

Карты и ГИС в образовательных проектах Maps and GIS in educational projects

УДК: 502/504/911.2

DOI: 10.35595/2414-9179-2025-3-31-380-396

И. Е. Сидорина¹, А. И. Ракова², А. А. Сюзюмов³

ПРОБЛЕМАТИКА СОЗДАНИЯ КАРТ-ОСНОВ ДЛЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ НА ПРИМЕРЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРАКТИКУМОВ СТУДЕНТОВ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

АННОТАЦИЯ

В данной статье обобщен опыт авторов, полученный в результате картографической деятельности и проведения практикумов у студентов географических специальностей. Геоинформационное картографирование сделало более доступным процесс создания карт. В свою очередь, технические сложности привели к появлению большого количества некачественных карт, выполненных с нарушениями правил картографирования. Особое значение в картографии имеет подготовка географической основы карты. В исследовании рассматриваются теоретические и прикладные проблемы при создании карт-основ для тематических карт. Эти вопросы возникают в процессе обучения студентов географических специальностей Института наук о Земле СПбГУ, когда происходит получение первых навыков картографирования в рамках дисциплин «Картография», «Картоведение», «Социально-экономическое картографирование с применением геоинформационных технологий». Подготовка грамотных специалистов, владеющих технологиями создания современных картографических основ с использованием инструментария геоинформационных систем и открытых веб-сервисов, является важной задачей. На примере технологической схемы, с помощью которой студенты разрабатывают карту-основу для серии тематических карт, в статье подробно рассматриваются трудности при выполнении этапов создания основы. Особое внимание уделяется вопросам соблюдения правил классической картографии. Результатами исследования являются варианты решения описанных в статье проблем. Предложенные методические рекомендации и практические советы помогут в совершенствовании технологических процессов создания карт-основ и в улучшении картографических практикумов, что важно для процесса обучения грамотных специалистов. В выводах, помимо подведения итогов работы, сформулированы некоторые дискуссионные идеи и предложения, которые можно вынести на обсуждение картографического сообщества.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: географические основы, карты-основы, геоинформационное картографирование, географические информационные системы, картография

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра картографии и геоинформатики, 10-я линия Васильевского острова, д. 33, Санкт-Петербург, Россия, 199178, *e-mail*: i.sidorina@spbu.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра картографии и геоинформатики, 10-я линия Васильевского острова, д. 33, Санкт-Петербург, Россия, 199178, *e-mail*: rakova.arina@gmail.com

³ Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, Университетская наб., д. 3, Санкт-Петербург, Россия, 199034, *e-mail*: a.a.siuziyomov@gmail.com

Inessa E. Sidorina¹, Arina I. Rakova², Arseniy A. Siuziumov³

CHALLENGES IN CREATING BASE MAPS FOR THEMATIC MAPS: INSIGHTS FROM CARTOGRAPHY PRACTICALS WITH STUDENTS IN GEOGRAPHICAL SPECIALTIES

ABSTRACT

This article summarizes the authors' experience gained from cartographic activities and workshops for students of Earth Sciences. GIS-based mapping provides better access to map creation. In turn, a number of low-quality maps made by violation of map-making rules are caused by technical difficulties. Creating the geographical basis is of particular significance in cartography. The study examines either the theoretical and practical problems in creating geographical map-bases for thematic maps. These topics begin from the learning process of students from the Institute of Earth Sciences of Saint Petersburg State University, when they acquire their first skills in cartography within the framework of the disciplines "Cartography", "Cartography Studies", and "Socio-Economic Cartography Using GIS Technologies". It is an important task for us to train highly qualified specialists who understand both the technologies for creating modern cartographic bases, using the tools of geoinformation systems and open web services. The article examines the difficulties encountered during the stages of creating a base map, using a technological scheme through which students develop a base map for a series of thematic maps. Special attention is given to issues relating to adhering to the rules of classical cartography. The results of the study include solutions to the problems described in the article. The proposed methodological recommendations and practical advice will assist in improving the technological processes of creating base maps and enhancing cartographic practices, which is important for the training of qualified specialists. In the conclusions, in addition to summarizing the work, some discussion ideas and proposals have been formulated that can be brought to the attention of the cartographic community.

KEYWORDS: geographic base maps, base maps, GIS-based mapping, geographic information systems, cartography

ВВЕДЕНИЕ

Современные геоинформационные системы дают большие возможности для облегчения процесса проектирования и составления карт. Пользователям предоставлен большой выбор проекций для разработки математической основы, инструментарий для преобразования плоскости при перепроецировании, векторизации пространственных данных. Однако устоявшейся теоретической базы по созданию географических и картографических основ для тематических карт средствами геоинформационных технологий на данный момент в отечественной литературе нет. Есть отдельные статьи и методические рекомендации, где авторы делятся своим опытом при создании конкретных проектов [Бажукова, Ташкинова, 2015]. В учебнике П. П. Лебедева упоминается проблематика создания географических основ на базе геоинформационных технологий: «графические средства при векторизации используются, как правило, для визуализации записей элементов, а не для картографического представления» [2017, с. 189].

¹ Saint Petersburg State University, Department of Cartography and Geoinformatics, 33, 10th line of Vasil'evsky island, St. Petersburg, 199178, Russia, e-mail: i.sidorina@spbu.ru

² Saint Petersburg State University, Department of Cartography and Geoinformatics, 33, 10th line of Vasil'evsky island, St. Petersburg, 199178, Russia, e-mail: rakova.arina@gmail.com

³ Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography (the Kunstkamera) RAS, 3, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia, e-mail: a.a.siuziumov@gmail.com

Разработка географической основы и создание карт-основ являются одними из важнейших задач в процессе проектирования и составления тематических карт. Геоинформационные системы и открытые источники векторных данных в значительной степени облегчают процесс создания географических основ для тематических карт, но в силу определенных сложностей приводят к неточностям и ошибкам в отображении пространственных данных. Эта проблема является остроактуальной в современном геоинформационном картографировании и связана с несовершенством инструментария геоинформационных систем, ошибками открытых векторных сервисов, упрощением технологического процесса создания карт, потерей знаний классической картографии и с рядом других обстоятельств. Появление большого количества некачественных картографических произведений в открытом доступе опасно, т. к. влечет за собой искаженное восприятие информации пользователями и приводит к ложным выводам.

По этим причинам важно уже на начальных этапах подготовки квалифицированных специалистов прививать навыки корректной работы с пространственными данными, чтобы создание картографических основ с использованием современных технологий происходило без нарушений правил классической картографии. Для грамотного выстраивания учебного процесса необходимо предлагать студентам готовые решения, базирующиеся на обобщенном опыте разработки географических основ и создания карт-основ и в соответствии с выработанными нормами и устоявшимися технологическими схемами.

Целью данной работы является выявление основных проблем, связанных с процессом составления карт-основ, и предложение методических рекомендаций для совершенствования картографических практикумов по результатам исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В первую очередь необходимо определиться с термином обсуждаемого картографического произведения.

Чаще всего в учебной и научной литературе встречается понятие именно географической основы карты. Существует руководящий технический материал подготовки типовых географических основ, разработанный ЦНИИГАиК¹.

А. М. Берлянт [2005, с. 49] в картографическом словаре дает определение географической основы карты, как «Общегеографической части содержания тематических и специальных карт, которая служит для нанесения (привязки) тематических (специальных) данных и для ориентирования по карте. Географическая основа карты обычно включает береговую линию, элементы гидрографии, населенные пункты, административные границы и дороги» (англоязычные аналоги Basic Map, Base Map, Geographic Base map, Geographic(al) Base, Topographic(al) Base).

В базовом учебнике по картографии А. М. Берлянта указано, что «географическая основа должна иметь сетку меридианов и параллелей, на ней обязательно присутствуют береговая линия и гидрографическая сеть, административные границы, дороги, в некоторых случаях — рельеф территории. Можно воспользоваться имеющейся бланковой картой или провести досоставление основы, выполнив, если нужно, ее генерализацию или детализацию...» [2002, с. 195]. В курсе лекций Белорусского государственного университета также говорится именно о географической основе и рекомендуется для ее создания использовать «ранее изданные бланковые карты или контурные карты» [Жмойдяк, 2009].

В статье Н. В. Бажуковой и А. Н. Ташкиновой [2015] авторы говорят именно о картографической основе, разработанной для Атласа Пермского края, в элементы которой входят математическая и географическая основы.

¹ Руководящий технический материал подготовка и применение типовых географических основ для тематических карт. ГКИНП-14-148-81. М.: ЦНИИГАиК, 1981. 36 с.

Можно было бы остановиться на этом, но при запросе «картографическая основа» в интернете первыми источниками идут ссылки на картографическую основу ЕГРН. С 01.02.2022 в силу вступил Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О государственной регистрации недвижимости», где говорится: «Картографической основой Единого государственного реестра недвижимости является единая электронная картографическая основа, создаваемая в соответствии с законодательством о геодезии и картографии»¹.

В курсе лекций МИИГАиК предлагается другой известный термин — карты-основы, описываемый так: «Это общегеографические карты, на основе которых составляются тематические карты... Содержание и оформление таких карт-основ подчинены требованиям какой-либо группы тематических карт» [Макаренко, Моисеева, 2010, с. 9].

Говоря о зарубежных источниках, в учебнике «Cartography: Thematic Map Design» указывается, что одной из трех главных составляющих тематической карты является географическая основа (a geographic or base map), наряду с тематическим наполнением, а также дополнительными элементами карты (название, легенда, источники данных, рамка и др.). Географическая основа (базовая карта) обеспечивает географическую привязку тематического наполнения (составляющей). Отдельное внимание обращается на то, что основа должна быть хорошо продумана и должна содержать только необходимые элементы, чтобы не перегружать карту [Dent et al., 2008].

В учебнике по картографии М.-Я. Краака и Ф. Ормелинга в определение Base Map включаются такие характеристики, как система отсчета, проекция, отображение рельефа, степень генерализации, географические названия и др. [Kraak, Ormeling, 2021].

Резюмируя вышеизложенное, можно говорить о том, что векторную географическую основу, оформленную для печати по правилам классической картографии, уместно назвать картой-основой (или бланковой картой) для серии тематических карт.

Разработка карты-основы для серии тематических карт на определенную территорию выполняется студентами географических специальностей СПбГУ на 2 курсе в рамках практикумов по дисциплинам: «Картография», «Картоведение», «Социально-экономическое картографирование с применением геоинформационных технологий». Выбор территории для картографирования студенты выполняют самостоятельно, что дает им возможность реализовывать свои идеи и проявлять личную заинтересованность. Есть одно условие — желательно выбрать страны или регионы, находящиеся в умеренных или близких к ним широтах. Это связано с тем, что карты для практикума создаются в равнопромежуточной конической проекции, рекомендованной для математической основы карт РФ и подробно изучаемой в курсе картографии.

В практикумах по вышеуказанным дисциплинам серия тематических карт, в т. ч. и карта-основа, готовится для формата листа А4. Масштаб студенты рассчитывают самостоятельно, в зависимости от размера выбранной территории. Общее требование — использовать округленные значения, избегая трудно воспринимаемых масштабов, т. к. карты готовятся для определенного формата печатного листа, подписывается численный масштаб (в варианте электронных карт корректнее использовать линейный).

Для выполнения практикума рекомендовано воспользоваться геоинформационной системой QGIS, поскольку этот продукт является бесплатным программным обеспечением с открытым исходным кодом и на данный момент наиболее доступен пользователям. Для проекта QGIS в качестве исходных данных на интересующую территорию можно использовать готовые векторные данные и отсканированные карты в растровом формате. После их обработки создаются векторные слои географической основы для серии тема-

¹ Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О государственной регистрации недвижимости». Электронный ресурс: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/ (дата обращения 24.04.2025)

тических карт. Для преобразования географической основы в карту-основу необходимы правильная организация слоев проекта, присвоение стилей и подписей всем элементам содержания и оформление макета карты.

Обобщая личный опыт авторов и имеющуюся теоретическую базу, студентам предлагается следующая технологическая схема создания карты-основы для серии тематических карт:

- выбор территории для картографирования;
- выбор проекции;
- определение формата произведения и масштаба карты;
- поиск исходных данных для разработки основы;
- привязка исходных карт, представленных в растровом формате;
- векторизация данных;
- скачивание готовых векторных слоев из открытых источников данных;
- генерализация полученных векторных данных;
- корректная послойная организация векторной географической основы;
- выбор стилей для отображения объектов картографирования;
- создание макета карты-основы в геоинформационной системе;
- окончательное оформление карты-основы с помощью графического редактора;
- подготовка карты к печати (при необходимости).

После выполнения первых трех пунктов задания начинаются сложности с *поиском исходных данных* для создания карты-основы. Поскольку работа ведется в геоинформационных системах (на данный момент преимущественно в QGIS), то в первую очередь необходимы источники векторных данных для географической основы карт.

Векторные картографические данные

Существует ряд сервисов с готовыми векторными данными. На сегодняшний день в России создана единая картографическая основа (ЕЭКО), в состав которой входят векторные данные в м-бе от 1:2 000 до 1:2 500 000. Для приобретения этой основы необходимо направить запрос в Фонд пространственных данных за дополнительную плату¹. Есть возможность приобрести векторные данные от разработчиков геоинформационной системы NextGIS, но тоже на платной основе². По этой причине эти варианты студентам не предлагаются, мы рассматриваем только открытые сервисы.

В зарубежных источниках отмечается появление добровольно собираемой географической информации (Volunteered Geographic Information, VGI), что создает новые проблемы и вызовы при генерализации, создании и проектировании карт. Примеров может быть множество: от метеорологических данных, собранных частными лицами, до наблюдений за общественным транспортом и отзывов об отелях и гостиницах. Социальные сети создают отдельный блок такого рода информации.

Один из самых популярных открытых сервисов, используемых в картографии — проект OpenStreetMap (OSM)³. Однако при его использовании возникают следующие трудности: нет ограничений по диапазону масштабных рядов, поэтому нет достаточной степени генерализации для отображения в конкретном масштабе карты, и возникает избыточность исходной информации (рис. 1). В зарубежных учебниках отмечается, что

¹ Единая картографическая основа (ЕЭКО). Электронный ресурс: <https://portal.fppd.cgkipd.ru/glavnaia> (дата обращения 24.04.2025)

² Наборы геоданных компании NextGIS. Электронный ресурс: <https://nextgis.ru/datasets/> (дата обращения 24.04.2025)

³ OpenStreetMap. Электронный ресурс: <https://www.openstreetmap.org/> (дата обращения 24.04.2025)

представленные данные зависят от создателя и носят индивидуальный характер в отличие от данных, хранящихся в национальных картографических агентствах, обладающих системным подходом к сбору и созданию пространственных баз данных. Использование такого рода сервисов порождает новые вызовы и идеи в отношении вопросов создания и проектирования картографических изображений [Slocum et al., 2022].

В другом учебнике по картографии, «Cartography: Visualization of Geospatial Data», где в качестве источника упоминается проект OpenStreetMap, подчеркнута другая проблема — наличие или отсутствие метаданных. Данные часто сопровождаются метаданными (источник, дата создания, охват, частота обновлений), что важно для оценки их пригодности. Однако многие данные в интернете таких описаний не имеют и предоставляются «как есть» — без гарантий и поддержки. Появляется логичный вопрос: «Как оценить используемые в процессе создания картографических изображений данные из различных источников?» [Kraak, Ormeling, 2021].

Отметим сервис бесплатных и свободно распространяемых пространственных данных Natural Earth¹, в котором для векторных данных есть разные масштабные ряды (1:10 000 000, 1:50 000 000 и 1:110 000 000). Это дает возможность быстро подготовить картографическую основу, т. к. первичный отбор данных уже проведен. Однако на этом сервисе, к сожалению, наблюдается низкое качество данных по гидрографии.

Обширные гидрографические данные с границами водосборных бассейнов, речными сетями и озерами, в разных масштабах предлагает база данных HydroSHEDS². На этом ресурсе представлена новая структура моделирования речных сетей, однако эти данные не совсем корректны и требуют дополнительной проверки по другим источникам.

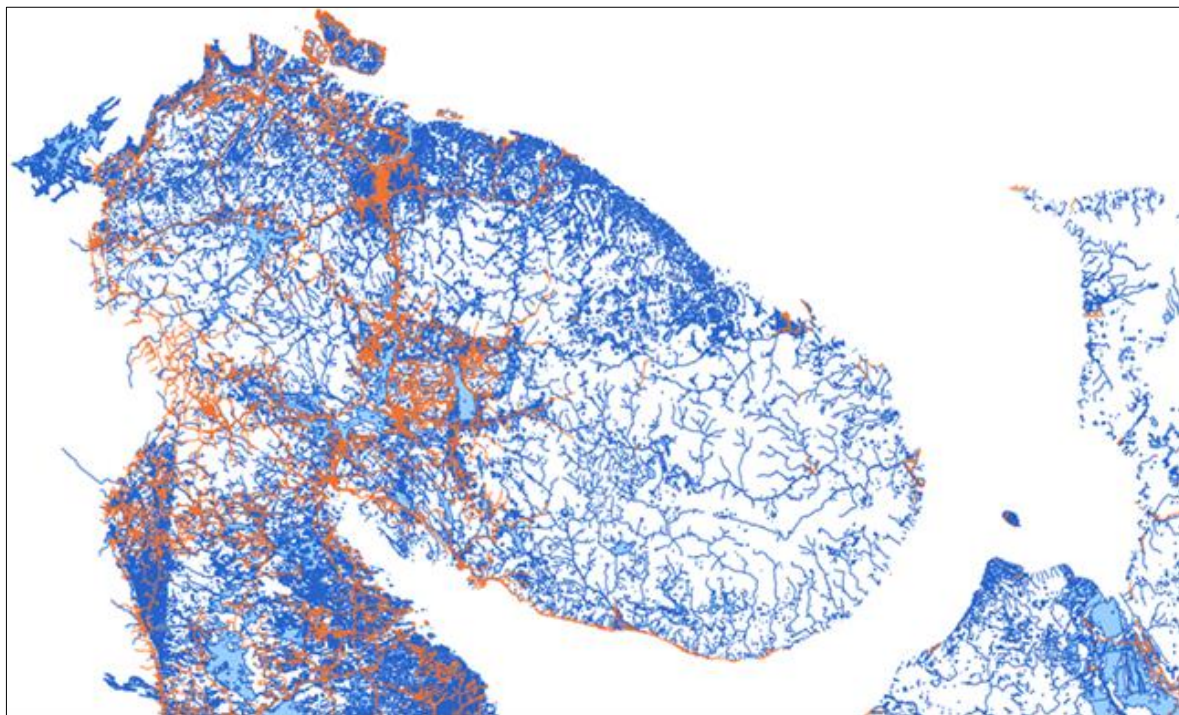


Рис. 1. Избыточная детализация объектов по данным OpenStreetMap
Fig. 1. Excessive detail of features from open-source OpenStreetMap data

¹ Сервис бесплатных и свободно распространяемых пространственных данных Natural Earth. Электронный ресурс: <https://www.naturalearthdata.com/> (дата обращения 24.04.2025)

² База данных HydroSHEDS. Электронный ресурс: <https://www.hydrosheds.org/> (дата обращения 24.04.2025)

Растровые картографические данные

Учитывая вышеизложенные проблемы с готовыми векторными данными из открытых источников, студентам полезно для разработки карты-основы использовать печатные карты в растровом формате, желательно в рекомендованной проекции и созданные до эпохи геоинформационного картографирования. Лучше всего подходят карты, изданные в 70–80-х гг. прошлого века. В эпоху «бумажной картографии» карты создавались в соответствии с научно обоснованными правилами картографирования, были плодом работы высокопрофессиональных коллективов и проходили неоднократное редактирование. При удачном выборе исходного материала студент будет иметь готовый образец корректной карты, с готовыми решениями по отбору данных и геометрической генерализации (упрощению очертаний линейных и площадных объектов) для основы. Можно рекомендовать в качестве исходных материалов использование школьных карт и атласов, где степень генерализации и оформление близки к принятым стандартам, и нагрузка на картах достаточная для начинающих картографов.

На этом этапе могут возникнуть сложности, связанные с качеством растрового изображения: недостаточным разрешением исходного изображения, значительной деформацией карты из-за плохого сканирования и т. д. Рекомендуется выбор материалов с четким отображением географической сетки (что важно для дальнейшего определения координат при привязке) и в форматах *.png или *.tiff, которые предлагают лучший вариант сохранения качественного изображения. Формат *.jpg для картографического изображения в растровом формате в большинстве случаев не подходит — файл по умолчанию сохраняется с потерей качества (кроме специального выбора сохранения без сжатия, что не всегда соблюдается).

Математическая основа карты и привязка растра

Для разработки математической основы карты необходимо присвоить систему координат и проекцию растровому изображению, т. е. «привязать растр». В программе QGIS привязка по трем и четырем контрольным точкам, как правило, не дает желаемого результата. Эффективным на практике является вариант с использованием метода резинового листа (тонкостенный сплайн), где необходимо выбрать 10 и более точек в местах пересечений линий градусной сетки или «по точкам с карты» с известными координатами.

Как упоминалось выше, для выполнения практической работы рекомендуется выбрать равнопромежуточную коническую проекцию (Equidistant Conic), и в QGIS есть варианты ее реализации. Поскольку параметры проекции (осевой меридиан и параллели касания) не всегда подходят к нужному охвату земной поверхности, карта может оказаться развернутой в неудобной ориентировке. При использовании готового программного решения лучше всего создать свою пользовательскую проекцию с указанием параметров, соответствующих выбранной территории. Если у студентов младших курсов эта операция вызывает сложности, можно выровнять макет карты с помощью инструмента поворота (внизу окна интерфейса QGIS).

Векторизация и создание слоев

После того, как математическая основа проекта готова, студенты могут приступать к созданию векторной географической основы, которая должна состоять из следующих слоев: гидрография, административные границы, дорожная сеть и населенные пункты. Рельеф, особенно выполненный методом отмывки, добавляет наглядности картографическим произведениям [Бажукова, Ташикина, 2015]. Это очень эффективный прием, но технически сложный для практической работы студентов второго курса (необходимо использование цифровых моделей рельефа).

Добавление в проект готовых векторных данных

Добавление готовых векторных данных из открытых источников требует их последующей *генерализации*. Чаще всего студенты выбирают для скачивания данные по населенным пунктам, административным границам, иногда по дорожной сети. Для корректной генерализации рекомендовано ориентироваться на нагрузку, аналогичную школьным атласам, отбирать объекты и упрощать их геометрическую форму, пользуясь образцами карт близкого масштаба и назначения.

Послойная организация географической основы

Когда все элементы географической основы разработаны, нужно собрать их в определенном порядке для правильного отображения. Предлагаемый вариант послойной организации (сверху вниз):

- населенные пункты, не выраженные в масштабе карты и показанные значками;
- береговая линия;
- населенные пункты, выраженные в масштабе карты и показываемые ареалами;
- государственные и административные границы;
- дорожная сеть;
- озера и водохранилища;
- речная сеть;
- полигоны районов и областей (суша);
- полигоны моря.

Выбор стилей для отображения объектов картографирования, *оформление карты подписями* и *создание макета в QGIS* должны согласовываться с правилами классической картографии. Студентам рекомендовано использовать учебные пособия и примеры печатных карт. Однако из-за особенностей геоинформационного картографирования некоторые стили трудно воспроизвести (особенно это касается отображения гидрографии, государственных и административных границ). Инструменты для создания подписей и оформления карт в QGIS также несовершенны. Подробнее эти вопросы будет освещены ниже, в результатах исследования.

В рамках статьи трудно рассмотреть все ошибки, встречающиеся при создании карт-основ. На *примере студенческой работы* по разработке карты-основы на Мурманскую обл. (рис. 2) можно увидеть некоторые часто встречающиеся:

1. Для создания полигональных слоев в основном использовались готовые векторные данные на территорию Мурманской обл. — при этом пострадали сопредельные территории: очертания Норвегии и Республики Карелии не соответствуют действительности. Это связано с тем, что источники были разномасштабными, с разной степенью генерализации и достоверности.
2. Подписи несоразмерны — реки и озера подписаны слишком мелко, особенно в сравнении с подписями морей и государств.
3. Генерализация речной сети избыточная, некоторые значимые реки не отображены. Это значит, что студентка не очень внимательно изучила готовые карты с нужной ей степенью генерализации.
4. В гидрографии отсутствует иерархия в отображении речных систем — все реки одной толщины.
5. Береговая линия ошибочно представлена стилем административной границы (так указано в легенде, но фактически это границы субъектов РФ).
6. Районные границы по цвету больше похожи на дороги.

7. Железная дорога пропадает, особенно на участках рядом с береговой линией озер (неудачный «шашечный» стиль линии).

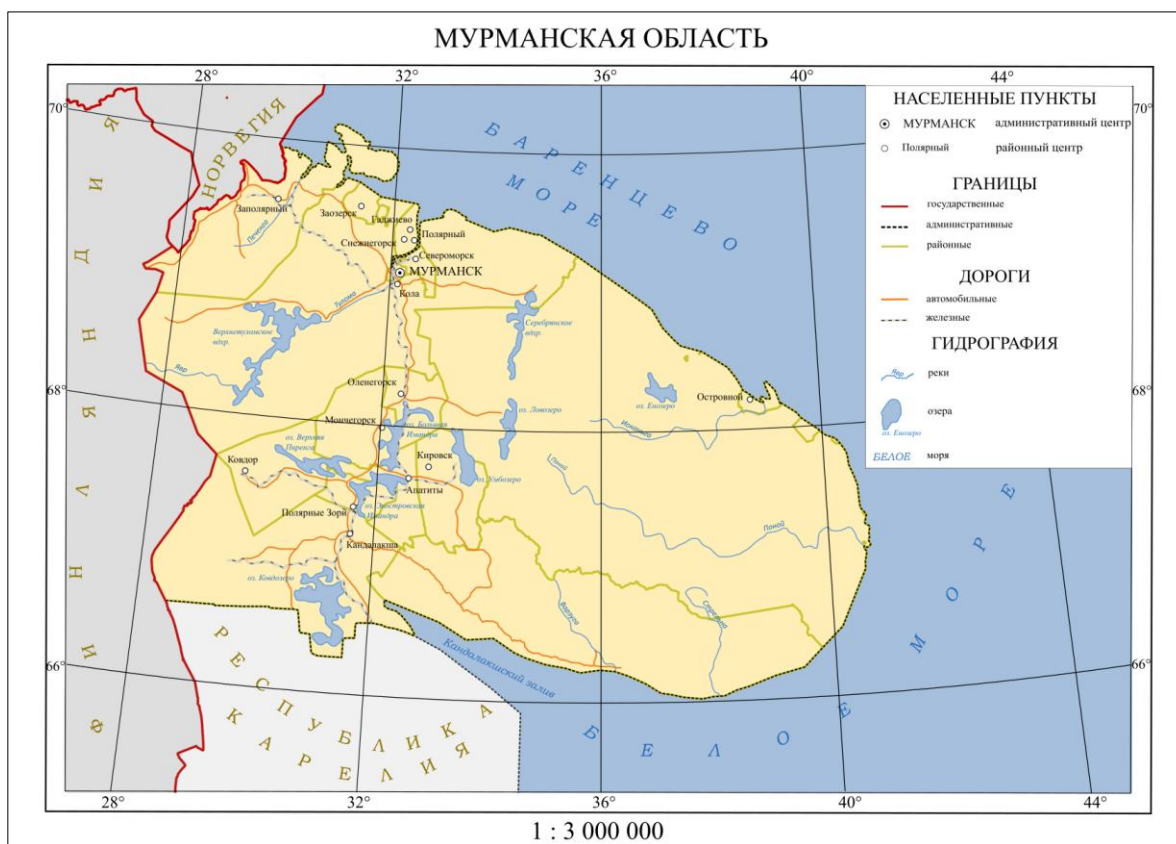


Рис. 2. Пример выполнения карты-основы Мурманской обл. в программе QGIS
 Fig. 2. Example of a base map of Murmansk Oblast in the QGIS software

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результатах исследования хотелось бы сделать акцент на самых сложных моментах составления и привести рекомендации по решению некоторых проблем при создании карт-основ студентами географических специальностей младших курсов.

В первую очередь необходимо внимательно и критично отнестись к *источникам картографических данных* — как к открытым векторным пространственным данным, так и к готовым печатным картам. К сожалению, специальных занятий по оценке современных картографических ресурсов на младших курсах в СПбГУ пока нет. Не хватает и обзорных статей на эту тему в профессиональной литературе. Возможно, стоит перенять опыт историков, у которых есть специальный курс «Источниковедение».

В *создании векторных слоев* самую большую сложность представляют объекты гидрографии, которые включают в себя речные сети, озера, моря и океаны, каналы и водохранилища. В геоинформационном проекте QGIS объекты гидрографии относятся к слоям с разной геометрией:

- океаны, моря, заливы, водохранилища — полигональные объекты;
- речная сеть, каналы, береговая линия — линейные объекты.

Исключение составляют реки, выраженные в масштабе по ширине — тогда речь о полигональных объектах. Но поскольку на 2 курсе работы выполняются в мелком масштабе, реки являются объектами с линейной геометрией. Речные системы традиционно должны показывать иерархию (главные реки и их притоки) и направление течения. Это достигается за счет плавного увеличения ширины линии от истока к устью.

В эпоху ручного вычерчивания на 2 курсе в рамках дисциплины «Оформление карт и картографическое черчение» студенты выполняли работы по вычерчиванию гидросети, где должны были проанализировать речную систему и в карандаше прописать все толщины линий (рис. 3). В бумажном варианте студент не имеет возможности изменить масштаб и охват изображения, поэтому видит всю речную сеть целиком и быстрее понимает суть отображения гидрографии.



Рис. 3. Фрагмент студенческой работы по вычерчиванию гидрографии
Fig. 3. A fragment of a student's work on drawing hydrography

Можно корректно отобразить речную сеть в ГИС, а также в программах САПР или в графических редакторах [Андреева и др., 2011; Утробина, 2011]. В таких случаях так же, как и в ручном черчении, необходимо проанализировать речную систему и присвоить разным отрезкам реки разную толщину линии. Для территорий с густой речной сетью такая работа является слишком трудоемкой. Более того, мы сталкиваемся с проблемой деления единого линейного объекта (речки) на отдельные участки, что может вызвать трудности с применением геоинформационного анализа. По этой причине на современных картах можно увидеть речные системы, выполненные без учета иерархии, линиями одной толщины (в лучшем случае 2 или 3-х).

В совместном проекте исследователей СПбГУ и ЯрГУ ведется работа по автоматизированному построению корректных векторных гидрографических моделей с использованием нейросетей [Ignatenko et al., 2024].

Выше уже были описаны открытые источники векторных данных. В большинстве своем для отображения гидрографии на мелкомасштабных картах у них избыточная детализация. Реки визуально отображаются «дрожащей» линией, излучины сливаются в

темные пятна — все это мешает восприятию и создает «шум» на картах. Та же проблема возникает с государственными и с административными границами.

У студентов второго курса нет опыта генерализации объектов гидрографии, поэтому лучше векторизовать речную сеть, государственные и административные границы по корректной исходной привязанной карте. Можно проверить актуальность информации по данным из открытых источников, подключив в проекте слои с космическими снимками и доступные веб-карты.

Элементы дорожной сети, территориальные полигональные объекты картографирования и населенные пункты можно скачать уже в векторном формате. В этом случае необходима генерализация полученных векторных данных — отбор необходимых данных в зависимости от масштаба, упрощение и сглаживание контуров с использованием инструментария QGIS (удаление лишних узлов и сглаживание контуров). С особой осторожностью необходимо относиться к генерализации государственных и административных границ, учитывая особую важность этой информации.

Стили

Гидрография — береговая линия и реки — показывается обязательно одним цветом, желательно синим или темно-синим (голубой плохо читается), с минимальной толщиной линии 0,1 мм. Желательно отобразить речную систему по правилам моделирования гидрографической сети с присвоением стилей линий разной толщины. Для этого линии разбиваются на различные участки и им постепенно присваивается различная толщина, которая зависит от значения в атрибутивной таблице (рис. 4).

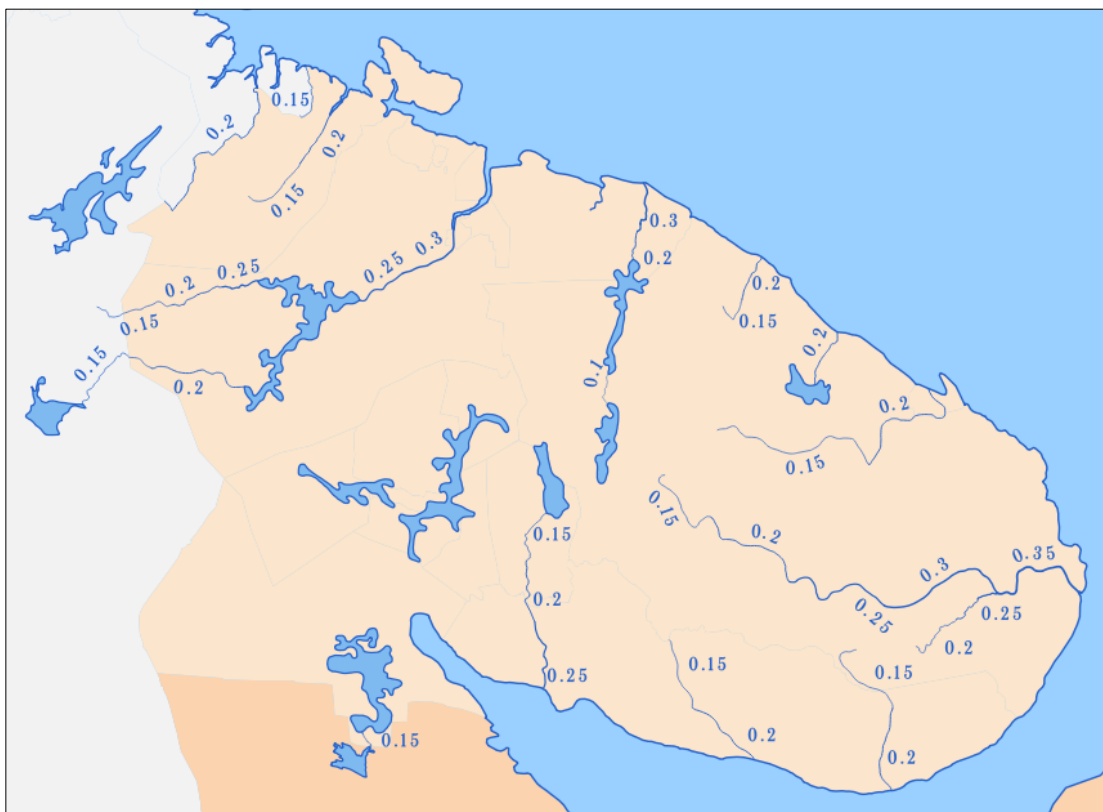


Рис. 4. Присвоение стиля различной ширины от истока к устью для речной сети в программе QGIS

Fig. 4. Applying variable width styling from source to mouth for river networks in QGIS software

Для площадных объектов гидрографии рекомендован светло-голубой цвет для заливок акваторий океанов и морей. Для озер и водохранилищ можно использовать голубой цвет на ступень ярче или оставить такой же, как и для других водных объектов. Необходимо избегать присвоения темно-синего цвета для озер — в таких случаях на мелкомасштабных картах они выглядят неаккуратными пятнами, а береговая линия пропадает.

Для линейных объектов дорог и границ лучше избегать пунктирных линий. На мелкомасштабных картах тематических карт (при добавлении значков и диаграмм) они будут создавать лишний «шум». Сплошные линии проще проследить по карте, чем прерывистые.

В отображении железных дорог желательно избегать черно-белого «шашечного» отображения — это визуально прерывает объект и затрудняет чтение знака. Такой стиль уместен на картах для детей или на крупномасштабных туристских картах.

Больше всего в эпоху геоинформатики изменились стили отображения государственных и административных границ. Ранее, если границы проходили по рекам, их принято было наносить пунктирной линией — попеременно по одному или другому берегу реки (рис. 5) [Атлас..., 1976]. Однако в геоинформационном картографировании нам придется разрывать единый линейный объект базы данных, отрисовывать вручную или автоматизировать корректную визуализацию таких участков границ. Это трудно реализовать в учебном процессе и может помешать работе с данными в дальнейшем. Можно порекомендовать отображение границ полупрозрачной линией, желательно неестественных тонов — красных, малиновых, сиреневых, чтобы они отличались по стилю от дорожной сети. Полупрозрачная линия будет лежать поверх других объектов и не затруднит чтение рек, дорог и т. д.

Оформление карты-основы подписями

Работы по оформлению карт подписями (как и отображение речных систем) в значительной степени пострадали от исключения из практикумов заданий по ручному черчению. В геоинформационных системах или в графических редакторах работа ведется зачастую при сильном увеличении изображения, что затрудняет визуальную оценку соотношения размеров подписей. Это приводит к появлению на студенческих картах как чрезмерно крупных, так и очень маленьких названий, иногда нечитаемых при стопроцентном масштабе карты. Полезно при выполнении задания переключаться на полный охват карты, чтобы проверить результат. Для тренировки глазомера необходимо введение работ, где студент все время видит целостное произведение в заданном масштабе, и у него нет возможности чрезмерно увеличить или уменьшить размеры подписей объектов. В этой ситуации он лишен возможности написать название мельче, чем сам сможет прочитать. Можно заранее продумать размеры шрифтов, сделав эскиз подписей объектов на бумаге.

Ручное черчение в России практически исключили из образовательных программ для картографов-геоинформатиков и геодезистов. Однако в некоторых вузах, например в Горном Университете, такие работы остались [Копылова, 2021]. Опыт коллег показывает, что для понимания особенностей составления и оформления карт важно включение работ по ручному черчению в образовательные программы. При этом не обязательно использовать тушь и перья, можно выполнять работы в карандаше или с использованием линеров (капиллярная ручка или японский маркер), которые являются упрощенной версией рапидографа и дают необходимую толщину линии (от 0,1 мм и выше).

Оформление макета карты

Часть работ по оформлению можно выполнить в программе QGIS. Рекомендации:

1. Зафиксировать масштаб карты на заданном значении (внизу окна интерфейса).
2. Изменить единицу измерения подписей на «миллиметры». Для студенческих работ в рамках курса по социально-экономическому картографированию приемлемыми являются размеры шрифтов от 2 до 10 мм.

- Координатную сетку также можно построить с помощью инструментария QGIS, выбрав нужный шаг сетки (например, через 2 или 5 градусов). «Выходы» меридианов и параллелей необходимо подписывать по всему периметру карты либо в разрывах на самой линии, либо между внутренней и внешней рамками карты. При этом меридианы подписываются только сверху и снизу рамки, а параллели только слева и справа (для конических и цилиндрических проекций). Допустимо использовать не черный цвет, а темно-серый, чтобы немного разгрузить изображение.



Рис. 5. Пример отображения государственных границ. Фрагмент политико-административной карты Молдавской ССР [Атлас..., 1976, с. 14]

Fig. 5. Example of state borders representation. Fragment of the political-administrative map of the Moldavian SSR [Atlas..., 1976, p. 14]

Окончательное оформление картографической основы рекомендовано выполнять в программах для работы с векторной или растровой графикой (графических редакторах), поскольку возможностей встроенного инструментария QGIS недостаточно для корректного оформления легенды и других элементов компоновки карты. Для студентов Института наук о Земле СПбГУ рекомендован открытый программный продукт Inkscape. Данный графический редактор позволяет выполнить все необходимые операции для оформления карты в соответствии с устоявшимися правилами традиционной картографии: корректно оформить легенду, нанести численный и линейный масштаб. Если картографическая основа будет только в электронном виде, то добавлять численный масштаб нельзя — это будет вводить в заблуждение пользователей. Для мелкомасштабных карт не рекомендуется использовать рамку карты, стилизованную черно-белыми «шашечками», больше подходят сплошные линии.

Название карты должно сразу привлекать внимание, поэтому его необходимо выполнять заглавными буквами. Расположение может быть реализовано в разных вариантах: в верхней части — внутри рамок карты или за рамкой, посередине, слева, справа (в атласе при симметричном расположении на четных и нечетных страницах). Желательно не разрывать название знаками препинания. Здесь действуют общие правила восприятия заголовков, такие же, как для атласов или художественных книг [Анисимова, 2020]. Рекомендуется заголовок писать одним выражением, например: «Население Мурманской области». Вставлять слово «карта» в заголовок необязательно. Если есть необходимость подготовить карту-основу к печати, то следует проверить соответствие масштаба на печатной карте, а также сделать цветовую пробу печати.

На рис. 6 приведен пример карты-основы, в которой исправлены ошибки и неточности. Масштаб рассчитан для формата печатного листа А4.

К основным результатам исследования можно отнести выявление следующих проблем: выбор корректных источников картографических данных для последующего создания карты-основы; отображение гидрографических систем в соответствии с правилами классической картографии; отображение государственных и административных границ, особенно на участках с реками; оформление карт подписями; оформление макетов карт. Предложены методические рекомендации для решения этих трудностей.



Рис. 6. Вариант составления карты-основы Мурманской обл. в программе QGIS с корректной речной системой (составлено авторами)

Fig. 6. A version of the base map of Murmansk Oblast created in QGIS with a properly designed river system (compiled by the authors)

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования сформулированы основные проблемы, возникающие в процессе создания карт-основ для тематических карт и предложены методические рекомендации для совершенствования картографических практикумов. В ходе работы:

1. Изучены теоретические аспекты, изложенные в отечественной и зарубежной литературе и выявлено недостаточное освещение проблемы создания географических основ карт с учетом развития современных технологий и доступа к пространственным данным.
2. Изложены технологические проблемы процесса составления карт на примере студенческих практикумов. Основные трудности: нахождение надежных источников для создания географической основы, корректное отображение гидрографии, государственных и административных границ, оформление карт подписями.
3. В результатах исследования изложены рекомендации по решению вышеизложенных картографических задач. Авторы надеются, что эти советы помогут студентам в получении необходимых навыков разработки карт-основ, что впоследствии сократит число некачественных картографических произведений.

Есть предложения, которые хотелось бы вынести на обсуждение картографического сообщества:

1. Частичное возвращение работ по ручному черчению в картографические практикумы. В первую очередь это касается заданий по отображению речных систем и нанесению подписей на карты. Развитие у студентов художественных способностей, умения анализировать исходную информацию необходимо для формирования картографического мышления.
2. Введение в картографические практикумы занятий по оценке готовых источников картографических данных — электронных (векторных и растровых) и бумажных.
3. Проблемы, описанные на примере создания карт-основ для студенческих практикумов актуальны для современной картографии. Необходимы новые решения в вопросах создания географических основ с учетом особенностей технологий геоинформационного картографирования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Хочется выразить благодарность студентке кафедры картографии и геоинформатики СПбГУ Туги Елизавете за предоставленные материалы по практической работе.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to express our gratitude to Elizaveta Tugi, a student of the Department of Cartography and Geoinformatics at St. Petersburg State University, for the practical work materials provided.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева Т. А., Сидорина И. Е., Литвинова М. В. Практикум по картографическому черчению в программе Microstation. Создание карты «Население Ленинградской области». СПб.: СПбГУ, 2011. 40 с.

Анисимова М. В. Макетирование издательско-полиграфической продукции: практикум по верстке книжных и газетных изданий. Симферополь: Крымский федеральный университет, 2020. 32 с.

Атлас Молдавской ССР. М.: ГУГК, 1978. 132 с.

Бажукова Н. В., Ташкинова А. Н. Разработка картографической основы для создания атласа или серии согласованных карт Пермского Края. Географический вестник, 2015. Т. 33. № 2. С. 78–89.

Берлянт А. М. Картография. М.: Аспект Пресс, 2002. 336 с.

Берлянт А. М. Картографический словарь. М.: Научный мир, 2005. 424 с.

Жмойдяк Р. А. Картография. Минск: БГУ, 2009. 191 с.

Копылова Н. С. Топографическое черчение. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. 112 с.

Лебедев П. П. Картография. М.: Академический проект–Трикса, 2017. 153 с.

Макаренко А. А., Моисеева В. С. Конспект лекций по курсу «Географическое картографирование (Проектирование и составление карт)». Обзорные общегеографические карты. Часть 1. М.: МИИГАиК, 2010. 67 с.

Утробина Е. С. Оформление карт и картографическое черчение. Картографическое черчение. Новосибирск: СГГА, 2011. 101 с.

Dent B. D., Torguson J. S., Hodler T. W. Cartography: Thematic Map Design. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2008. 336 p.

Ignatenko D. A., Razvalov N. A., Yakimova O. P., Sidorina I. E., Kochetova A. V. Hydrography Tapering and Stream Order Computing for GIS-Based Mapping. Proceedings of the IX International Conference on Physical and Mathematical Modelling of Earth and Environmental Processes, 2024. P. 661–671. DOI: 10.1007/978-3-031-54589-4_67.

Kraak M.-J., Ormeling F. Cartography: Visualization of Geospatial Data. Abingdon: CRC Press, 2020. 245 p. DOI: 10.1201/9780429464195.

Slocum T. A., McMaster R. B., Kessler F. C., Howard H. H. Thematic Cartography and Geovisualization (4th ed.). Abingdon: CRC Press, 2022. 612 p. DOI: 10.1201/9781003150527.

REFERENCES

Andreeva T. A., Sidorina I. E., Litvinova M. V. Workshop on Cartographic Drafting in MicroStation: Creating the “Population of Leningrad Oblast” Map. St. Petersburg: Saint Petersburg University Press, 2011. 40 p. (in Russian).

Anisimova M. V. Layout Design for Publishing and Printing Products: A Practical Guide to Book and Newspaper Typesetting. Simferopol: Crimean Federal University, 2020. 32 p. (in Russian).

Atlas of the Moldavian SSR. Moscow: Main Administration of Geodesy and Cartography (GUGK), 1978. 132 p. (in Russian).

Bazhukova N. V., Tashkinova A. N. Making Cartographic Basis for Atlas or Series Maps of Perm Region. Geographical Bulletin, 2015. V. 33. No. 2. P. 78–89 (in Russian).

Berlyant A. M. Cartography. Moscow: Aspekt Press, 2002. 336 p. (in Russian).

Berlyant A. M. Cartographic Dictionary. Moscow: Nauchniy Mir (Scientific World), 2005. 424 p. (in Russian).

Dent B. D., Torguson J. S., Hodler T. W. Cartography: Thematic Map Design. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2008. 336 p.

Ignatenko D. A., Razvalov N. A., Yakimova O. P., Sidorina I. E., Kochetova A. V. Hydrography Tapering and Stream Order Computing for GIS-Based Mapping. Proceedings of the IX International Conference on Physical and Mathematical Modelling of Earth and Environmental Processes, 2024. P. 661–671. DOI: 10.1007/978-3-031-54589-4_67.

Kopylova N. S. Topographic Drafting. St. Petersburg: Herzen University, 2021. 112 p. (in Russian).

Kraak M.-J., Ormeling F. Cartography: Visualization of Geospatial Data. Abingdon: CRC Press, 2020. 245 p. DOI: 10.1201/9780429464195.

Lebedev P. P. Cartography. Moscow: Academic Project–Triksta, 2017. 153 p. (in Russian).

Makarenko A. A., Moiseeva V. S. Lecture Notes on the Course “Geographical Mapping (Map Design and Compilation)”: Overview General Geographic Maps. Part 1. Moscow: Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), 2010. 67 p. (in Russian).

Slocum T. A., McMaster R. B., Kessler F. C., Howard H. H. Thematic Cartography and Geovisualization (4th ed.). Abingdon: CRC Press, 2022. 612 p. DOI: 10.1201/9781003150527.

Utrobina E. S. Map Design and Cartographic Drafting: Cartographic Drawing Techniques. Novosibirsk: Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), 2011. 101 p. (in Russian).

Zhmoydyak R. A. Cartography. Minsk: Belarusian State University, 2009. 191 p. (in Russian).
