

## КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

УДК 912.43, 528.913

Н.В. Бажукова, А.Н. Ташкинова

## РАЗРАБОТКА КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АТЛАСА ИЛИ СЕРИИ СОГЛАСОВАННЫХ КАРТ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Разработаны типовые картографические основы для создания физической карты и карт природных явлений, административной карты и карт социально-экономической тематики атласа Пермского края.

Ключевые слова: картографическая основа, элементы математической и географической основы, тематическое содержание карт.

1 декабря 2005 г. в результате объединения Пермской области и Коми-Пермяцкого автономного округа образован новый субъект Российской Федерации – Пермский край, площадь которого составляет 160,6 тыс. км<sup>2</sup>. Его территория представляет собой почти правильный прямоугольник, вытянутый вдоль меридиана. Максимальная протяженность с севера на юг – 645 км, с запада на восток – 420 км. Самая северная точка края расположена на 61°39' с.ш., крайняя южная точка – на 56°06' с.ш. Западная и восточная точки находятся соответственно на 51°47' и 59°39' в.д. Границы края очень извилисты, их протяженность более 2,2 тыс. км. Регион граничит: на севере – с республикой Коми, на востоке – со Свердловской областью, на юге – с республикой Башкортостан, на западе – с Удмуртской республикой и Кировской областью. Пермский край расположен на стыке Восточно-Европейской равнины с Уральскими горами и имеет достаточно большую протяженность с севера на юг. Это обусловило сочетание разнообразных ландшафтных условий, определило наличие геологических пород различного возраста и происхождения и создало благоприятные предпосылки для хозяйственного освоения территории. Современное муниципальное деление края включает: 40 муниципальных районов и 8 городских округов. В Пермском крае проживает 2 637 032 чел. (по данным на 1 января 2015 г.), занятых в различных отраслях хозяйства.

Пермский край – объект изучения в различных дисциплинах таких ВУЗов, как ПГНИУ, ПГГПУ, ПНИПУ, ПГСХА, ПГАИК, ПГФА («Регионоведение», «Краеведение» и др.). Одной из основных дисциплин является «География Пермского края», при изучении которой преподаватели и студенты должны пользоваться картами атласа Пермского края. Но на сегодняшний день атласа учебного назначения для ВУЗа нет. Поэтому используется «Атлас Пермской области. География. История» (М.: ДИК, 1997), нуждающийся в обновлении, так как карты в нем приведены по данным 60-80 х гг. прошлого века и предназначены для средней школы.

На наш взгляд, необходимо создание нового учебного наглядного (картографического) пособия, состоящего из двух частей – «Природа Пермского края» (обеспечивающего дисциплину «География Пермского края. Часть 1. Физическая география») и «Население. Хозяйство» (обеспечивающего дисциплину «География Пермского края. Часть 2. Социально-экономическая география») с использованием ГИС-технологий.

Первоначальным этапом составления карты, а также серии карт и атласов является разработка картографической основы. Следует отметить, что при создании атласа используются картографические основы, обеспечивающие единство и облегчающие согласование карт в нем.

На смену традиционным трудоемким методам изготовления карт пришли современные технологии, обеспечивающие лучшую структурированность информации, что позволяет эффективно оперировать большими объемами данных. Геоинформационные технологии решают многие картографические задачи, так, например, изыскание и преобразование сложных картографических

---

© Бажукова Н.В., Ташкинова А.Н., 2015

**Бажукова Наталья Валерьевна**, кандидат географических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614099, г. Пермь, ул. Букирева, 15; bazhukova.nv@mail.ru

**Ташкинова Александра Николаевна**, студентка 4 курса кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614099, г. Пермь, ул. Букирева, 15; sngist@ya.ru

проекции, смена масштаба, разработка синтетических карт методами математической статистики, генерализация и др. Современные технологии повышают производительность труда, увеличивают скорость и точность выполнения работ. На картографическую деятельность оказывают влияние космические снимки, которые используются как источник данных и как вспомогательный материал для контроля основных источников.

В век современных технологий печать и издание карт стали значительно проще. Издательские оригиналы картографической основы ранее изготавливались на чертежной бумаге, наклеенной на недеформирующуюся подложку или на недеформирующемся прозрачном пластическом материале или же путем гравирования на таком же материале [2]. Для картографических основ требовалось использование многоцветных оттисков (все элементы картографической основы отпечатаны разными цветами, одним цветом и другие вариации) - проводилось поочередное послойное нанесение одного цвета краски на печатный лист бумаги. Существуют требования по применению цветовой палитры: все штриховое тематическое содержание наносится черным, коричневым, красным цветами и для не очень тонких линий и мелких знаков – оранжевым. Нельзя применять голубой, синий, сине-зеленый, фиолетовый для объектов малых площадей, так как цвет может быть не различим, и поэтому следует использовать наиболее контрастные цвета.

В XXI в. периферийная техника позволяет за один раз вывести на любую поверхность многоцветные картографические основы и сложные картографические произведения, кроме того, легко выбрать цвет картографируемого объекта и оценить возможность его применения. Раньше составлялись многочисленные копии оригиналов для каждой составляемой карты. Сейчас же все данные и составляющие части карты хранятся в электронном формате, который доступен для изменений и печати в любом количестве.

Автоматизированными системами для ввода, анализа, хранения, обработки и вывода картографической информации являются геоинформационные системы. Они используются для описания и характеристики Земли, географических объектов для целей визуализации и анализа пространственно-привязанной информации. Данные ГИС представляют собой наборы отдельных объектов с их географическим положением и формой, точно так же, как элементы на карте, но дополняют их хранящейся в атрибутах описательной информацией для каждого пространственного объекта.

Электронная карта – представление пространственной географической информации в виде серии тематических слоев. На каждой такой карте набор слоев отображается в определенном порядке прорисовки для исключения перекрытия информации.

В основании карты отображаются границы, населенные пункты, гидрографическая сеть, рельеф, а также тематические слои.

В пределах каждого слоя для показа важной информации, описывающей географические компоненты, используются условные знаки – символы, цвета, текст.

Картографическая основа служит каркасом карты. Она необходима для привязки тематического содержания, а при использовании карты облегчает ее чтение, ориентирование и усвоение закономерностей размещения природных и социально-экономических явлений.

В целях удовлетворения требований, предъявляемых к картографическим основам для разработки и издания тематических карт различного назначения и содержания, устанавливается следующая классификация картографических основ по их видам [2]:

- по масштабам: для карт различных масштабных рядов;
- по назначению: для карт справочного типа, для учебных и карт демонстрационного типа;
- по содержанию: для общегеографических карт и карт, отображающих природные и социально-экономические явления;
- по нагрузке: для карт с максимальной нагрузкой и разгруженных карт;
- по виду оттисков картографической основы: все элементы печатаются разными цветами в соответствии с требованиями редакционных документов; все элементы печатаются на оттисках одного цвета.

**Элементы картографической основы карт Пермского края.** Картографическая основа состоит из математической основы, географической основы и легенды карты. Элементы математической основы – масштаб, картографическая проекция, картографическая градусная сетка, компоновка. Элементы географической основы – обязательно должны присутствовать гидрографическая сеть, населенные пункты, административные границы, в некоторых случаях – дороги, рельеф территории,

а также можно провести доработку основы, выполнив, если нужно, ее генерализацию или детализацию, что определяется назначением и тематикой составляемой карты [1] (табл.).

При разработке атласа региона следует учитывать, что все карты в нем должны быть построены с использованием единой **математической основы**.

**Масштаб** отражает, во сколько раз уменьшены линейные размеры земного эллипсоида или шара при его изображении на карте [7]. Наиболее используемый масштаб карт в проектируемом атласе Пермского края – 1:2 500 000. Однако некоторые тематические карты менее нагружены, поэтому их можно воспроизвести в более мелком масштабе – 1:5 000 000. Кратность масштабов карт облегчает их сопоставление. Виды используемых масштабов: численный, именованный и линейный (графический).

Другим элементом математической основы является **картографическая проекция** – математически определенное отображение поверхности земного эллипсоида или шара на плоскости карты [7]. Для изучаемой территории была выбрана равноугольная поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера (10-я зона). В России при составлении региональных карт эта проекция наиболее часто используется для топографического и тематического картографирования, привязки снимков с космических аппаратов, а также в качестве математической основы наиболее распространенных баз пространственных данных. В проекции Гаусса-Крюгера поверхность земного эллипсоида делится на шестиградусные зоны, ограниченные меридианами. Всего имеется 60 шестиградусных зон. Пермский край находится в 10-й зоне, центральный (осевой) меридиан территории Пермского края – 56° восточной долготы. По центральному меридиану искажения всех свойств объектов региона – минимальные. Эта проекция наиболее подходит для картографирования территорий, протяженных с севера на юг [8].

**Картографическая градусная сетка** – изображение сети меридианов и параллелей с градусным обозначением на карте. Картографическая сетка – портрет проекции. По ней одна проекция отличается от другой. [7]. Для учебных целей наличие картографической градусной сетки необходимо. Она позволяет точно определить географические координаты и местоположение объектов. Чтобы не нагружать лишними линиями карту, была выбрана густота градусной сетки в 2°. Все карты проектируемого атласа должны иметь одну градусную сетку.

Составление **географической основы** должно проводиться с учетом содержания карт, для которых она разрабатывается. Нагрузка и степень подробности показа элементов основы зависят от масштаба карт и их тематического содержания.

**Гидрографическая сеть**, включающая реки, озера и водохранилища, по мнению Т.Г. Сватковой и Н.А. Алексеенко [5], – основной каркас территории для построения картографического изображения в любом масштабе, поэтому она наносится с максимальной для конкретного масштаба точностью. С рисунком гидрографической сети впоследствии согласуется изображение рельефа, размещение ареалов растительности, положение населенных пунктов и дорог. Трудности изображения речной сети на картах определяются особенностями структуры речных систем, передаваемых главными артериями и многочисленными притоками. Особые приемы генерализации речной сети решают другую сложность ее правильного отображения. Генерализация рек связана с их отбором, обобщением планового рисунка их русел, правилами использования приемов внемасштабного изображения. Ценовый отбор рек при создании мелкомасштабных карт настольного пользования устанавливается в 1,5-2 см длины в масштабе карты [5]. Соблюдается согласованный отбор рек для карт разных масштабов, при этом объекты, нанесенные на карту более мелкого масштаба, обязательно сохраняются на картах более крупного масштаба. Большинство гидрографических объектов подписывается на карте [6].

При изображении озер также существуют цензы отбора. На территории Пермского края выделяются 6 самых больших по площади озер (Большой Кумикуш, Новожилово, Адово, Чусовское, Нюхти, Нахты) и 1 по глубине (Рогалек) – этот перечень определен учебной программой курса «География Пермского края». Озеро Рогалек сложно отобразить на карте масштаба 1:2 500 000, однако независимо от его размеров разрешается наносить особо важные объекты даже с преувеличением их размеров.

Водоохранилища Пермского края (Камское, Воткинское, Широковское) изображаются в масштабе карт. Их контур соответствует среднему уровню подпорного горизонта, а рисунок согласуется с рельефом окружающей местности.

**Населенные пункты** – обязательный элемент содержания общегеографических и тематических карт любых масштабов. Отбор населённых пунктов проводится с подробностью, определенной

учебным назначением (согласован с содержанием учебного курса), содержанием карт (общегеографических и тематических) и масштабов (1:2 500 000 и 1:5 000 000). Обязательное условие – разработка единой шкалы населенных пунктов. Все населенные пункты на карте подписываются[6].

**Рельеф** – ведущий элемент содержания физической карты и важный элемент содержания тематических карт природной тематики. В мелких масштабах выявляются существенные географические закономерности, распространение крупных форм рельефа, наличие природных рубежей и т.д. Существует разные способы изображения рельефа (перспективных знаков, штрихов крутизны, отмывки, горизонталей и др.), но при создании картографических основ Пермского края, на наш взгляд, наиболее оптимальным является способ отмывки, дающий пластический эффект и обеспечивающий наглядность рельефа с наименьшей нагрузкой на тематическое содержание карты.

**Дорожная сеть** – автомобильные и железные дороги отбираются с таким расчетом, чтобы основные населенные пункты были связаны между собой. Она показывает степень обжитости территории, дает представление об экономической жизни в регионе, доступность каждого населенного пункта, изображенного на карте, отражает возможность передвижения с учетом местных природных особенностей. Дорожная сеть изображается внемасштабными линейными знаками.

### Элементы картографической основы для общегеографических и тематических карт атласа Пермского края учебного назначения

Элемент	Карты природных явлений	Физическая карта	Карты социально-экономических явлений	Административная карта
<b>Математическая основа</b>				
Масштаб	1:2 500 000	1:2 500 000	1:2 500 000	1:2 500 000
	1:5 000 000	-	1:5 000 000	-
Картографическая проекция	Равноугольная поперечная цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера, 10-я зона			
Картографическая градусная сетка	Густота сетки 2° по широте и долготе			
<b>Географическая основа</b>				
Гидрографическая сеть	75 рек (при необходимости увеличить количество рек)		8 рек	
	6 озер с надписью		6 озер без надписи	
	2 водохранилища	3 водохранилища	2 водохранилища	
	-	болота	-	
Населенные пункты	центры муниципальных образований			
	другие населенные пункты при необходимости			
Административные границы	5 субъектов Российской Федерации			
	Пермского края			
	-	-	40 муниципальных образований края	
	-	-	8 городских округов края	
Дорожная сеть	-	-	при необходимости	автомобильные, железные дороги
Рельеф	отмывка (метод теневой пластики при косом освещении)		-	-

**Особенности составления картографической основы.** При создании атласа Пермского края необходимо разработать два типа картографической основы:

- для физической карты и тематических карт природных явлений (масштабов 1: 2 500 000 и 1:5 000 000);
- для административной карты и тематических карт социально-экономических явлений (масштабов 1:2 500 000 и 1:5 000 000).

Карты природы и социально-экономические карты предъявляют различные требования к картографической основе. Основа, используемая для создания физической карты и тематических карт природы, не содержит границ муниципальных образований Пермского края в отличие от основы, используемой для создания административной карты и карт социально-экономической тематики (таблица, рис. 3, 5). Современные технологии дают возможность в электронных картах, при необходимости, активизировать (отображать) слой административных границ на картах природных явлений, например, для комплексной физико-географической характеристики муниципальных образований Пермского края. На традиционных (бумажных) картах природных явлений административные границы излишни.

Картографические основы для административной карты и социально-экономических карт содержат элемент «дорожная сеть» в отличие от основ природных карт (таблица). Аналогично административным границам слой дорожной сети можно отображать на электронных картах природных явлений при необходимости.

Населенные пункты – основной элемент содержания картографической основы административной карты и социально-экономических карт, поэтому они изображаются с большей детальностью и подробностью, чем на основах природных карт. Центры муниципальных образований Пермского края показываются на всех картографических основах.

Принципы генерализации определяют содержание картографических основ карт разных масштабных рядов. Детальность показа элементов содержания основ меняется в зависимости от масштаба. Проводятся отбор и обобщение гидрографической сети, населенных пунктов, дорог и других элементов. Например, наряду с геометрической стороной генерализации (сглаживание) на основах карт масштаба 1:2 500 000 отображаются реки длиной более 40 км, на картах более мелкого масштаба 1:5 000 000 – лишь реки длиной более 75 км (рис.1).



Рис. 1. Пример генерализации гидрографической сети (фрагмент карт):

а – исходные данные в масштабе 1:2 500000;

б – генерализованные данные в масштабе 1:2 500 000; в – в масштабе 1:5 000 000

**Разработка картографической основы.** Макет компоновки является первоначальной моделью карты. Макет служит документом, определяющим внешние постоянные параметры: размер внутренней рамки, положение границ картографического изображения, положение названия карты, масштаба, легенды, градусной сетки. При компоновке карты изображаемая территория ориентируется симметрично относительно среднего меридиана, отображается полностью и занимает центральное положение внутри рамки.

Математическая основа формируется с помощью геоинформационной системы ArcGIS 10. Для небольшой по величине территории, такой как Пермский край, выбирается равноугольная проекция, позволяющая без преобразования использовать топографические карты. В соответствии с современными нормативными документами используем равноугольную проекцию Гаусса-Крюгера, так как размер территории в градусном измерении не превышает 8° по широте и 5° по долготе.

Масштаб карты определяется с учетом размера территории и размеров внутренней рамки карты. Выбранный масштаб 1:2 500 000 позволяет отобразить картографируемую территорию на одной странице атласа формата А4. При изменении компоновки и уменьшении размеров внутренней рамки карты используется дополнительный масштаб 1:5 000 000.

Рабочая область наполняется тематическими слоями (формируется географическая основа):



- 1) границы субъектов РФ;
- 2) границы Пермского края;
- 3) границы муниципальных образований;
- 4) линейные гидрографические объекты (реки);
- 5) полигональные гидрографические объекты (реки, озера, водохранилища);
- 6) населенные пункты;
- 7) рельеф;
- 8) надписи населенных пунктов;
- 9) надписи гидрографических объектов;
- 10) надписи субъектов РФ.

Исходные данные, отображаемые на картографической основе, были получены из открытых источников ресурса [gis-lab.info](http://gis-lab.info) (данные VMap0). Позже данные для слоев 1-6 были отредактированы и генерализованы под необходимый масштаб. Слоям присвоены условные обозначения (настройки отображения).

Для создания 7-го слоя «рельеф» на основе имеющихся слоев высотных точек и горизонталей была получена ЦМР (величина ячейки 300 м). Далее, как производная поверхность, была получена светотеневая отмывка рельефа с характеристикой гипотетического источника освещения  $315^\circ$  (северо-запад)  $45^\circ$  над уровнем горизонта.

Создание надписей для тематических слоев 8-10 путем автоматической расстановки в ArcGIS невозможно, даже несмотря на настраиваемые свойства их размещения. Геоинформационные технологии упрощают работу с данными, однако результаты автоматизированного отображения элементов карты нуждаются в правке и корректировке (рис.2).



Рис.2. Пример размещения надписей (фрагмент административной карты):  
а – автоматическая расстановка; б – расстановки с учетом правил

Поэтому мы используем инструмент «Надписи» для наилучшего расположения наименований гидрографических объектов, населенных пунктов. Размещение надписей подчиняется двум основным требованиям: принадлежность надписи к определенному географическому объекту не должна вызывать сомнений; надписи располагаются по возможности на свободных местах, они не должны заслонять собой (или разрывать) существенные детали карты [4].

При расположении надписей на картах учитываем характер локализации объектов: точечный, линейный или площадной.

Названия населенных пунктов. Надписи к объектам, локализованным в точке, следует размещать параллельно параллелям в непосредственной близости от объекта. Населенные пункты подписываются на том берегу реки, где они расположены. Название города Перми подписывается на левом берегу Воткинского водохранилища (в месте расположения центра города). Для названий населенных пунктов применялся шрифт «Т132» черного цвета разной высоты (по численности жителей); для городов и поселков городского типа - прямой, для сельских населённых пунктов – с наклоном.

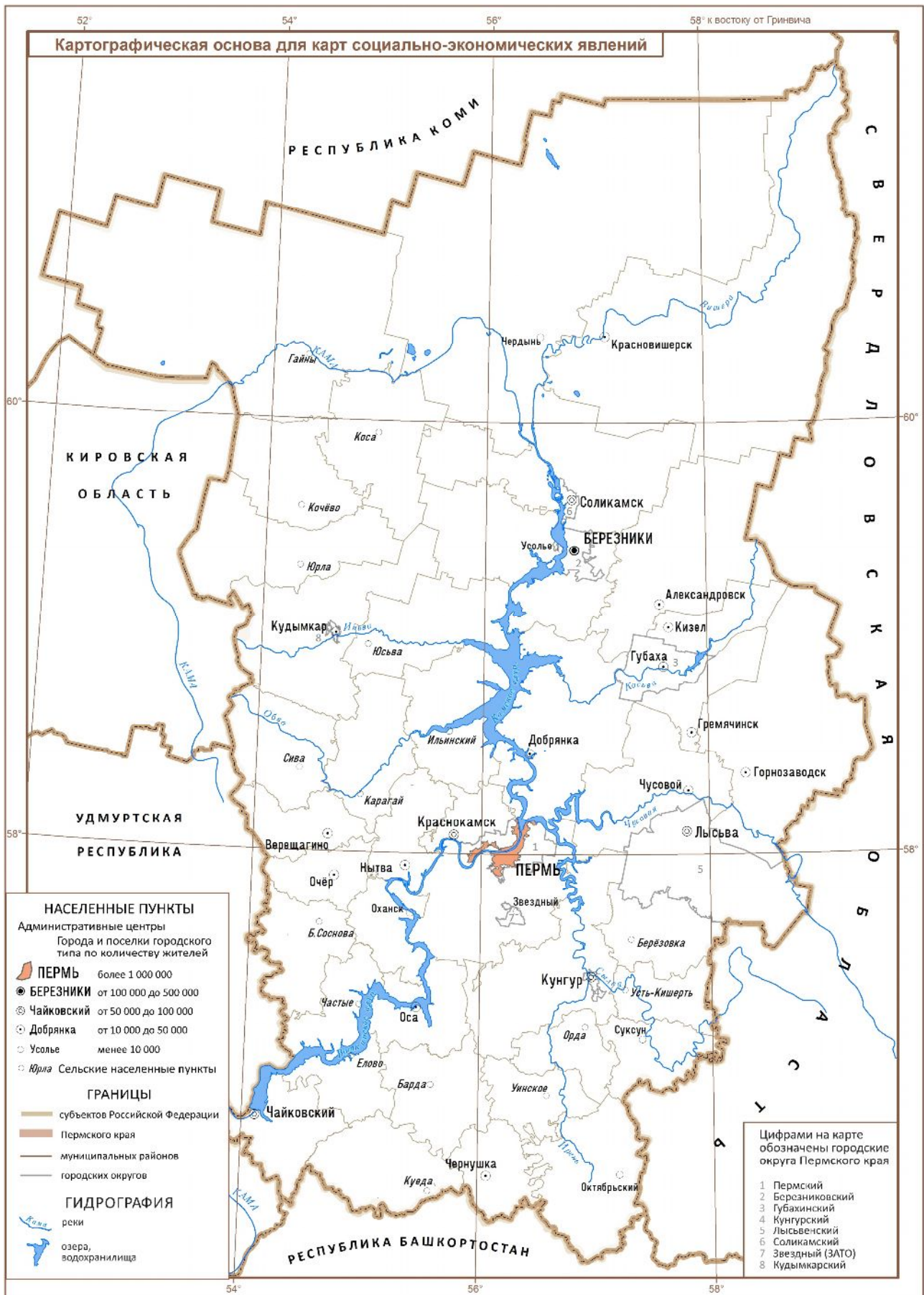


Рис.3. Картографическая основа для карт социально-экономических явлений Пермского края

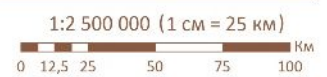
1:2 500 000 (1 см = 25 км)

0 12,5 25 50 75 100 км





Рис.4. Административная карта Пермского края





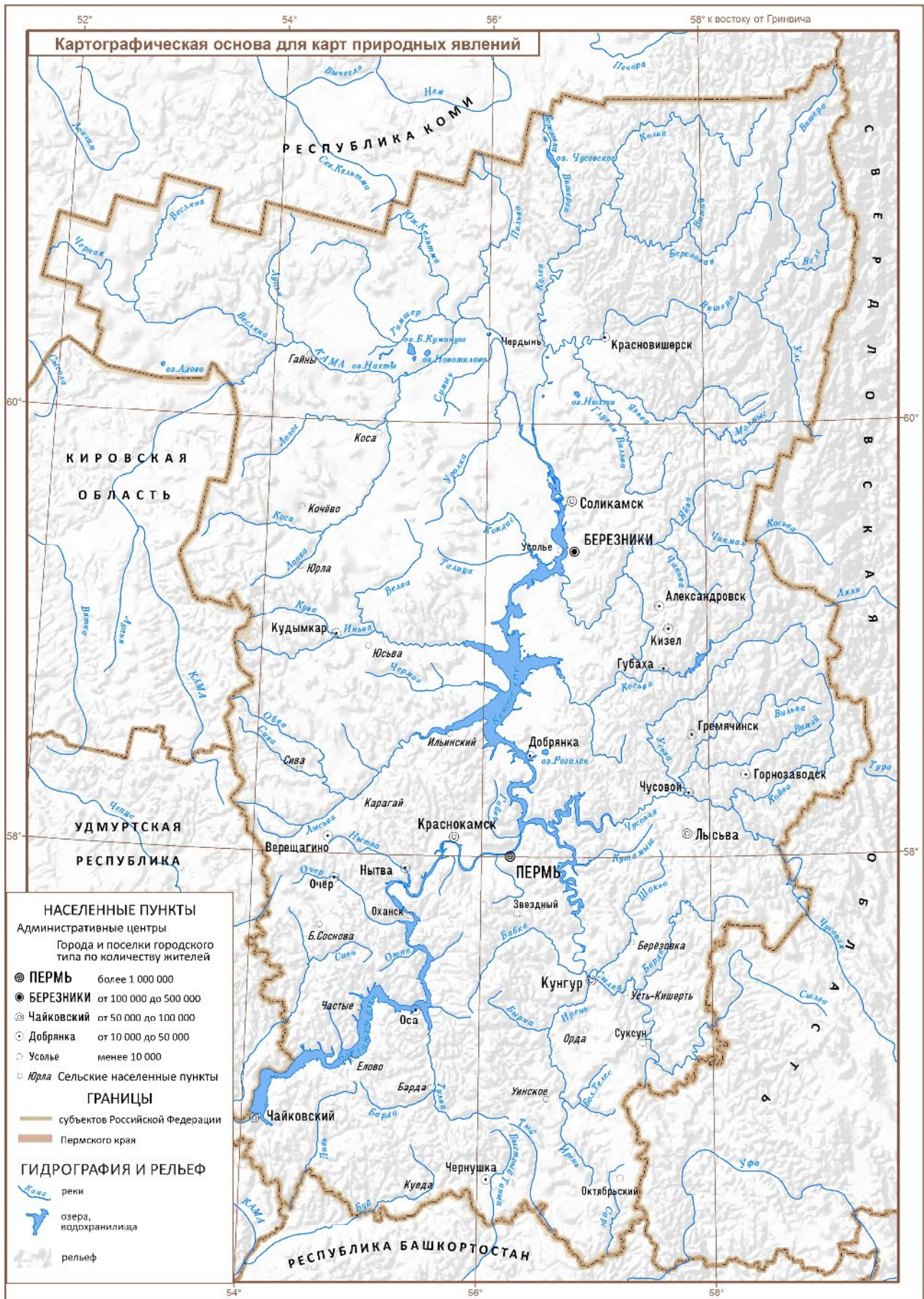


Рис.5. Картографическая основа для карт природных явлений Пермского края





Рис.6. Физическая карта Пермского края

Названия гидрографических объектов. Надписи к объектам, имеющим малую площадь (например, названия озёр), размещаем вдоль параллелей или горизонтально, параллельно рамкам, предпочтительно справа и против середины объектов, к которым они относятся. Надписи к линейным объектам (названия рек) размещаем параллельно знаку, повторяя рисунок объекта. Надписи протяженных объектов, таких как названия водохранилищ, размещают вдоль оси [3]. Для названий гидрографических объектов используется курсивный шрифт «А431» голубого цвета.

Названия субъектов России, граничащих с Пермским краем, подписываются шрифтом «Calibri» коричневым цветом.

Применение современных технологий позволяет создать многоцветную картографическую основу для карт Пермского края, которую можно применять как в электронном, так и в традиционном виде (рис. 3, 5).

Кроме того, ее использование возможно не только в цветной, но и в черно-белой печати.

Разработанные картографические основы могут быть применены в качестве:

- основы, на которую наносится тематическое (специальное) содержание, т.е. для изготовления макета специального содержания или составительского оригинала тематической карты;
- обязательного содержания любой тематической карты при ее издании;
- единой основы для создания серии согласованных карт атласа;
- учебных материалов, на основе которых создаются и издаются контурные карты.

На типовой основе карт природных явлений строится, например, Физическая карта Пермского края (рис.6). Содержание мелкомасштабных физических карт стандартное. С максимальной подробностью на карте отображается рельеф территории. Использование шкалы высот, высотных отметок, надписей названий орографических объектов по списку обязательной номенклатуры в сочетании с отмывкой рельефа на картографической основе дает объемный эффект его изображения. Детально отображается гидрографическая сеть: реки и озера картографической основы и болота, как элемент содержания физической карты. На карте показаны населенные пункты – административные центры Пермского края. Различными линейными знаками переданы границы субъектов Российской Федерации, Пермского края (элемент картографической основы) и границы заповедников.

На картографической основе, разработанной для карт социально-экономической тематики, нами была построена современная Административная карта Пермского края (рис.4). Содержание карты стандартное: отображается административно-территориальное деление цветной заливкой внутри границ муниципальных образований; населенные пункты показаны более подробно (кроме административных центров, содержащихся в основе, приведены населенные пункты из перечня обязательной номенклатуры с корректировкой их статуса). На карте также изображены железные и автомобильные дороги.

Изучение природных и социально-экономических характеристик региона, а также развитие картографического метода исследования с использованием новых геоинформационных технологий привели к созданию большого количества тематических карт различного содержания и назначения. Все это определяет необходимость разработки типовых картографических основ для создания серии согласованных карт или атласа Пермского края.

#### Библиографический список

1. Берлянт А.М. Картография. М.: Аспект Пресс, 2011. С. 195.
2. Руководящий технический материал подготовка и применение типовых географических основ для тематических карт. ГКИНП-14-148-81. М., 1981.
3. Салищев К. А. Комплексные региональные атласы. М.: Изд-во МГУ, 1976. С.52-54.
4. Салищев К.А. Картоведение. М.: Изд-во МГУ, 1982. С.134.
5. Сваткова Т.Г., Алексеенко Н.А. Географическое картографирование: общегеографические карты. М.: Изд-во МГУ, 2008. С. 37-50, 86-100.
6. Серапинас Б.Б. Математическая картография. М.: Издательский центр «Академия», 2005. С. 20-26.
7. Справка ArcGIS 10.1.[Электронный ресурс] URL: [www.resources.arcgis.com/ru/help/](http://www.resources.arcgis.com/ru/help/) (Дата обращения: 25.05.2015).



**N.V. Bazhukova, A. N. Tashkinova**  
**MAKING CARTOGRAPHIC BASIS FOR ATLAS OR SERIES MAPS OF PERM REGION**

Making cartographic the physical basis for the creation maps of natural phenomena and to create administrative maps of socio-economic subjects atlas of Perm region.

**Key words:** cartographic basis, elements of mathematical and geographical basis, the thematic content of maps.

**Natalia V. Bazhukova**, Candidate of Geographic Sciences, Reader of Cartography and Geoinformatics Department, Perm State University; 15 Bukireva St., Perm, Russia 614990; bazhukova.nv@mail.ru

**Alexandra N. Tashkinova**, Student of Cartography and Geoinformatics Department, Perm State University; 15 Bukireva St., Perm, Russia 614990; sngist@ya.ru