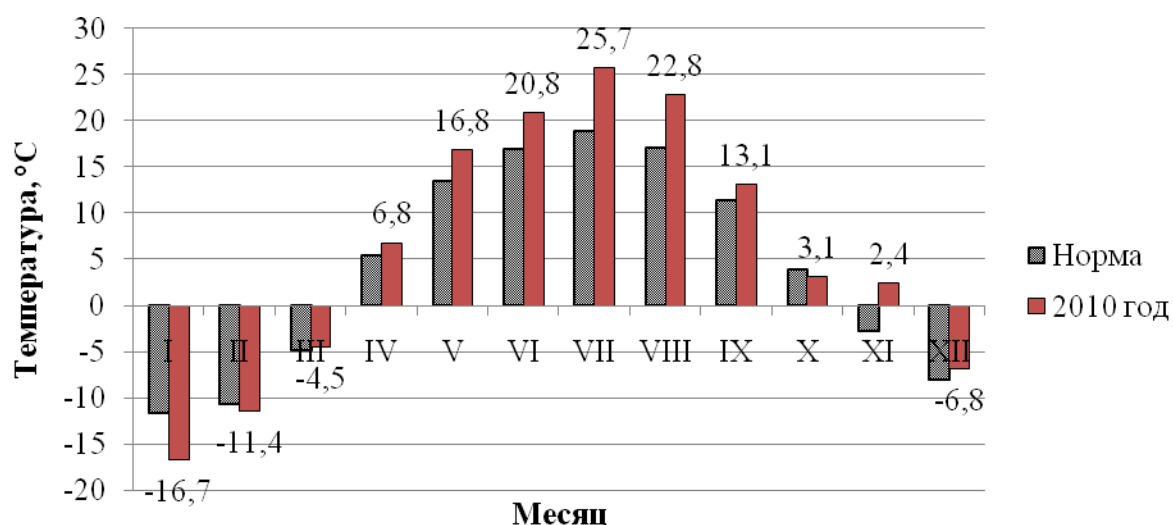


Рис. 11. Диаграмма годового хода температур по месяцам в 2010 году по ст. Саранск.

Особенностью климата современного периода является факт глобального повышения поверхностной температуры воздуха. На территории Мордовии значение коэффициента линейного тренда по ряду средних аномалий температуры воздуха в целом составило $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 10 лет, при этом рост температуры не был монотонным. Наиболее отчетливо тенденция повышения среднегодовой температуры воздуха для территории Мордовии проявилась в 1991 – 2010 гг. Увеличение средних годовых значений температуры воздуха произошло в основном за счет потепления в зимний период [2].

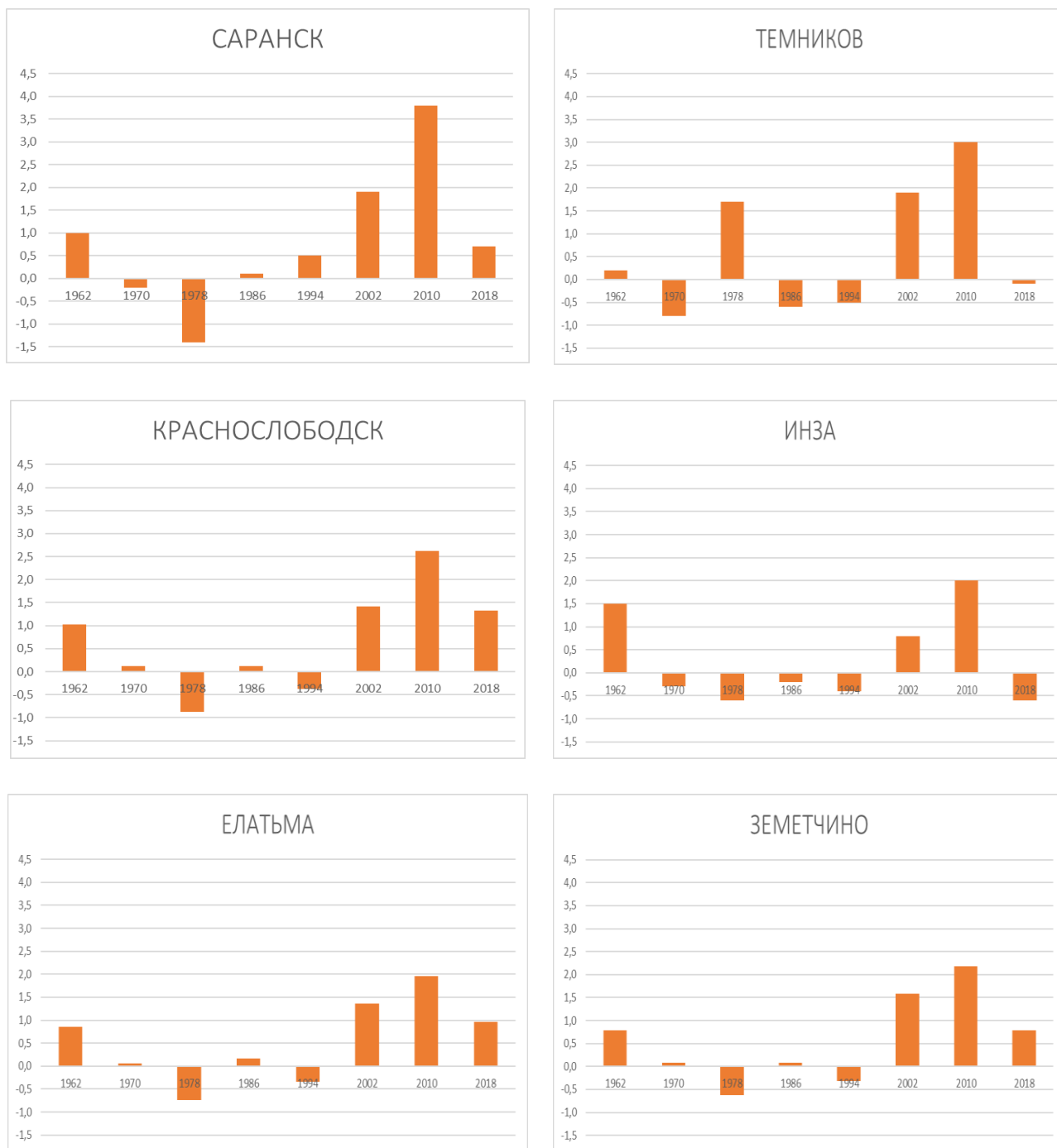


Рис. 12. Аномалии среднегодовой температуры воздуха по отдельным метеостанциям.

В результате проделанной работы был создан набор пространственных данных для изучения изменений температур воздуха на территории Республики Мордовия; разработано содержание и составлены тематические карты. Основываясь на полученных картографических материалах, можно сделать вывод о том, что на территории Республики Мордовия зафиксирован положительный рост среднегодовой температуры воздуха, что свидетельствует о тенденции к потеплению. Наиболее отчетливо данный факт проявился в 1991 – 2010 гг. Созданные картографические материалы могут быть использованы для дальнейших климатических исследований. Характеристика особенностей изменений температуры воздуха может быть использована в учебном процессе для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «География», «Экология и природопользование», «Картография и геоинформатика» [6; 8–9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгачева Т. А., Бучацкая Н. В., Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Картографическое моделирование оценки природно-экологической комфортности проживания населения в городе // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 6. – С. 16–19.
2. Долгачева Т. А., Аникин В. В. Анализ природных показателей комфортности городской среды (на примере города Саранска) // Природные опасности: связь науки и практики: Материалы II Междунар. научно-практ. конф. – Саранск, 2015. – С. 134–137.
3. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф., Хлевина С. Е. Пространственно-временной анализ изменения климата в зоне широколиственных лесов правобережья Волги // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2013. – Т. 19. – С. 62–68.
4. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф., Шайкунова Р. Б. Об опыте применения ГИС-технологий для изучения изменений среднегодовой температуры воздуха на территории европейской части России // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2019. – Т. 25. – № 2. – С. 121–132.
5. Ивлиева Н. Г., Долгачева Т. А., Манухов В. Ф., Бучацкая Н. В. Применение ГИС-технологий для оценки социальной комфортности проживания населения в городе // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2010. – Т. 16. – С. 140–144.
6. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Использование современных информационных технологий в дипломных работах // Интеграция образования. – 2008. – № 3 (52). – С. 103–107.
7. Кислякова Н. А., Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф. Изучение очагов пожаров и гарей в западной части Республики Мордовия с использованием космической информации // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2018. – Т. 24. – № 2. С. 178–185.

8. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Манухова В. Ф. Геоинформационная подготовка бакалавров географии // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2017. – Т. 1. – С. 204–207.
9. Манухов В. Ф., Тесленок С. А. Новые информационные технологии в учебном процессе // Интеграция образования. – 2010. – № 1 (58). – С. 30–34.
10. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г. О научно-исследовательской работе (производственной практике) студентов-картографов // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2018. – Т. 24. – № 1. – С. 167–178.

ИВЛИЕВА Н. Г., ЛЮБИМОВА Е. А.
ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ
В БАЗУ ДАННЫХ СВЕДЕНИЙ О РЕКАХ

Аннотация. Описывается опыт добавления в базу данных ГИС-характеристик рек Республики Мордовия на основе справочника «Гидрологическая изученность». При работе с линейными объектами использованы функциональные возможности ArcGIS. Особое внимание уделено оценке временной достоверности данных, их актуализации.

Ключевые слова: база данных, ГИС-технологии, реки, справочник «Гидрологическая изученность».

IVLIEVA N. G., LYUBIMOVA E. A.
USAGE OF GIS TECHNOLOGIES FOR ADDING RIVER DATA TO DATABASE

Abstract. The experience of adding characteristics of the rivers of the Republic of Mordovia to the GIS database based on the reference book "Hydrological Knowledge" is described. When working with linear objects, the functionality of ArcGIS is used. Special attention is paid to assessing the temporal reliability and updating of data.

Keywords: database, GIS technologies, rivers, reference book "Hydrological Knowledge".

В настоящее время ГИС позволяют хранить в базах данных (БД) разнообразную информацию о пространственных объектах и применять ее при решении различных задач. На сегодняшний день по-прежнему актуальным является добавление в БД уже имеющихся знаний об объектах, ранее опубликованных в литературных источниках. Примером может служить справочное пособие «Гидрологическая изученность» (ГИ), в котором даны сведения о реках и озёрах СССР. Отдельные сведения по водным объектам из справочника ГИ были переведены в электронную форму [6]. Важным моментом является включение электронной версии таблиц справочника ГИ в БД ГИС, ее присоединение к слоям цифровой картографической основы [5].

В статье описан опыт добавления сведений из справочника ГИ в БД рек ГИС Мордовии. Кроме электронного варианта, использовался и литературный источник. Сведения о водных объектах, расположенных на территории республики, представлены в 10-м томе ГИ (Верхне-Волжский район) в подразделах, характеризующих бассейн р. Оки и бассейн р. Волги от впадения р. Оки до г. Чебоксары [2].

Цифровая топографическая основа БД ГИС создавалась по топографической карте

масштаба 1:200 000. Как правило, на ней показываются все реки длиной 1 км и более, в соответствии с масштабом карты — водотоки длиной 2 км и более.

На территории Республики Мордовия протекает 1 525 рек [1]. Суммированная длина всех рек республики приблизительно равна 9 тыс. км, из которых основной процент (86%) занимают реки протяженностью до 10 км. Но они в работе не рассматривались, так как в справочнике ГИ даны сведения только о водотоках длиной 10 км и более. К самым крупным рекам территории относятся две реки: Мокша, к бассейну (подбассейну р. Ока) которой относится 53% всех рек Мордовии, и Сура, к бассейну которой относится 47% рек (рис. 1).



Рис. 1. Большие и средние реки Республики Мордовия.

Предварительно все сведения о реках Мордовии из ГИ были занесены в документ Excel. Чтобы составить список рек и ручьев Мордовии, сведения о которых даны в справочнике ГИ первоначально воспользовались информацией интернет-источника <http://www.textual.ru/gvr/>. На этом сайте возможен поиск по данным государственного водного реестра. Для выбранного водотока выводится список его притоков, отсортированный в порядке их впадения от устья с указанием расстояний. Для облегчения поиска сначала были найдены сведения о больших реках Мордовии — Суре и Мокше, речные бассейны которых образуют гидрографические единицы подбассейнового уровня. — 08.01.05. Сура, 09.01.02. Мокша. Их водораздел представляет собой участок границы между Окским и Верхневолжским бассейновыми округами. Далее были найдены сведения обо всех притоках первого порядка этих двух рек, затем о притоках второго порядка и т. д. Из них

отбирались реки и ручьи, которые протекают по территории республики. Сведения по каждому водотоку копировались и добавлялись в лист Excel. В столбцах хранятся следующие сведения о водотоках: код водного объекта, тип водного объекта, название, местоположение, куда впадает, бассейновый округ, речной бассейн, речной подбассейн, водохозяйственный участок, длина водотока, водосборная площадь, код по гидрологической изученности, номер тома по ГИ.

После этого в ГИС-пакете лист Excel был присоединен к атрибутивной таблице слоя рек и ручьев по общему полю с названиями. Сведения о водотоках, названия которых расходятся с наименованиями объектов в БД, или просто отсутствуют в БД ГИС, не добавились в БД. Из-за одинаковых названий при автоматическом соединении таблиц произошла путаница.

Далее были использованы функциональные возможности приложения ArcMap при работе с линейными объектами (набор инструментов Linear Referencing Tools). В справочнике ГИ местоположение объектов описывается в виде расстояния по рекам, поэтому для их поиска удобны линейные координаты.

Чтобы определить позицию на линейном объекте, необходима система измерений. В ArcGIS при работе с объектами в системе линейных координат используют маршруты и события на маршрутах. В нашем случае маршрут — это линейный объект, представляющий собой водоток, который имеет уникальный идентификатор и систему измерений, определяющую дискретные позиции вдоль линии. Местоположение определяется указанием на известный маршрут и на измерение (позицию на нем).

Для создания одного объект-маршрута выбирался тот или иной водоток, указывалась стартовая точка для направления присвоения измерений на маршруте (место впадения притока в основную реку от ее устья). В программе это производится путем выбора одной из четырех вершин минимального прямоугольника, ограничивающего объекты, выделенные для создания одного маршрута, или щелчком мыши на определенной точке. Для измерений использовалась геометрическая длина входных линейных объектов. Для рек, у которых устье находится за пределами республики, полезной оказалась опция *Начать измерения с*, так как измерения начинаются не с нулевого значения. В этом случае указывалось значение, равное расстоянию по реке от границы Мордовии до устья. Для перевода единиц измерения, например м в км, можно указать коэффициент в поле Умножение значений измерений — 0,001.

Когда в ArcMap добавляются объект-маршруты, программа распознает их и добавляет в свойства слоя дополнительные сведения. Одним из них является поле идентификатора

маршрута. В классе объектов-маршрутов тип данных поля может быть числовым или символьным. Нами применялось числовое поле, куда вносились для каждого объекта (водотока) значения кода гидрологической изученности.

Далее с помощью инструмента *Создать слой событий на маршруте* был создан точечный слой. Точки размещались вдоль рек (маршрутов) в соответствии с указанными расстояниями из справочника и указывать место впадения притоков в основную реку. Однако из-за того, что слой рек был оцифрован по топографической карты масштаба 1:200 000, где изображаемые объекты достаточно сильно генерализованы, созданные точки не совпали с местоположением соответствующих притоков (рис. 2). Если в качестве входных данных использовать реки с цифровой карты масштаба 1:100 000, то точки впадения притоков будут более близки к их реальному местоположению [3].



Рис. 2. Размещение в ArcGIS точек (местоположений притоков) вдоль реки.

Применение линейных координат в ArcGIS позволило выполнить геокодирование сведений ГИ в ГИС-среде, оценить их современность, так как с момента составления справочника ГИ прошло более 50 лет, и обнаружить неверные сведения.

Левый приток Алатыря — р. Калыша (руч. Козулей) — ошибочно указан правым. Кроме того, ее приток, обозначенный в справочнике как река «без названия, у с. Калыша», имеет такое же название — Калыша. На картах встречаются разные варианты изображения р. Калыша (рис. 3). Указанная в ГИ длина водотока составляет 20 км, а на бланковой карте Мордовской АССР масштаба 1 : 200 000 р. Калыша вместе со своим притоком образует единый водоток, соответственно ее длина значительно больше.

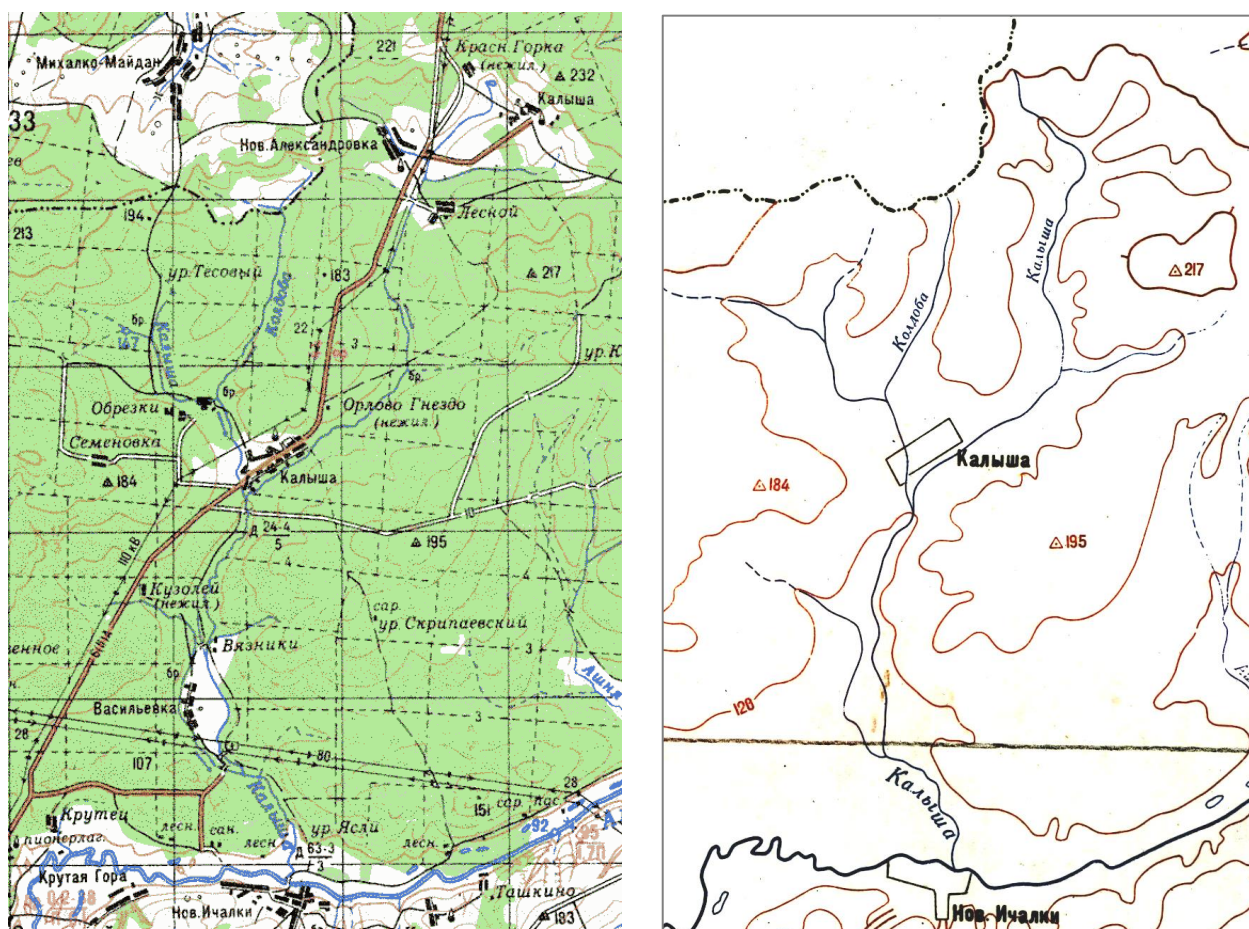


Рис. 3. Изображение р. Калыша на разных картах.

В справочнике ГИ указано, что р. Пичелейка впадает в Суру на расстоянии 442 км устья. Но в действительности Пичелейка — правый приток р. Большая Кша (рис. 4). При регулировании стока р. Большая Кша было сформировано ответвление, которое соединили с участком ее прежнего русла р. Кша (современное название р. Соляевка). На фрагменте

современной карты, представленном на рис. 5, видно, что притоками Суры являются р. Большая Кша и р. Соляевка (Кша).



Рис. 4. Изображение участка р. Большая Кша с притоком р. Пичелейка.

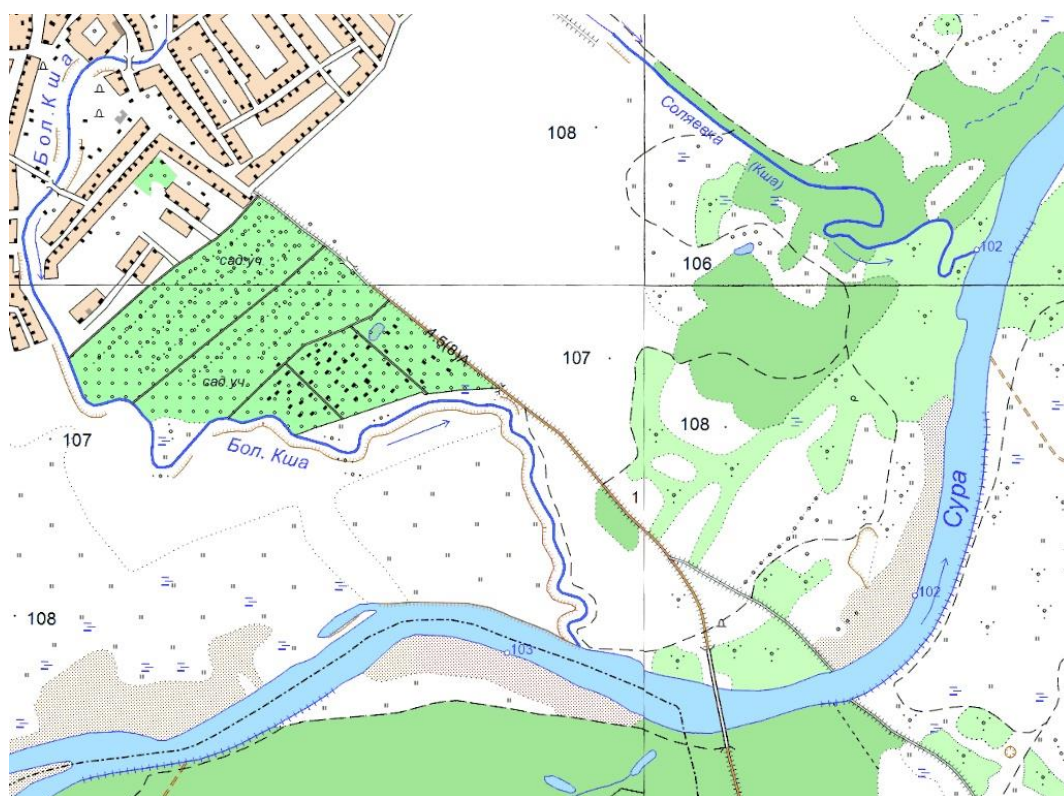


Рис. 5. Изображение участка Суры с притоками — р. Большая Кша и р. Соляевка (Кша).

Далее были проверены наименования рек и ручьев. В качестве основного источника послужил реестр названий географических объектов Республики Мордовия с официального сайта Росреестра.

В таблице 1 представлены выявленные разногласия в названиях рек и ручьев в ГИ с современными наименованиями.

Таблица 1

Современные наименования отдельных водотоков

Номер в справочнике ГИ	Название в справочнике ГИ	Куда впадает	Современное название
2687	Ива	Мокша	Ивка
2736	Прорва (Потишь, Портиж)	Исса	Потиж
2737	Сцевка	Исса	Зуевка
2738	руч. Большой	Исса	Сиевка
2743	Руч. Паська	Исса	Паевка
2744	Руч. Шишков	Исса	Шишковка
2763	Лашма	Мокша	Лопатино
2758	Линьевка	Мокша	Лепьевский
2775	Руч. Ветенбуй	Сивинь	Колопалей
2813	Руч. Вяжка	Мокша	Руч. Вяжга
2836	Вачка	Вад	Вячка
2843	Парца	Парца	Тож
2859	Руч. Перепиляй (Коутомар)	Явас	Руч. Перепиляй (Крутомар)
3670	Руч. Саксаур	Синяш	Саксаурка
3824	Татар-Велень-Лень	Алатырь	Татарский Веленьлень
3847	Аморда	Аморда №3846	Гремячка
3906	Кармалей	Меня	Кудашкелей

Нормализация большинства наименований рек сводилась к определению их современного написания: р. Вачка — Вячка, р. Татар-Велень-Лей — Татарский Веленьлей, руч. Вяжка — Вяжга, и т.д.

Также было выявлено, что у ряда малых рек, принимающих притоки, наименование общего потока сменилось на более употребляемое название. Например, в списке ГИ руч. Сухой Пензятка впадает в р. Инсар, его правым притоком является р. Лямбирка. На современной карте Лямбирка — левый приток р. Инсар (рис. 6а). В списке ГИ р. Пичинейка (Пичиней) — правый приток р. Нуя, принимает р. Вечерлейка (Вечерлей) по левому берегу. На рис. 6в дан фрагмент современной карты, где показано, что р. Вечерлейка стала притоком первого порядка р. Нуя.

Кроме того, в ГИ в качестве ориентира водотоков, обозначенных как «без названия», указывался ближайший к устью населенный пункт. К настоящему времени некоторые указанные населенные пункты упразднены или переименованы. Так, например, свх. Волна Революции ныне поселок Октябрьский.

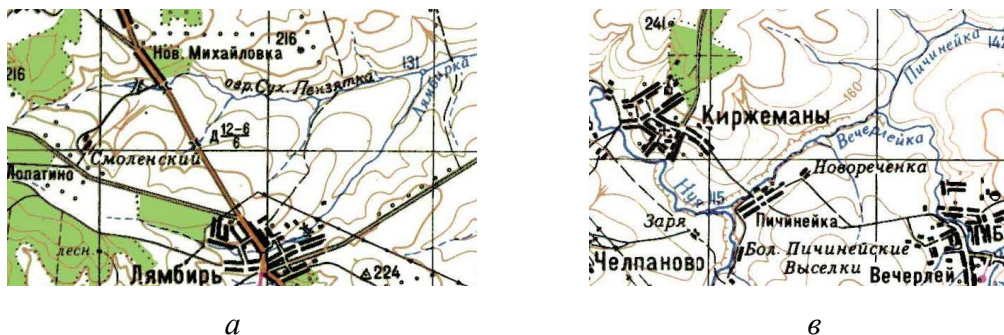


Рис. 6. Современное изображение на картах участков рек:
а – Лямбирки; б – Вечерлейки.

Важной частью осушительной мелиорации в заболоченных поймах служит регулирование русел малых рек. В Мордовии распространенным методом регулирования является спрямление русла рек. В этой связи сведения ГИ устаревают. Так, например, руч. Акшов соединен с р. Сивинь и теперь не является притоком р. Ожга. Из-за спрямления русла р. Унуй сейчас впадает в Мокшу в другом месте. А у р. Мокша появился еще один приток. Это оставшийся отрезок старого русла р. Унуй вместе с притоком, обозначенным в ГИ как река «без названия, у свх. Красная Пресня» (р. Лосьма). Он впадает в Мокшу в местоположении, указанном в справочнике ГИ для р. Унуй.

Далее, с учетом всех выявленных расхождений и ошибок, из БД рек были выбраны все водотоки, сведения о которых представлены в справочнике ГИ. Отбор проводился в соответствии с установленным гидрографическим районированием.

Территория Республики Мордовия входит в следующие гидрографические единицы: на бассейновом уровне — 08.01.00. Волга до Куйбышевского водохранилища (без бассейна Оки) и 09.01.00 Ока, на подбассейновом уровне — 08.01.05. Сура, 09.01.02. Мокша. Для построения бассейнов рек были применены методы цифрового моделирования рельефа [7]. С использованием ГИС-технологий на основе ЦМР на территории республики были выделены границы водохозяйственных участков: 08.01.05.002 (Алатырь от истока до устья), 08.01.05.003 (Сура от Сурского г/у до устья р. Алатырь), 08.01.05.004 (Сура от устья р. Алатырь до устья), 9.01.02.001 (Мокша от истока до в/п г. Темников), 09.01.02.003 (Цна от г. Тамбова до устья), 09.01.02.004 (Мокша от в/п г. Темников до устья без р. Цны). На рис. 7

представлена картографическое изображение рек и ручьев, указанных в справочнике ГИ, а также даны обозначения и границы водохозяйственных участков, расположенных на территории Республики Мордовия.



Рис. 7. Водотоки на схеме водохозяйственного районирования.

На основе созданной БД можно тщательно и подробно изучать речную сеть Республики Мордовия, оперативно проводить анализ и визуализацию данных. С помощью ГИС-технологий можно проводить картометрические определения [4], уточнять и добавлять сведения о других водных объектах, создавать карты методами геоинформационного картографирования. База данных рек Республики Мордовия, сформированная в ГИС-пакете ArcGIS, имеет справочно-информационную функцию, и может представлять интерес для географов, экологов, картографов и геоинформатиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямашкин А. А., Сафонов В. Н., Шутов А. М. Водные ресурсы Республики Мордовия и геоэкологические проблемы их освоения. – Саранск, 1999. – 188 с.
2. Гидрологическая изученность. Т. 10. Верхне-Волжский р-н / Под ред. В. П. Шабан. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 528 с.

3. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф., Борискин А. С., Ерофеева И. В. Опыт создания базы данных в ГИС-среде // Геодезия и картография. – 2020. – № 12. – С. 46-56. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-966-12-48-56.
4. Калинин В. Г., Пьянков С. В. Применение геоинформационных технологий в гидрологических исследованиях. – Пермь: АлексПресс, 2010. – 217 с.
5. Скачкова М. Е., Иванова Н. А. Особенности ведения государственного водного реестра // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы II Междунар. науч. конф. – СПб.: Заневская площадь, 2014. – С. 130-133.
6. Сомов С. В., Яковенко Л. И. Создание электронной базы по данным справочника Государственного водного кадастра (ГВК) «Гидрологическая изученность» [Электронный ресурс] // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 2010. – Вып. 174. – Режим доступа: <http://meteo.ru/publications/116-trudy-vniigmi/trudy-vniigmi-mtsd-vypusk-174-2010-g/384-sozdanie-ele> (дата обращения: 25.11.2020).
7. Тесленок С. А., Манухов В. Ф., Тесленок К. С. Цифровое моделирование рельефа Республики Мордовия // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80. – № 7. – С. 30-38. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-949-7-30-38.

ВАРФОЛОМЕЕВ А. Ф., КИСЛЯКОВА Н. А., ШПАК Д. Д.
ВОЗМОЖНОСТИ СЕТИ ИНТЕРНЕТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

Аннотация. За десятки лет существования искусственных спутников Земли и систем дистанционного зондирования Земли из космоса было собрано огромное количество изображений земной поверхности. Для их интерпретации были разработаны методики дешифрирования космических снимков, выявлены дешифровочные признаки объектов земной поверхности. Несмотря на это возникают большие сложности с получением качественной космической информации на конкретную территорию. В представленной работе предпринята попытка краткой характеристики некоторых серверов в сети Интернет для получения бесплатной космической информации для проведения ряда курсов, ориентированных на использование космических снимков.

Ключевые слова: дешифрирование, дешифровочные признаки, цветное синтезированное изображение, серверы для получения космической информации, электронный глобус Google Earth.

VARFOLOMEEV A. F., KISLYAKOVA N. A., SHPAK D. D.
INTERNET SERVICES FOR OBTAINING SPACE INFORMATION
FOR THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA

Abstract. Over the decades of the existence of artificial Earth satellites and remote sensing systems, a huge number of images of the Earth's surface have been collected from space. For their interpretation, methods of decoding satellite images were developed, and decoding features of objects on the Earth's surface were identified. Despite this, there are great difficulties in obtaining high-quality space information for a specific territory. In the present paper, an attempt is made to briefly characterize some servers on the Internet for obtaining free space information for conducting a number of courses focused on the use of satellite images.

Keywords: decryption, decryption features, color synthesized image, servers for obtaining space information, Google Earth electronic globe.

В настоящее время космические снимки широко применяются в самых разнообразных областях деятельности человека. Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) Земли являются актуальным источником для формирования баз пространственных данных, обновления тематических карт, мониторинга природных и хозяйственных процессов, решения задач рационального использования природных ресурсов [1–3; 6–7].

В настоящее время собрано большое количество космических снимков земной поверхности. Разработаны методики дешифрирования космических снимков, выявлены дешифровочные признаки объектов земной поверхности. Несмотря на это, на территорию Республики Мордовия (РМ) очень мало проектов, в которых были бы использованы космические снимки объектов. В качестве примера приведем работу, где использовался цветной синтезированный зональный космоснимок Landsat-8 ORL/TIRS на территорию восточной части Мордовии. Обработка космоснимка выполнялась в программе ScanEx Image Processor, которая позволяет открывать не только растровые изображения, но векторные слои в форматах MapInfo (MIF/MID) и ESRI (shp-файлы) [4].

В представленной статье предпринята попытка краткой характеристики некоторых серверов в сети Интернет для получения бесплатной космической информации для проведения ряда учебных курсов, ориентированных на использование космических снимков [8–9].

Окружающая нас действительность представлена множеством объектов, обладающих определенными свойствами (геометрическими, физическими, и т.д.) и связанных с другими объектами. Мы различаем объекты благодаря их отличительным свойствам. В свою очередь свойства объектов могут быть определены разными способами, в том числе и по снимкам – двумерным изображениям, полученным в результате съемки, выполненной специальной аппаратурой из космоса. Снимки аналогично картам и другим геоизображениям могут рассматриваться как образные модели действительности. Объекты действительности представлены на снимках в уменьшенном виде, с потерей деталей, из чего вытекает одна из основных черт снимков – изображение на них генерализовано, т.е. свойства объектов (размеры, яркость) искажены. Степень генерализации аэрокосмического изображения зависит, прежде всего, от технических параметров съемки (в первую очередь масштаба) и природных особенностей территории.

Дешифрирование – это процесс распознавания объектов, их свойств и взаимосвязей по их изображениям на снимке [2]. Дешифрирование должно дать ответ на основной вопрос – что изображено на снимке? Оно позволяет получать предметную, тематическую (в основном качественную) информацию об изучаемом объекте или процессе, его связях с окружающими объектами. В визуальном дешифрировании обычно выделяют чтение снимков и их интерпретацию (толкование). Умение читать снимки базируется на знании дешифровочных признаков объектов и изобразительных свойств снимков. Свойства объектов, нашедших отражение на снимке и используемые для распознавания называют дешифровочными признаками [2].

Множество классификаторов дешифрирования составлено таким образом, чтобы их было легко применять к данным дистанционного зондирования. К наиболее известным относятся классификатор Геологической службы США LULC (Land Use/Land Cover Classification System), классификатор Michigan Land Use Classification и классификатор Cowardin Wetland Classification System. В российском законодательстве также есть классификатор видов разрешенного использования земельных участков. В этом документе представлены 13 видов использования земель – сельскохозяйственное использование, жилищная застройка, общественное использование объектов капитального строительства, предпринимательство, отдых (рекреация), производственная деятельность, транспорт, обеспечение обороны и безопасности, деятельность по особой охране и изучению природы, использование лесов, водные объекты, земельные участки общего пользования, земельные участки общего назначения. Для выполнения поставленной задачи был проведен анализ нескольких источников ДДЗ, находящихся в свободном доступе.

Старейшей коллекцией бесплатных разнообразных ГИС-данных обладает USGS (Служба геологической съёмки США) [10]. Доступ к ним можно получить посредством сервиса EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov>), который работает через Google Maps (см. рис.1). EarthExplorer предлагает 40-летние всеобъемлющие спутниковые снимки, которые можно использовать для получения новых знаний. Все снимки получены со спутников USGS-NASA. Это Terra и Aqua MODIS, ASTER, VIIRS и многие другие. В сервисе имеются наборы данных с открытым исходным кодом, которые были получены в результате сотрудничества с Индийской организацией космических исследований (ISRO) и Европейским космическим агентством (ESA). Это данные со спутников Resourcesat-1, 2 и Sentinel-2. Также имеется много данных с коммерческих спутников высокого разрешения, таких как IKONOS-2 OrbView-3 и исторических данных SPOT.

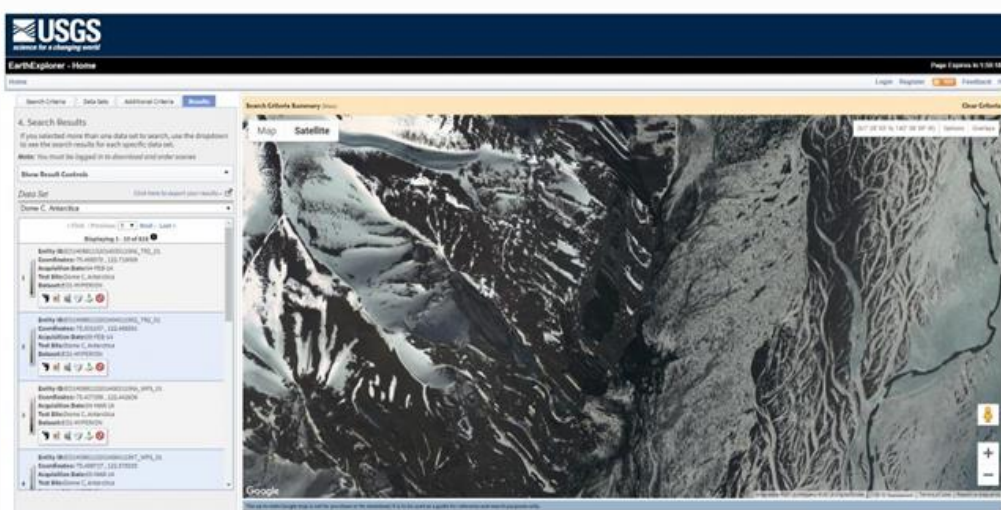


Рис. 1. Интерфейс сервиса EarthExplorer.

Сервис EarthExplorer позволяет фильтровать результаты поиска по дате, проценту облачности и любому количеству сенсоров. Загрузка снимков из USGS доступна через приложение массовой загрузки. Также можно загрузить множество продуктов с данными, включая уровни Level-1,2,3, снимки в естественных цветах, тепловизионные снимки и многое другое в зависимости от сенсора. EarthExplorer является наиболее богатым источником бесплатных спутниковых снимков. Пользовательский интерфейс не самый удобный для пользователя, и требуется некоторый навык, чтобы привыкнуть к этому приложению.

Другой современный источник спутниковых данных – LandViewer (<https://eos.com/landviewer>)[10]. Сервис представлен EOS, одним из ключевых официальных дистрибьюторов спутниковых снимков высокого разрешения (см. рис. 2). LandViewer охватывает огромное количество общедоступных библиотек. Это снимки со спутников CBERS-4, Sentinel-1, 2, MODIS / NAIP, Landsat-7, 8, а также Landsat-4, 5 для исторических снимков. Среди наборов снимков SPOT -5-7, Pleiades-1, Kompsat-2, 3, 3A, SuperView-1. Максимальное пространственное разрешение достигает 40 см на пиксель.

Таким образом, можно получить полный список спутниковых данных и приобрести крупные планы изображений сверхвысокого разрешения.

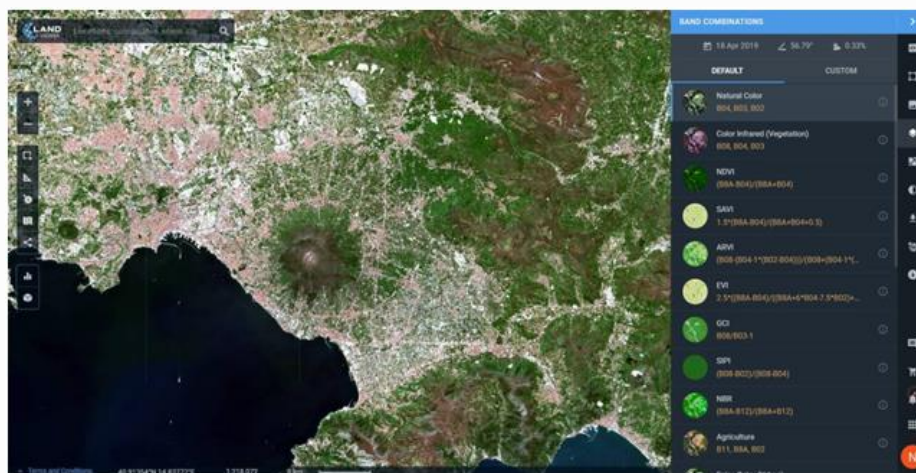


Рис. 2. Интерфейс сервиса LandViewer.

Снимки легко найти, задав интересующую область с помощью огромного количества опций и загрузки файла. Выбирается тип сенсора и интересующие даты. Процент облачного покрова, высота над уровнем моря и процент покрытия AOI доступны в качестве условий поиска фильтра. Кроме того, есть возможность сохранить свою область интересов и подписаться на новые сцены, чтобы легко получить то, что может понадобиться в будущем. Можно легко загрузить обработанный снимок, комбинацию каналов или рассчитанный индекс.

LandViewer сразу включает аналитические возможности визуализации выбранного снимка, что делает сервис уникальным среди многих других платформ. Предлагается более 20 стандартных комбинаций и индексов, в том числе: NDVI, NBR SAVI. Можно создать свой собственный пользовательский индекс, кластеризацию, анализ временных рядов и использовать множество других инструментов для адаптации снимков к заданным потребностям. Можно скачать любой спутниковый снимок с широким спектром каналов или в естественных цветах. Он может быть полным или обрезанным в формате JPEG, KMZ или GeoTIFF. LandViewer – универсальный источник спутниковых снимков для ГИС-специалистов. Ему удастся объединить огромный список аналитических функций в аккуратный пакет для исследований. Сервис имеет ограничение и позволяет просматривать и сохранять только 10 изображений в сутки.

В поиске наиболее удобного и простого сервиса для получения спутниковых изображений был найден сервис EO Browser [10]. С помощью Sentinel Hub открытые спутниковые снимки доступны через два основных сервиса: EO Browser (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>) и Sentinel Playground (<https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground>).

В EO Browser (см. рис. 3) можно получить снимки со средним и низким разрешением. К ним относятся неограниченные коллекции от всех миссий Sentinel, Landsat -5, 6, 7 и 8, Envisat, Meris, MODIS, GIBS и Proba-V.

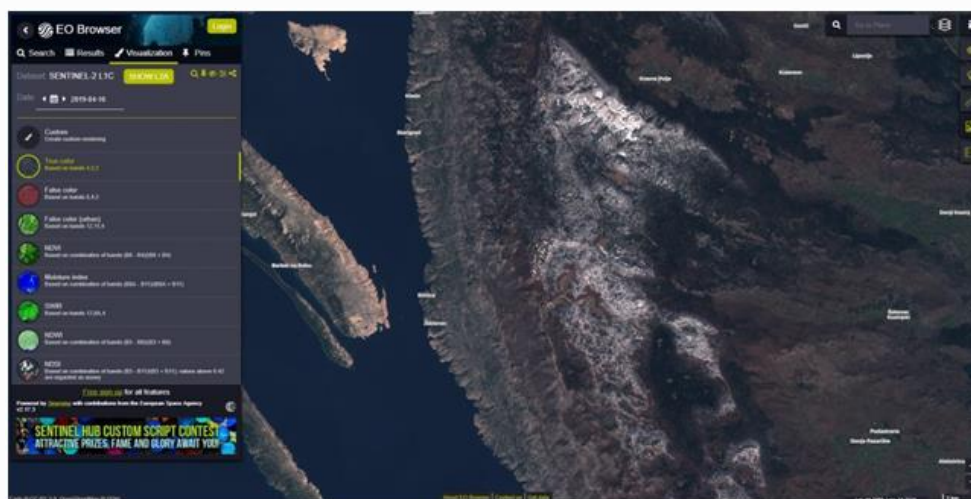


Рис. 3. Сервис по работе с космическими снимками от Sentinel Hub – EO Browser.

EO Browser обладает интуитивно понятным набором функций. Все, что нужно для исчерпывающего поиска снимков. Следует отметить одно важное ограничение: некоторые наборы данных ограничены рендерингом с определенного масштаба. Для Landsat он начинается только после увеличения на 20 км. Для одного снимка можно применить как

минимум 8 комбинаций каналов и даже добавить свои собственные. Временные ряды доступны, но не все используемые снимки могут быть визуализированы. EO Browser позволяет экспортировать снимки высокого разрешения в широком наборе форматов, включая JPEG, GeoTIFF и KMZ, каналы и комбинации каналов.

Наиболее привычный и удобный сервис и, конечно, самый популярный в использовании не только в научных исследованиях – это приложение Google Earth [5]. Большая часть Земного шара в Google Earth представлена базовым растровым покрытием – мозаикой цветных изображений, полученных космическими аппаратами. Вместе с тем, имеются и высокдетальные изображения, полученные либо с помощью спутников, либо с помощью авиационных систем. Особенность детального растрового покрытия геосервисов – в том, что их пространственное разрешение соответствует разрешению, с которым человек на реальной местности видит окружающее. Это позволяет визуально воспринимать местность на космических снимках такой, какой она является в действительности. Практически на сегодняшний день вся поверхность суши покрыта изображениями, полученными от компании DigitalGlobe и имеющими разрешение 15 м. Есть отдельные участки поверхности (как правило, покрывающие столицы и некоторые крупные города большинства стран мира), имеющие более подробное разрешение. Например, Москва снята с разрешением 0,6 м. На рисунке 4 представлен фрагмент космического снимка на часть территории Приволжского Федерального Округа, той его части, где наиболее четко представлена территория Республики Мордовия. Уже данный фрагмент позволяет четко представить размещение лесных и пахотных массивов, их сопряжения и продолжение на сопредельных территориях. Но предложенные технологии позволяют более подробно показать и значительно более мелкие участки территории республики.

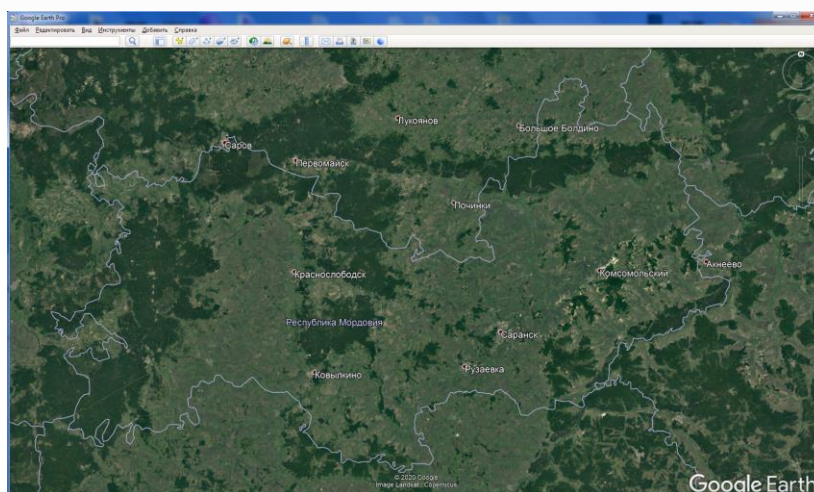


Рис. 4. Территория Республики Мордовия в проекте Google Earth.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варфоломеев А. Ф., Кислякова Н. А. Использование космической информации в географических и краеведческих исследованиях территории Республики Мордовия // Теория и практика гармонизации взаимодействия природных, социальных и производственных систем региона: Мат-лы межд. науч.- практ. конференции. – Саранск, 2017. – С. 164–171.
2. Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф. Определение структуры землепользования по данным космической съемки на примере территории Zubovo-Polyanskogo района Республики Мордовия // Естественно-научные исследования: теория, методы, практика. – Саранск, 2009. – С. 19–22.
3. Варфоломеев А. Ф., Вакулич О. А., Манухов В. Ф. Применение космической информации для оценки экологического состояния Темниковского района Республики Мордовия // Известия Смоленского государственного университета. – 2015. – № 2–1 (30). – С. 89–95.
4. Долганина М. Ю., Манухов В. Ф. Обработка данных дистанционного зондирования Земли в программе ScanEx Image Processor [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2015. – № 24. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/obrabotka-dannyx-distancionnogo-zondirovaniya-zemli-v-programme-scanex-image-processor> (дата обращения 15.12.2020).
5. Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2011. – 416 с.
6. Кустов М. В., Зарубин О. А., Саулин В. А., Авдюшкина Ю. Н., Токарев А. А. Пространственно-временной анализ изменения состояния растительности по данным дистанционного зондирования земли (на примере зоны строительства юго-западного шоссе в г. Саранск) // Современные проблемы территориального развития. – 2018. – № 3. – С. 9.
7. Кустов М. В., Зарубин О. А., Саулин В. А. Анализ состояния растительности на основе вычисления вегетационных индексов по данным дистанционного зондирования земли (на примере городского округа Саранск) // XLVI Огарёвские чтения: Материалы научной конференции: в 3-х частях / Отв. за вып. П. В. Сенин. – Саранск, 2018. – С. 126–129.
8. Манухов В. Ф., Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф. Использование космической информации в процессе учебно-исследовательской деятельности студентов // Геодезия и картография. – 2009. – № 7. – С. 46–50.
9. Манухов В. Ф., Кислякова Н. А., Варфоломеев А. Ф. Информационные технологии в аэрокосмической подготовке выпускников географов-картографов // Педагогическая информатика. – 2013. – С. 27–33.
10. Пять источников бесплатных спутниковых снимков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovzond.ru/press-center/articles/ers/5823/> (дата обращения 15.12.2020).

СМУРОВ А. Е., ТЕСЛЕНОК С. А.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОДНЫХ АППАРАТОВ В КАРТОГРАФИРОВАНИИ И МОДЕЛИРОВАНИИ ¹

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения беспилотных водных аппаратов, получающих в последнее время все большее распространение, для целей картографирования и моделирования. Приведены примеры используемых приборов и датчиков, основанных на актуальных технологиях, которые позволяют планировать и реализовывать исследовательские проекты, отвечающие современным требованиям.

Ключевые слова: инновационные технологии, беспилотные технологии, беспилотники, беспилотные водные аппараты, топографо-геодезические работы, картографирование, моделирование.

SMUROV A. E., TESLENOK S. A.

USE OF UNMANNED WATER VEHICLES IN MAPPING AND MODELING

Abstract. The article discusses the use of unmanned water vehicles, which are becoming more wide-spread at present time, in mapping and modeling. The authors consider some examples of the use of sensors on unmanned water vehicles, based on current technologies, which allow you to do projects that meet modern requirements.

Keywords: innovative technologies, unmanned technologies, unmanned aerial vehicles, unmanned water vehicles, topographic and geodetic works, mapping, modeling.

Когда речь заходит об инновационных беспилотных аппаратах, то в подавляющей части подобных случаев ввиду имеются наиболее известные и получившие широкое распространение беспилотные летательные аппараты (как раз и называемые в разговорной речи «беспилотниками» или «дронами» (от англ. «drone» – трутень) – различные quadro-, гекса-, мультикоптеры (или просто коптеры) – БЛА, БПЛА) [2].

Они определяются как летательные аппараты без экипажа на борту. Согласно этому их ключевому признаку, Правила использования воздушного пространства Российской Федерации определяют БПЛА следующим образом: «летательный аппарат, выполняющий полет без пилота (экипажа) на борту и управляемый в полете автоматически, оператором с пункта управления или сочетанием указанных способов» [9]. Аналогичное определение, в котором единственным признаком БПЛА считается отсутствие пилота, употребляет в США Министерство обороны [10].

¹ Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 19-05-00066 «Пространственно-временные закономерности инновационного развития сельского хозяйства регионов России»).

Как видим, разные БПЛА могут иметь разную степень автономности – от управления оператором дистанционно до полностью автоматических, и различаться по конструктивно, по целевому назначению и большому числу других параметров. Процесс управления БПЛА так же может различаться: это может быть или эпизодическая (порционная) подача команд, или непрерывная (в этом случае БПЛА получают название дистанционно-пилотируемых летательных аппаратов (ДПЛА) [2]. Все указанные особенности относятся и к другим типам и видам беспилотных аппаратов (БПА). Среди них известны телетанки (ТТ) – танки без экипажа, управляемые на расстоянии, а в последнее время – беспилотные автомобили – транспортные средства, оборудованные системой автоматического управления, которые могут передвигаться без участия человека. Главное преимущество БПА перед пилотируемыми (при равной эффективности выполнения поставленных задач) – значительно меньшая стоимость создания и эксплуатации [2]. Значительно меньше на слуху беспилотные водные аппараты (беспилотные плавательные аппараты – надводные и подводные, водные беспилотники, морские дроны [5] (БПВА). Среди них наибольший интерес в настоящее время вызывает российский проект беспилотного подводного аппарата «Посейдон» военного назначения [8]. Но БПВА, прежде всего представленные в судомодельном спорте радиоуправляемыми моделями, известны очень давно.

В настоящее время серьезные фундаментальные разработки перспективной инновационной техники и технологии БПВА ведутся в Израиле, США, России, КНР. В российском сегменте этого рынка наиболее известны такие компании как «Центр беспилотников ARMAIR» [5] и «АО «ПРИН» Водные беспилотные аппараты» [6], которые поставляют на рынок подводные и надводные беспилотники гражданского назначения. Благодаря этому БПВА в настоящее время получили достаточно широкое распространение и применение, а эта технология активно используются в сфере картографии и геоинформатики. Если специфика применения новых технологий в производстве традиционных топографо-геодезических работ на суше определена [7], в т. ч. и с использованием БПЛА [3; 4], то применительно к подобным работам в водной среде здесь остается еще много нерешенных вопросов. Однако, необходимо учитывать, что оборудование, приборная база и инструменты БПВА за достаточно длительный период времени претерпели не просто большие, а поистине революционные изменения. Пройден путь от использования целой команды геодезистов с громоздкими эхолотами и лазерными сканерами, крепящимися на лодки и осуществлявшими съемку, до компактных БПВА с комплектом надежного оборудования, которые могут перемещаться и управляться в ряде случаев всего лишь одним человеком. Основные направления исследований, в решении которых целесообразно применение БПВА в гидрологическом картографировании и

моделировании – это гидрография и гидрометрия, предупреждение и ликвидация последствий опасных гидрологических явлений, широкий круг водно-экологических проблем [1]. Причем перечень решаемых с использованием водных беспилотников задач напрямую зависит от оборудования, которым они оснащаются.

При рассмотрении комплектации БПВА «Apache 6 USV Norbit IWBMS» от компании «ПРИН», позиционируемого как беспилотный дрон для выполнения специализированных работ на внутренних водоемах и морском мелководье выявлено, что перечень его оснащения может быть разнообразным: многолучевой эхолот, однолучевой эхолот, гидролокатор бокового обзора, профилограф скорости течения, лазерный сканер, донный профилограф и другое оборудование[1].

Многолучевой эхолот используется для проведения площадной съемки дна. При этом он распространяет акустические импульсы (лучи) веером, таким образом захватывая за один проход широкую полосу дна (см. рис. 1).

Основной функцией *однолучевого эхолота* является определение глубин. Измеряя время прохождения акустических сигналов установленной частоты до дна и обратно, он позволяет вычислить дискретные значения глубин в различных точках. Кроме промера глубин, эхолоты используются для построения профилей и определения примерной структуры дна, поиска объектов на дне и в толще воды (см. рис. 2).

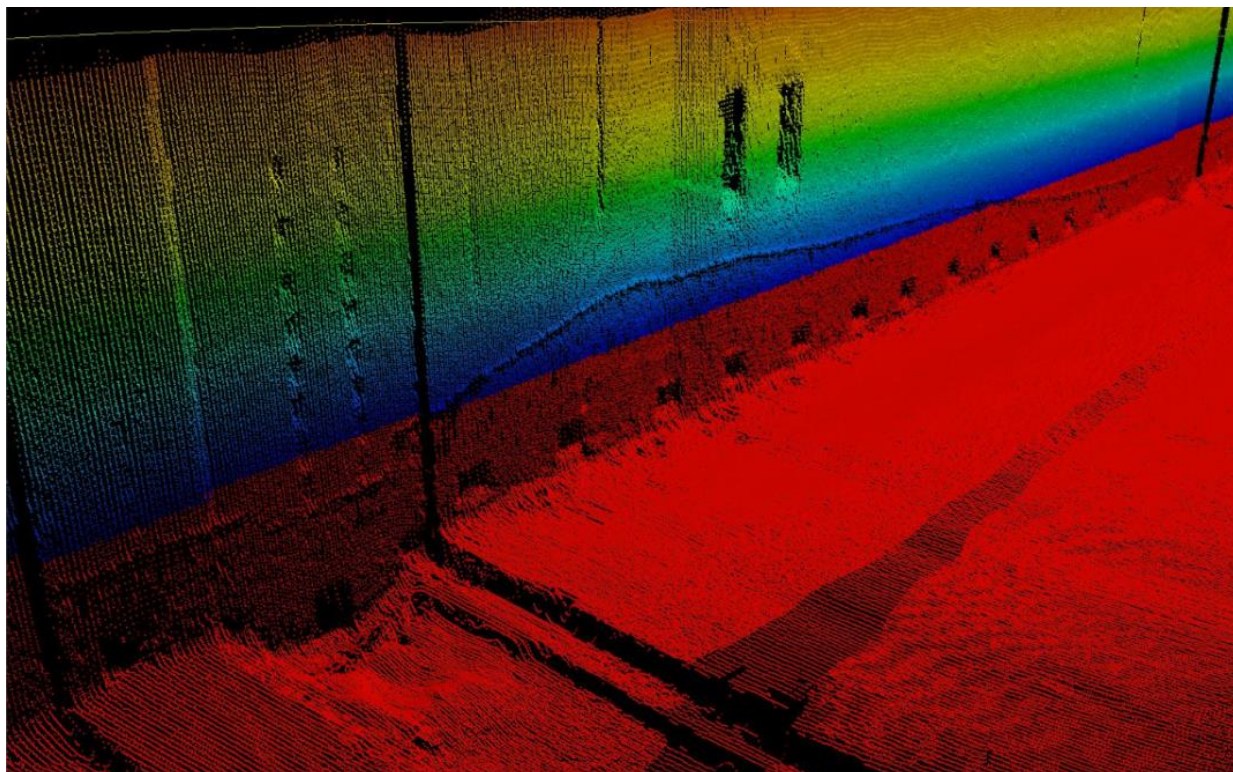
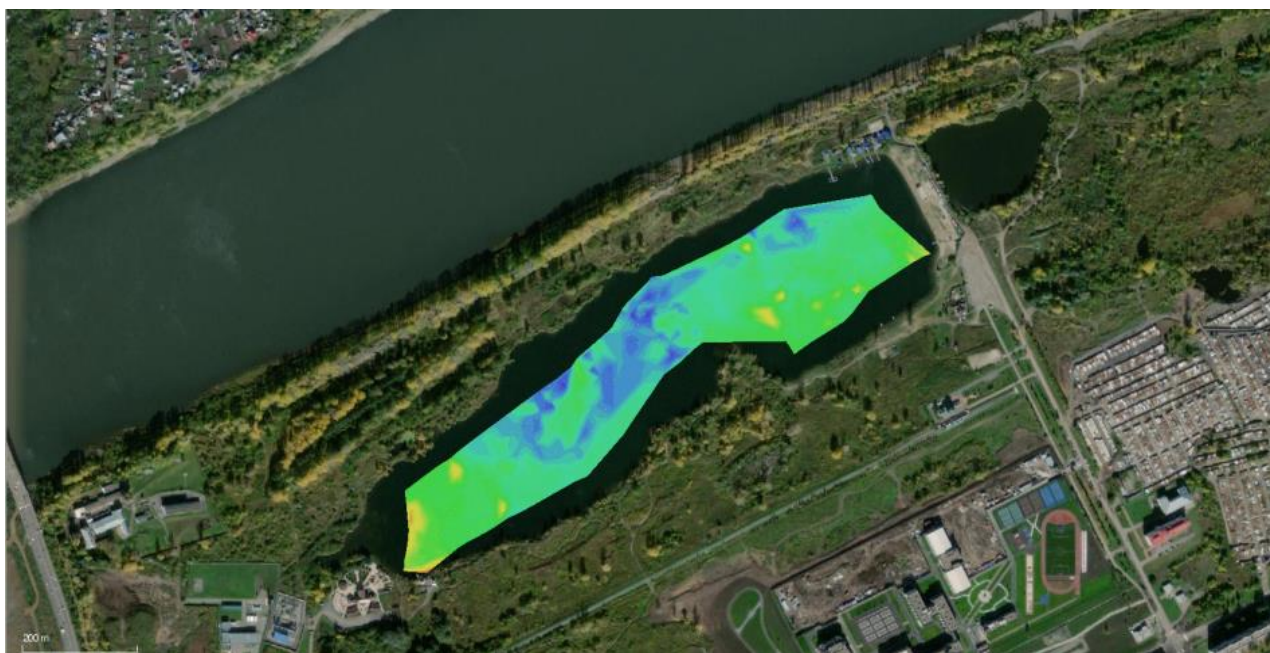


Рис. 1. Пример цифровой модели рельефа участка дна водоема, полученной по результатам площадной съемки многолучевым эхолотом [1].



А



Б

Рис. 2. Схема промеров глубин водоема (а) и полученный по их результатам профиль дна (б) [1].

Гидролокатор бокового обзора позволяет получать высококачественное акустическое изображение дна на основе интенсивности отраженного сигнала и применяется для получения отличительных особенностей форм подводного рельефа. Его использование совместно с эхолотом позволяет получить информацию об особенностях рельефа отдельных участков дна водоемов (см. рис. 3).

Профилограф скорости течения, построенный на принципе использования доплеровского сдвига акустических сигналов, отраженных от частиц водного потока, дает

возможность измерить скорость водного потока на различных глубинах.

Лазерный сканер, измеряя расстояния и направления, позволяет вычислять координаты точек над поверхностью воды. Сканирование проводится широкой полосой и с высокой частотой съемки, поэтому за одну секунду съемки возможно получение данных о сотнях тысяч таких точек. Совместное использование лазерного сканера и многолучевого эхолота обеспечивает практически полное покрытие съемкой как надводного, так и подводного пространства.

Донный профилограф по принципу работы представляет собой эхолот, но благодаря низким частотам излучения и большей мощности обеспечивается проникновение акустического сигнала глубоко в донный грунт. Это дает возможность получить картину вертикальной структуры донных отложений, необходимую при планировании и осуществлении подводного строительства, вычисления объемов отложений, а также провести поиск объектов, заглубленных в слое грунта (например, подводных трубопроводов и кабелей).

БПВА способствуют подробному и детальному изучению донной поверхности и, что является одним из самых главных достоинств – данную технологию и соответствующее оборудование можно применять в труднодоступных регионах.

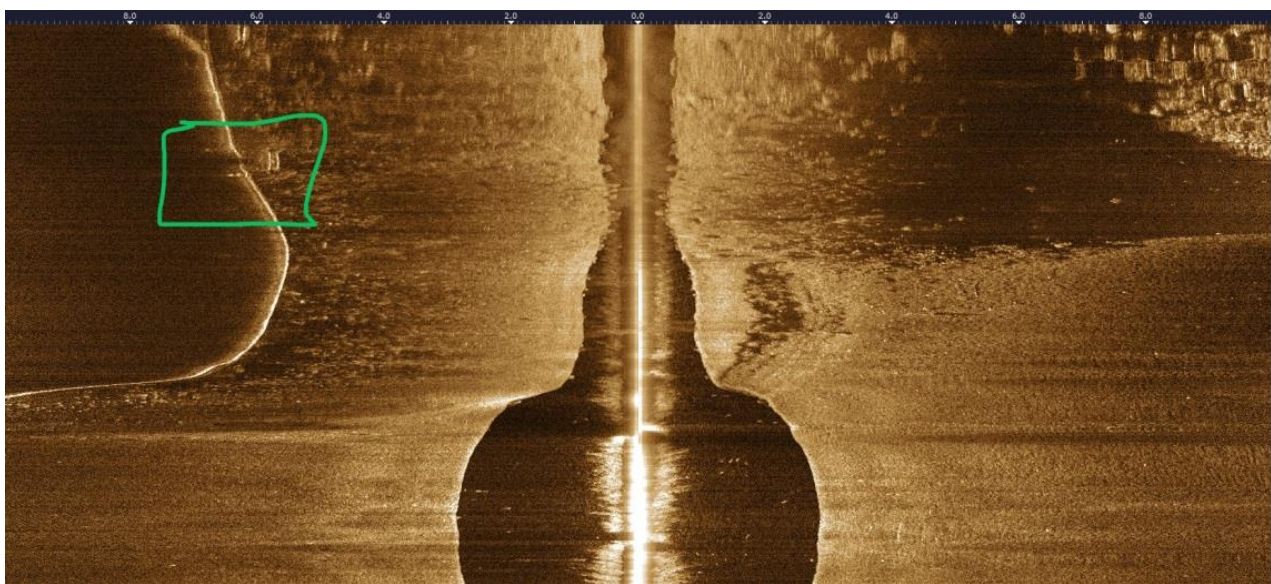


Рис. 3. Результат совместного использования гидролокатора бокового обзора и эхолота – растровое изображение участка дна водоема [1].

Благодаря тому что БПВА можно оснащать большим числом навесного оборудования, имеется возможность фиксировать отдельные показатели, не затрачивая дополнительного времени.

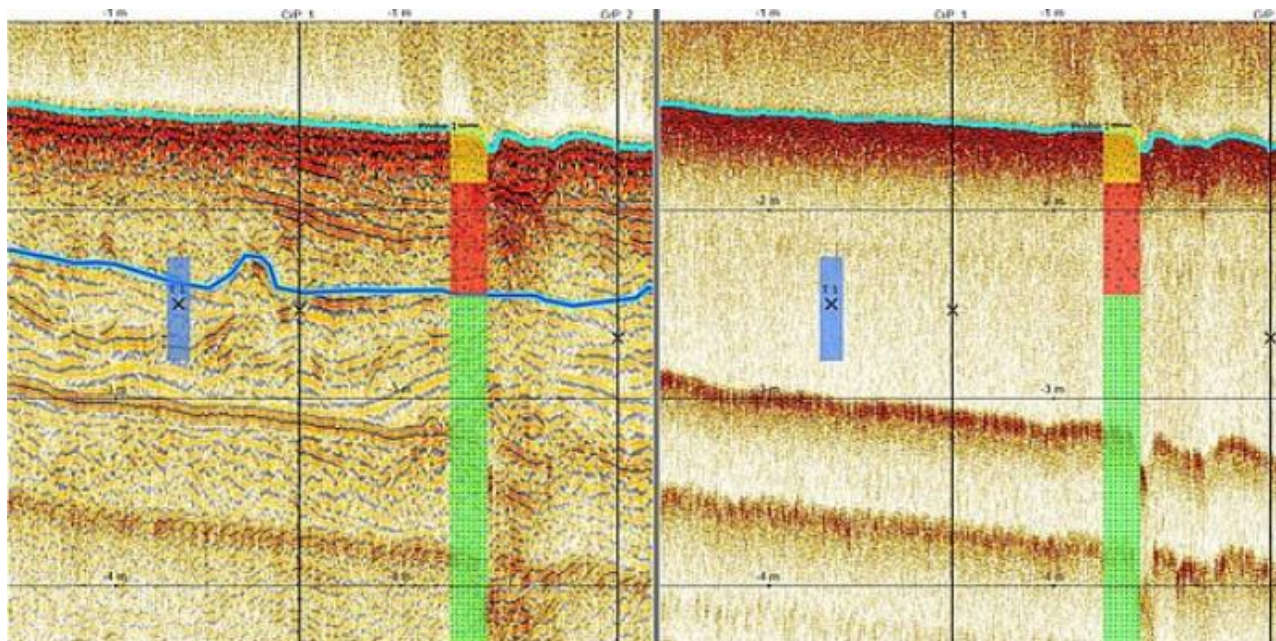


Рис. 4. Вертикальный профиль донных отложений, полученный в результате работы донного профилографа [1].

Приведем примеры применения беспилотных дронов непосредственно в картографии. В примере работ АО «ПРИН» были решены задачи гидрографической съемки и построения батиметрической карты дна озера Синхай (Китай), результаты которых были положены в основу предпроектных и проектных изысканий и использованы при дальнейшем строительстве железной дороги, проходящей по акватории озера. В процессе картографических работ и моделирования с помощью водного беспилотника Apache 6, оборудованного однолучевым эхолотом, производилась батиметрическая съемка дна полосой шириной 100 м вдоль каждой стороны железной дороги. По результатам съемки построена трехмерная модель рельефа участка дна и поперечные профили полосы отвода. Также БПВА могут широко применяться при планировании и осуществлении экологического мониторинга, в картографировании и моделировании его результатов и определения на этой основе источников, размеров и области распространения загрязнений, отбора проб воды с целью определения и последующего картографирования и моделирования основных физико-химических параметров водных масс. Повторные измерения по постоянному маршруту позволили организовать систему мониторинга состояния озерного дна: перед началом строительства, в его процессе, и после его завершения [1].

Использование БПВА в гидрологическом, гидрографическом, геоэкологическом картографировании и моделировании в целях различных отраслей экономики развивается во многих странах. Подобные работы известны в России, США, Италии, Китае, Германии, Дании, ЮАР и ряде других государств. Они касаются сельского хозяйства, транспортной инфраструктуры, рыбоводства, аквакультуры, предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Решения широкого круга гидрологических и водно-экологических вопросов, связи поверхностных и подземных вод, особенностей подруслового стока, движения влаги в почве и многих других вопросов и проблем.

Несомненно, БПВА в ближайшее время заслуженно займут свое достойное место и будут играть значимую роль в нашей жизни, автоматизировав и упростив многие процессы нашей жизнедеятельности. И особенно актуально развитие таких инновационных технологий, оборудования, приборов и техники, как БПВА в нашей стране, в условиях жестких экономических санкций и ограничений со стороны Запада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация гидрографии и гидрологии на небольших водоемах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gidro.prin.ru> (дата обращения 18.11.2020).
2. Беспилотник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Беспилотник> (дата обращения 18.11.2020).
3. Варфоломеев А. Ф., Коваленко А. К., Манухов В. Ф., Калашникова Л. Г. Особенности технологии аэрофотосъемки с применением беспилотных воздушных судов // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81. – № 8. – С. 58–64. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-962-8-58-64.
4. Варфоломеев А. Ф., Стешин И. А. Особенности создания крупномасштабных цифровых ортофотопланов с использованием беспилотных летательных аппаратов // XLV Огаревские чтения: Материалы научной конференции: в 3-х частях. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – С. 140–144.
5. Водные беспилотники и морские дроны от компании ARMAIR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bespilotnik24.ru/vodniy/> (дата обращения 18.11.2020).
6. Водные беспилотные аппараты АО «ПРИН. Геодезическое оборудование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prin.ru/bpa/vodnye/> (дата обращения 18.11.2020).
7. Манухов В. Ф. Совершенствование методов топографических съемок и инженерно-геодезических работ с использованием современных технологий // Вестник Мордов. ун-та. – 2008. – № 1. – С. 105–108.
8. Посейдон (подводный аппарат) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Посейдон_\(подводный_аппарат\)#cite_note-1](https://ru.wikipedia.org/wiki/Посейдон_(подводный_аппарат)#cite_note-1) (дата обращения 18.11.2020).

18.11.2020).

9. Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 № 138 (ред. от 12.07.2016) «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=201851#0> (дата обращения 18.11.2020).

10. Joint Publication 3-30. Command and Control of Joint Air Operations. 10.02.2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://web.archive.org/web/20141222114848/http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_30.pdf (дата обращения 18.11.2020).

**АЛЕКСЕЕНКО Н. А., КУЗНЕЧЕНКО П. А.,
КУРАМАГОМЕДОВ Б. М., МЕДВЕДЕВ А. А.**

**ОПЫТ СОСТАВЛЕНИЯ РЕЛЬЕФА НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНАХ
ПО ДАННЫМ АЭРОСЪЕМКИ С БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА¹**

Аннотация. В данной работе излагаются возможности и ограничения использования аэросъемок при составлении топографического плана. Приводится методика прорисовки достоверных горизонталей различного типа рельефа.

Ключевые слова: топографический план, горизонталы, цифровая модель рельефа, аэрофотосъемка, беспилотные летательные аппараты.

**ALEKSEYENKO N. A., KUZNECHENKO P. A.,
KURAMAGOMEDOV B. M., MEDVEDEV A. A.**

**EXPERIENCE OF RELIEF MAPPING ON TOPOGRAPHIC PLANS
USING DATA FROM UNMANNED AERIAL VEHICLES**

Abstract. This paper outlines the possibilities and limitations of using aerial surveys for drawing up a topographic plan. The methods of drawing reliable contours of various types of relief are presented.

Keywords: topographic plan, contours, digital elevation model, aerial photography, unmanned aerial vehicles.

Топографические карты и планы выступают универсальным источником пространственной информации, которые находят свое применение как при выполнении разнонаправленных научных исследований, так и при решении практических задач, например, промышленного и гражданского строительства. Данные материалы рассматриваются в качестве базового компонента инфраструктуры пространственных данных федерального фонда пространственных данных.

Создание топографических карт и планов в Российской Федерации является прерогативой государства. Предполагается реализация государственного топографического мониторинга, направленного на поддержание актуальной цифровой дежурной топографической карты [1]. Топографические планы и карты пользуются высоким спросом в различных отраслях хозяйства страны. Согласно сведениям из Единой информационной системы в сфере закупок, в период с 2013 по 2020 г. заключено порядка 350 государственных контрактов на создание топографических карт. Масштабный ряд этих материалов 1:500 до

¹ Работа выполнена в рамках ГЗ ИГ РАН № АААА-А19-119022190168-8.

1:25000. Основными сферами их использования выступают нефте- и газодобыча, территориальное управление, землеустройства и кадастры.

При этом понимание содержания топографических карт согласно техническим требованиям государственных контрактов разнится. Во многих случаях в составе слоев цифровых топографических карт и планов отсутствует рельеф в виде горизонталей, его заменяют цифровые модели местности [5]. Характерной особенностью последних нескольких лет является использование для этих целей данных, полученных с помощью различных технологических решений: лазерные сканеры, лидары, роботизированные тахеометры, аэрофотосъемка с беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Алгоритмы компьютерного зрения трансформируют их в цифровые модели местности, из которых в последствии извлекаются значения высот. Однако, нормативно-правовыми актами РФ регламентированы требования к созданию топографических материалов, в т.ч. рельефа в горизонталях и специальных условных знаках.

В нашей стране действуют нормативные документы «Условные знаки» и «Наставления по составлению топографических карт и планов», где прописаны параметры точности, возможности сдвигов, характер прорисовки горизонталей, условия перехода от горизонталей к специальным условным знакам и пр. При автоматизированном «поднятии горизонталей» по цифровой модели местности прорисовка горизонталей не соответствует требованиям нормативных документов. Правка рисовки рельефа была неизменным этапом после автоматического составления горизонталей и в 60-80-е годы прошлого столетия на стереокомпараторе.

Цель работы – изложение опыта составления рельефа на топографических планах, отвечающего требованиям нормативных документов, по данным с беспилотных летательных аппаратов.

Задачи: 1) изучение требований к изображению рельефа на топографических планах в нормативных документах; 2) анализ мирового опыта автоматизированного составления рельефа по цифровым моделям; 3) выбор тестовых полигонов (обоснование); 4) проведение работ по получению полевых данных; 5) обработка данных (ЦММ); 6) показ возможностей составления рельефа в горизонталях и специальных условных знаках.

На топографических планах для изображения рельефа используются как горизонтали, так и специальные условные знаки различной локализации. Например, линейные (уступы задернованные (бровки), не выражающиеся горизонталями, борозды эрозионные, овраги узкие), площадные (оползни, осыпи, скопления камней), точечные (камни-ориентиры, скалы-останцы). Всего в стандартных условных знаках для рельефа предназначено 37 пунктов (329-365), но некоторые из них содержат от 2 до 7 подпунктов (329) [6]. При автоматизированном

построении горизонталей по данным ЦММ именно те формы рельефа, которые выражаются специальными условными знаками, совершенно не прорисовываются. Однако и формы рельефа, которые передаются автоматизированно построенными горизонталями, не всегда имеют географическую прорисовку. Например, нет характерной «затяжки» по тальвегу, передающей форму долины (U-, V- или корытообразной) и выражающейся в плановых масштабах, не прорисовывается характер бровок (четкий или нечеткий). Создавая рельеф с помощью автоматизированных методов по цифровым моделям, мы получаем топографические планы: а) не соответствующие требованиям государственного стандарта, б) не соответствующие географической действительности.

Поиск и анализ работ-аналогов по ключевым словам в реферативной базе <https://scholar.google.ru/> показал слабую проработанность данной проблемы как в отечественной, так и зарубежной литературе. Главным образом, работы посвящены разработке методов повышения точности цифровых моделей рельефа [7; 12], технологии выполнения специализированных аэросъемочных работ [7], интеграции разнородных облаков точек для улучшения цифровых моделей рельефа [10; 11], методике извлечения пикетов с моделей для построения горизонталей [2]. Таким образом, проблема автоматизации элементов топографического плана/карты с требуемой геометрической точностью и географической достоверностью типологического рисунка, несмотря на достижения современной геоинформатики остается нерешенной [3; 8].

Большинство указанных работ проводилось для небольших территорий с относительно ровной поверхностью, однако, в более сложных условиях, приведенные в работах методики, плохо реализуются. В данной работе в качестве модельных территорий выбраны два значительно отличающиеся по характеру рельефа участка. Первый участок — плакорная Ямская степь (участок заповедника Белогорье, Белгородская область) с эрозионным рельефом, второй — ледниковый цирк Хибинского горного массива Мурманской области. Ледниковый цирк — чашеобразное углубление, с крутыми, местами отвесными задними и боковыми стенками, с полого — вогнутым дном. В данном случае — боковой цирк троговой долины (ширина до 1 км, высота задней стенки около 300 м), с сезонным накоплением снега.

На полевом этапе сбора данных была выполнена аэрофотосъемка исследуемых полигонов при помощи квадрокоптеров модели DJI Phantom 4 Pro и Mavic Air 2. Они оснащены съемочными камерами с разрешением 20 и 48 Мп соответственно, с эквивалентным фокусным расстоянием 24 мм. Запись файлов снимков произведена в формате JPEG.

Для горной территории аэрофотосъемка была сопряжена с двумя важными техническими сложностями, связанными с особенностями рельефа: 1) наличие отвесных склонов неразличимых при съемке в надир; 2) разница в пространственном разрешении при выполнении полёта с одной высоты. Для решения этих проблем была разработана методика выполнения аэрофотосъемки, которая заключалась в проведении залётов БПЛА на разных высотных эшелонах для «ступенчатой» съемки склона цирка (см. рис. 1), а также в дополнении съемки в надир перспективными кадрами крутых склонов.

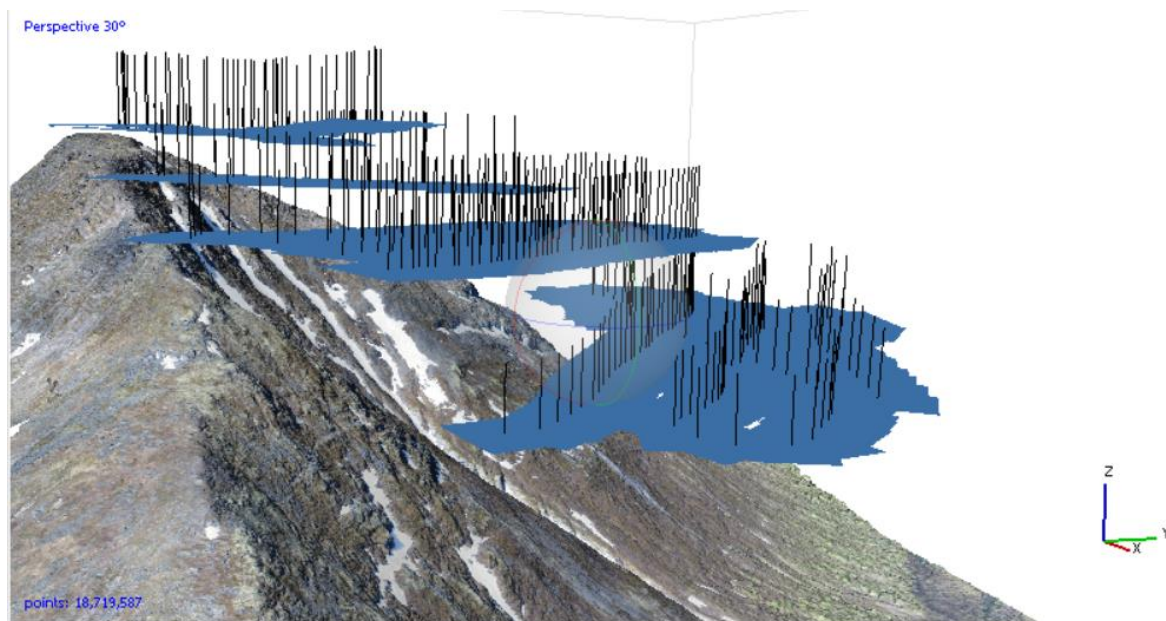


Рис. 1. «Ступенчатый» метод аэрофотосъемки.

Полученные массивы аэрофотоснимков для двух полигонов были обработаны по идентичной технологии с использованием программного обеспечения Agisoft Photoscan. Выбор программного обеспечения связан с простотой работы алгоритма Structure from Motion, хотя эксперименты показывают, что это приводит к снижению точности моделей [9].

Первый этап работ сводился к взаимному выравниванию полученных снимков и последовательному построению плотного облака точек среднего качества в универсальной проекции Меркатора (UTM). Из-за наличия точек с неверно определенными параметрами координат, выполнена геометрическая коррекция облака точек путем их фильтрации (удаления). После получения удовлетворительного результата произведено построение цифровой модели местности и ортофотоплана. Основным продуктом, по которому производится автоматизированное построение горизонталей — цифровая модель рельефа, указанным способом получают для участков с отсутствием древесно-кустарниковой растительности. Для участков, где произрастает древесно-кустарниковая растительность, точки плотного облака подвергаются разделению на три класса: поверхность, растительность и прочее. По

точкам, включенным в класс «поверхность», создана ЦМР. Полученные ЦМР и ортофотопланы послужили основой для составления рельефа топографических планов.

Несмотря на применение специальной технологии аэрофотосъемки и выполненную фильтрацию плотного облака точек, на выходных материалах остались дефекты — «дыры» или «смазанные» фрагменты. Подобные ошибки построения характерны для краев изображений, а также для затененных отрицательных форм рельефа — они возникают из-за недостатка связующих точек на исходных снимках.

Следующий этап работ — создание горизонталей с помощью функциональных возможностей ГИС-пакета ArcGIS 10.6. В первую очередь проведена подготовка данных для картографирования: все недостоверные фрагменты были «обрезаны» при помощи маски.

Далее проведена фильтрация растров цифровых моделей рельефа методом скользящего окна, заключающаяся в огрублении значений пиксела. Исходные геоизображения обладали пространственным разрешением 8 см/пикс (ледниковый цирк) и 5 см/пикс (Ямская степь). Изображения тестовых полигонов создавались в масштабе 1:5 000 и 1:10 000 соответственно. Фильтрация растра позволила избежать излишнего «дрожания» изолиний при автоматическом построении контуров. Размер пикселей результирующих растров после фильтрации стал составлять 24x24 см.

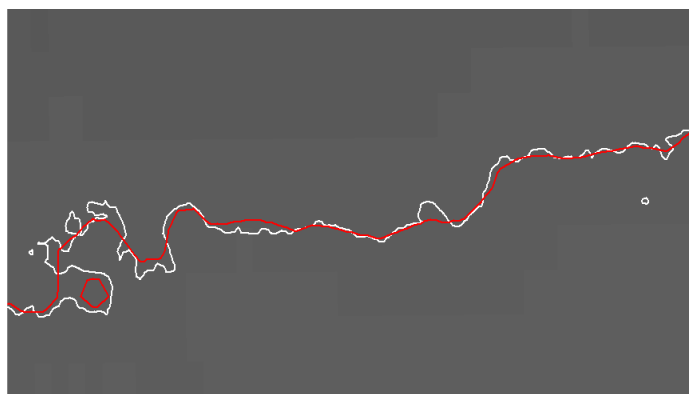
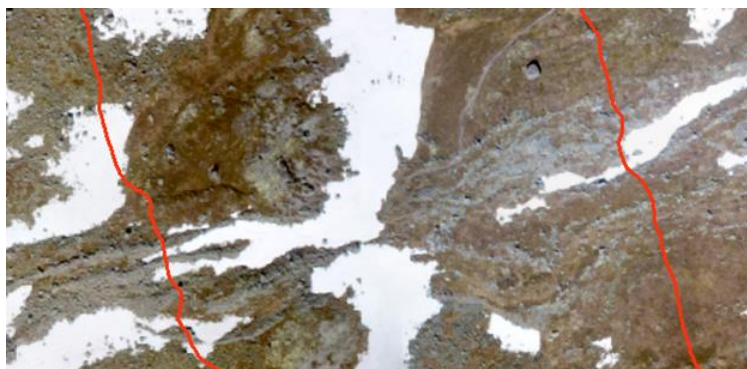


Рис. 2. Сравнение горизонталей, построенных по исходному растру (белый цвет) и построенных после фильтрации (красный цвет).

На следующем этапе по данным цифровой модели местности автоматически (инструментом *Contour* в ArcGIS) были проведены горизонталы с фиксированным шагом по высоте 10 м. Далее проведен визуальный анализ полученных горизонталей и выявлены недочеты в рисовке рельефа (см. рис. 3).



а)



б)

Рис. 3. Ошибки автоматизированной прорисовки горизонталей.

Для ледникового цирка выявлены следующие сложности: отсутствие прорисовки долин малых водотоков, несогласование рисунка горизонталей по днищу большого водотока (см. рис. 3а); прорисовка горизонталей на месте водных объектов площадной локализации горных озер и скал-останцев (см. рис. 3б); отсутствие разрывных форм рельефа; крутые склоны, которые должны наноситься специальными условными знаками прорисовывались системой горизонталей с явным растяжением отстояния их друг от друга.

Получение горизонталей, отражающих типологический рисунок ледникового цирка, потребовало существенных корректировок их геометрии. Для этого построена гипсографическая кривая, и создана карта крутизны склонов. Гипсографическая кривая показала уровни значимых перегибов рельефа, а на карте крутизны склонов были отражены участки, которые по требованиям нормативных документов надо изображать специальными условными знаками. Также высчитанные крутизны давали понимание величины затяжек горизонталей русел по разным частям водотоков. Далее было проведено гидрологическое моделирование средствами ESRI ArcGIS (инструменты Fill, Flow Direction, Flow Accumulation из набора Hydrology), и построена сеть потенциальных водотоков.

На основе построенных и отредактированных горизонталей, а также полученной сети водотоков смоделирована новая цифровая модель рельефа, на основе которой были автоматически проведены новые горизонталы с шагом 10 метров. Для новых горизонталей также были проведены ручное точечное исправление и сглаживание и по новой модели рельефа долины ручьёв выделились в рисунке рельефа географичнее (см. рис. 4).

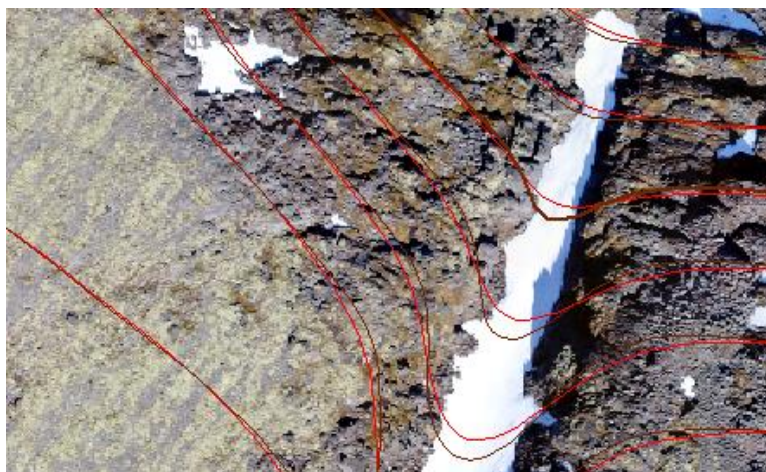


Рис. 4. Красным цветом показаны первые построенные горизонталы (исходная фильтрованная ЦММ), коричневым — новые построенные горизонталы (построенная по горизонталям ЦММ и сети водотоков ЦМР).

Для рельефа Ямской степи возникли сложности, обусловленные заросшими древесно-кустарниковой растительностью балками. С помощью материалов аэросъемок такие участки трудно восстанавливаются и требуют наземных измерений (проложение нивелирных профилей). В случае с ЦМР создавались профили рельефа, и по ним производилась ручная корректировка формы горизонталей с сохранением географической достоверности.

Выводы:

- анализ мирового опыта автоматизированного построения горизонталей по цифровым моделям показывает, что его результат не удовлетворяет требованиям нормативных документов РФ по созданию государственных топографических планов и карт,
- для различных типов рельефа требуются различные подходы как на этапе получения данных, так и на последующих этапах составления и редактирования планов,
- частично автоматизировать придание географической верности прорисовке горизонталей возможно,
- однако, даже в пределах одного типа рельефа многообразие его форм не позволяет пока полностью автоматизировать процесс, особенно это касается специальных условных знаков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бровко Е. А., Верещака Т. В. Государственный топографический мониторинг: геопространственно-информационный потенциал и пути реализации // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81. – № 3. – С. 21–31.
2. Варфоломеев А. Ф., Коваленко А. К., Манухов В. Ф., Калашникова Л. Г. Особенности технологии аэрофотосъёмки с применением беспилотных воздушных судов // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81. – № 8. – С. 58–64. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-962-8-58-64.
3. К 100-летию со дня рождения Ирины Павловны Заруцкой [Электронный ресурс] // Вестник Московского университета. – Серия 5. География. – 2009. – №1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-100-letiyu-so-dnya-rozhdeniya-iriny-pavlovny-zarutskoy> (дата обращения: 30.10.2020).
4. Кошель С. М., Энтин А. Л., Самсонов Т. Е. Устранение локальных понижений на цифровых моделях рельефа с сохранением особенностей исходного поля высот // Геоинформатика. – 2019. – № 2. – С. 43–56.
5. Тесленок С. А., Манухов В. Ф., Тесленок К. С. Цифровое моделирование рельефа Республики Мордовия // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80. – № 7. – С. 30–38. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-949-7-30-38.
6. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electromontaj-proekt.ru/data/documents/uslovnye-znaki-dlya-topograficheskikh-planov.pdf> (дата обращения: 21.12.2020).
7. Dragos A. G., Anghel S. The digital elevation model of Sărata Monteoru and other photogrammetric products obtained through processing data acquired by UAV systems // Geo-Eco-Marina. – 2019. – No. 25. – pp. 265–272.
8. Häberling, C., Hurni, L. Mountain cartography: revival of a classic domain // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2002. – No. 57(1-2). – pp. 134–158. doi:10.1016/s0924-2716(02)00113-2.
9. Lumban-Gaol Y. A., Murtiyoso A., Nugroho B. H. Investigations on the bundle adjustment results from SFM-based software for mapping purposes // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences. – 2018. – Vol. 42. – No. 2. – P. 254.
10. Medvedev A., Telnova N., Alekseenko N. et al. UAV-derived data application for environmental monitoring of the coastal area of lake Sevan, Armenia with a changing water level // Remote Sensing. – 2020. – Vol. 12, No. 22. – P. 3821.

11. Mora O. E. et al. Comparing UAS Photogrammetrically-Derived Point Clouds with GNSS Measurements and Terrestrial Laser Scanning for Topographic Mapping // Drones. – 2019. – Vol. 3. – No. 3. – P. 64.
12. Rock G., Ries J. B., Udelhoven T. Sensitivity analysis of UAV-photogrammetry for creating digital elevation models (DEM) // Proceedings of the Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics. – Zurich, 2011. – Vol. 1416. – P. 146.