Министерство образования и науки Российской Федерации

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК)

На правах рукописи

Чибряков Ярослав Юрьевич

Развитие картографического метода для исследований железнодорожной сети России

Специальность 25.00.33 – Картография

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук
профессор Т.В. Верещака

Москва – 2015

Оглавление

Введение 4
Глава 1. Значение картографического метода для исследования транспортных сетей 10
1.1 Основные понятия и их смысловое значение 10
1.2 Научные подходы к изучению транспортных сетей 17
1.2.1 Исследование обеспеченности территорий транспортной сетью 19
1.2.2 Исследование структуры транспортных сетей 27
1.3 Проблемные вопросы использования карт в исследованиях транспортных сетей 33
1.3.1 Картографический метод на разных стадиях исследовательского процесса 33
1.3.2 Вопросы классификации карт транспорта 36
1.3.3 Вопросы использования исходных карт 42
1.3.4 Вопросы создания производных карт 45
Выводы к главе 1 47
Глава 2. Роль картографического метода исследования в информационном обеспечении при изучении пространственного размещения железных дорог 49
2.1 Классификация источников информации 49
2.2 Геопространственные данные (геоизображения) 52
2.2.1 Картографические материалы 52
2.2.2 Данные дистанционного зондирования. 74
2.3 Таблично-текстовые данные 78
2.4 Совместное использование источников при изучении эволюции пространственного размещения железных дорог 84
Выводы к главе 2 86
Глава 3. Использование картографического метода исследования в моделировании структуры железнодорожной сети России 88
3.1 Экономико-географическое моделирование железнодорожной сети 88
3.1.1 Железнодорожная сеть как единая система 89
3.1.2 Картографический метод в исследованиях железнодорожных линий регионального значения 92

3.1.3 О введении понятия «эффективная железнодорожная сеть» 95
3.2 Структура железнодорожной сети и картографическая генерализация .. 100
3.3 Динамика структуры железнодорожной сети 112
3.3.1 Территориальная дифференциация в изучении динамики структуры железнодорожной сети России 113
3.3.2 Построение модели эволюции железнодорожной сети России 121
Выводы к главе 3 125
Глава 4. Применение карт топологической сложности для анализа размещения железных дорог 128
4.1 Картографирование структуры железнодорожной сети 128
4.1.1 Дискретные и континуальные способы отображения показателей структуры железнодорожной сети 128
4.1.2 Изолинейное картографическое моделирование при создании карт топологической сложности железнодорожной сети 131
4.2 Анализ размещения железнодорожной сети при помощи карт топологической сложности 135
4.2.1 Железнодорожная сеть Российской Империи в 1870 году 135
4.2.2 Железнодорожная сеть Российской Империи в 1881 году 137
4.2.3 Железнодорожная сеть Российской Империи в 1901 году 140
4.2.4 Железнодорожная сеть Российской Империи в 1916 году 142
4.2.5 Железнодорожная сеть Союза ССР в 1934 году 145
4.2.6 Железнодорожная сеть Союза ССР в 1965 году 147
4.2.7 Железнодорожная сеть Союза ССР в 1989 году 150
4.2.8 Железнодорожная сеть Российской Федерации в 2012 году 153
4.3 Перспективы развития железнодорожной сети 158
Выводы к главе 4 160
Заключение 163
Список литературы 167
Приложение А. Ведомственные железные дороги регионального значения в 1991–2012 гг. на территории Российской Федерации, выделенные при помощи картографического метода исследования 180
Приложение Б. Ведомственные узкоколейные железные дороги, близкие по выполняемым функциям к железным дорогам общего пользования 197

Введение

Актуальность темы. В теоретических основах современной картографии важнейшее место принадлежит картографическому методу исследования. Его внедрение в науки о природе и обществе активно развивается, охватывая всё новые области применения карт.

Использование картографического метода в исследованиях транспортных сетей акцентировано в настоящее время на поиске качественных закономерностей их строения и развития; количественный анализ сводится к изучению плотности дорог и транспортной доступности территорий. Возникшее в середине XX века направление исследований пространственной структуры транспортных сетей, связанное с практическими потребностями экономики, оставалось без внимания со стороны картографической науки, так же, как и прервано было из-за системного кризиса в 1990-е годы долгосрочное планирование в области транспорта.

И только в начале 2000-х годов стали разрабатываться программные документы комплексного характера, направленные на развитие железных дорог нашей страны. Среди них в первую очередь следует отметить «Стратегию развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года», утвержденную распоряжением Правительства России от 17.06.2008 № 877-р. Появление такого документа сделало настоятельной потребностью изучение отечественной железнодорожной сети со 175-летним стажем своего существования. Картографические произведения, представляющие результаты в пространственно определённом и завершённом виде, здесь займут ведущее место. Разработке карт актуальной тематики и посвящено диссертационное исследование.

Степень разработанности темы изучена по опубликованным работам в области картографии, географии и железнодорожного транспорта.

Диссертация опирается на труды К.А. Салищева, А.М. Берлянта, А.Ф. Асланикашвили, посвящённые теории *картографического метода*

исследования, работы Н.Н. Баранского, А.И. Преображенского, О.А. Евтеева в области *социально-экономического картографирования*, исследования Т.В. Верещаки и Л.В. Логиновой, посвящённые *общегеографическому картографированию*, работы А. Робинсона, В.А. Червякова, З.В. Самойленко в области *изолинейного картографического моделирования*.

Важную роль при написании диссертации имели труды по *географии транспорта* С.В. Бернштейна-Когана, И.В. Никольского, Л.И. Василевского, теоретические работы К. Канского, П. Хаггета, С.А. Тархова, посвящённые анализу *структуры и динамики транспортных сетей*, а также *экономико-географические исследования* Н.Н. Колосовского и Г.А. Гольца.

Большое значение при написании диссертации сыграли работы учёных-железнодорожников В.Н. Образцова, В.А. Персианова, В.С. Шварцфельда.

Цель диссертации – разработка методики составления и использования карт для изучения пространственной структуры, динамики и перспективного развития железнодорожной сети России.

Исходя из поставленной цели, необходимо было решить следующие **основные задачи:**

- обобщить существующий отечественный и зарубежный опыт использования карт в исследованиях транспортных сетей;

- разработать классификацию карт железнодорожного транспорта;

- разработать принципы информационного обеспечения при анализе структуры и динамики железных дорог;

- предложить картографическую модель железнодорожной сети для расчёта показателей, характеризующих её пространственную структуру;

- обосновать содержание и методику составления карт пространственной структуры транспортных сетей;

- проанализировать изменения в размещении железных дорог на территории России с отображением на картах ключевых моментов развития железнодорожной сети.

Объектом исследования является железнодорожная сеть России, а **предметом исследования** – картографический метод изучения её статических и динамических пространственных характеристик.

Методы исследования. В диссертационной работе использован картографический метод исследования в сочетании со статистическим, историческим, математическим (теория графов) методами, а также эволюционно-морфологическим подходом к изучению транспортных сетей, методом экономического районирования и экспертными оценками.

Работа **выполнена на материале**, полученном и обобщённом автором в ходе разработки карт железнодорожной сети России с использованием картографических (картосхемы путей сообщения, топографические карты), учётно-статистических (материалы ведомственной статистики) и нормативно-правовых источников. В диссертации использованы также исследования по истории железнодорожного транспорта и космоснимки. В ряде случаев решению поставленных задач способствовало личное знакомство автора исследования с состоянием железных дорог на местности.

Научная новизна работы заключается в следующем.

Впервые железнодорожная сеть общего и необщего пользования концептуально представлена в социально-экономическом картографировании и экономической географии как единая система; сформулировано понятие «эффективной железнодорожной сети».

В соответствии с этим подходом также впервые разработаны:

- научные принципы картографического моделирования пространственной структуры железнодорожной сети;

- классификация карт транспорта, отражающая современный уровень знаний об объекте исследования и включающая новые типы карт;

- методика создания изолинейных карт топологической сложности; составлены авторские оригиналы карт, отображающих показатели связности железнодорожной сети России (всего восемь карт).

Впервые с научной точки зрения рассмотрен феномен «деструкции железнодорожной сети» в Российской Федерации и проанализированы причины изменений, произошедших в сети дорог после 1990 г.

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в развитии теоретико-методологических основ применения карт для исследований железных дорог.

Практическая значимость. Разработки диссертационного исследования внедрены автором в Гипротранстэи ОАО «РЖД» (ныне ОАО «ИЭРТ») при создании электронной карты «Российские железные дороги» – основы для составления тематических карт как на Россию в целом, так и на её отдельные регионы.

Автор непосредственно участвовал в подготовке картографических материалов к «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года». Кроме того, автором разработаны редакционные документы к серии региональных карт «Транспортные карты субъектов Российской Федерации» (2005 г.) и лично составлены 12 карт этой серии. Также автор принимал активное участие в информационно-картографическом обеспечении «Генеральной схемы развития Московского железнодорожного узла», утвержденной постановлением Правительства Москвы от 18.11.2008 №1070-ПП, и её актуализации в 2012–2013 гг.

Положения и рекомендации диссертации могут быть использованы в экономико- и политико-географических исследованиях для получения объективной картины размещения железнодорожной сети в России.

На защиту выносятся:

- классификация карт железнодорожного транспорта;

- научные принципы и технология моделирования железнодорожной сети, включающие создание экономико-географической, топологической моделей, а также модели эволюционного развития;

- методика составления карт топологической сложности с учётом структуры сети железных дорог;

- авторские оригиналы карт, отображающих показатели связности железнодорожной сети, составленных на ключевые моменты её развития;

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационного исследования были доложены и обсуждены:

- на 66-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных МИИГАиК, посвящённой 50-й годовщине первого полёта человека в космос (Москва, 5–6 апреля 2011 г.);

- на Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной экономической, социальной и политической географии» (Москва, 20–22 октября 2011 г.);

- на 67-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных МИИГАиК в рамках проводимого в Российской Федерации Года российской истории (Москва, 3–4 апреля 2012 г.);

- на Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Картоведение: история и современность, теория и практика» (Москва, 17–18 декабря 2012 г.);

- на 68-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных МИИГАиК в рамках проводимого в Российской Федерации Года охраны окружающей среды (Москва, 9–10 апреля 2013 г.);

По теме диссертации опубликовано 15 научных статей общим объемом 8,09 а.л., из них – 8 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ (5,44 а.л.), в прочих журналах – 3 статьи (1,47 а.л.), в сборниках материалов конференций – 4 статьи (1,18 а.л.).

Объём и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, библиографического списка и двух приложений. Основная часть диссертации (179 страниц) содержит 145 страниц текста, 19 таблиц и 38 рисунков. Библиографический список содержит 137 наименований, из

них 8 публикаций на немецком, 5 – на английском, 1 – на итальянском, 1 – на латинском и 1 – на украинском языках. В приложения (20 страниц) вынесен вспомогательный табличный материал.

Автор выражает благодарность научному руководителю работы, заведующей кафедрой картографии МИИГАиК, доктору технических наук, профессору Верещаке Тамаре Васильевне за внимание и помощь в работе. Автор признателен доктору географических наук, профессору кафедры картографии Захаренко Игорю Антоновичу и декану факультета картографии и геоинформатики МИИГАиК, кандидату технических наук, доценту Билибиной Наталье Андреевне за всестороннюю поддержку и рекомендации, способствовавшие улучшению работы, а также коллективу кафедры картографии за доброжелательное отношение. Кроме того, автор считает своим приятным долгом выразить благодарность кандидату технических наук Махлину Евгению Марковичу за поддержку идей, рассмотренных в разделах 1.2 и 3.1 настоящей работы и высказанные замечания.

Глава 1. Значение картографического метода для исследования транспортных сетей

1.1 Основные понятия и их смысловое значение

Термин «*транспорт*», широко вошедший в язык русского и многих других народов, происходит от латинского «transporto», что значит «переношу, перевожу, перемещаю». В этом слове отражена главная суть транспорта – перемещение в пространстве грузов и людей (пассажиров). Для настоящего диссертационного исследования интерес представляют следующие определения этого термина:

1) отрасль народного хозяйства, имеющую своим назначением перевозку грузов и пассажиров;

2) комплекс технических средств, обеспечивающих передвижение материальной продукции и людей [Аксенов, 1991, с. 44–45].

Первое определение отражает социально-экономический аспект транспорта, а второе – характеризует его с технической точки зрения.

Железнодорожный транспорт – вид транспорта, осуществляющий перевозки грузов и пассажиров по рельсовым путям с помощью механической тяги. В современном понимании термины «*железнодорожный транспорт*» и «*железная дорога*» практически являются синонимами.

Некоторые трудности представляет определение границ понятия, обозначаемого указанным выше термином. Традиционно, с технической точки зрения, к железнодорожному транспорту принято относить и так называемые специализированные рельсовые системы – *метрополитен* (дороги с подземными, наземными и надземными линиями); *городские железные дороги* (как правило, наземные линии, изолированные или связанные с основной сетью железных дорог; в нашей стране отсутствуют); *трамвай*, выполняющий массовые пассажирские перевозки в городах и пригородных зонах[1] [Конарев, Чарноцкая,

[1] В настоящее время мировой тенденцией является создание новых гибридных рельсовых систем, сочетающих свойства электрички, метрополитена и трамвая и не имеющих пока окончательно утвердившихся названий; наиболее часто используется термин «рельсовый транспорт облегченного типа» (*light rail transport (LRT)* – в англоязычной терминологии). Поэтому граница между этими видами транспорта постепенно будет стираться.

1994, с. 7]. Отметим, что в нормативно-технических документах, регламентирующих работы по топографическому картографированию, объекты инфраструктуры метрополитена и трамвая также включены в состав железнодорожного транспорта [Основные положения … , 2006, с. 29–30].

Тем не менее, в отечественном законодательстве метрополитен и трамвай к железнодорожному транспорту не относят, а в официальной российской статистике они включаются в отчётность по городскому транспорту. С точки зрения автора настоящей работы, при отнесении к железным дорогам специализированных рельсовых систем во избежание недоразумений в толковании термин «железнодорожный транспорт» следует заменять термином *«рельсовый транспорт»*, см., например, наши публикации [Чибряков, 2009а] и [Чибряков, 2009б].

В данной диссертационной работе специализированные рельсовые системы **не рассматриваются**. В первую очередь, это связано с тем, что в нашей стране (в отличие от многих мегаполисов европейских стран и Японии) они практически не интегрированы с основной сетью железных дорог (существуют лишь технологические соединения – так называемые «гейты»[1], не участвующие в перевозках пассажиров). Во-вторых, при исследовании размещения железных дорог на территории Российской Федерации (т.е. на «макроуровне»[2]), на наш взгляд, не представляется целесообразным изучение городского транспорта, так как в России, в отличие от зарубежных стран, специализированные рельсовые системы существуют исключительно в пределах границ населённых пунктов. На отечественных географических картах (за исключением топографических карт и планов городов) объекты инфраструктуры метрополитена и трамвая не отображаются.

В составе железнодорожного транспорта до недавнего времени выделялось две подсистемы: железнодорожный транспорт общего и необщего пользования.

---

[1] От английского *gate* – ворота; термин официально нигде не закреплён, однако активно используется.

[2] Согласно классификации иерархических уровней территориальной организации транспорта, разработанной Л.И. Василевским и В.А. Персиановым [1976, с. 27].

Железнодорожный транспорт *общего пользования* осуществляет коммерческие перевозки грузов и пассажиров на условиях публичного договора, обслуживает все отрасли экономики и слои населения, руководствуясь общими для всей сети правилами перевозок.

Железнодорожный транспорт *необщего пользования*[1], осуществляет, как правило, перемещения грузов в процессе производства и перевозку работников на территории предприятий, а также обеспечивает взаимодействие с железнодорожным транспортом общего пользования.

Однако в последние годы подход к классификации железнодорожного транспорта несколько изменился. Так, на основании Федерального закона № 17-ФЗ от 10.01.2003 из состава транспорта необщего пользования был выделен т.н. «*технологический железнодорожный транспорт организаций*» [О железнодорожном транспорте …, 2003], не учитываемый в статистике по железным дорогам[2]. Принципиальное отличие линий технологического железнодорожного транспорта от железных дорог необщего пользования (подъездных путей) состоит в том, что последние либо связаны с сетью железных дорог общего пользования непрерывной рельсовой колеей, либо обеспечивают непосредственную перевалку грузов (с узкой колеи) на сеть общего пользования.

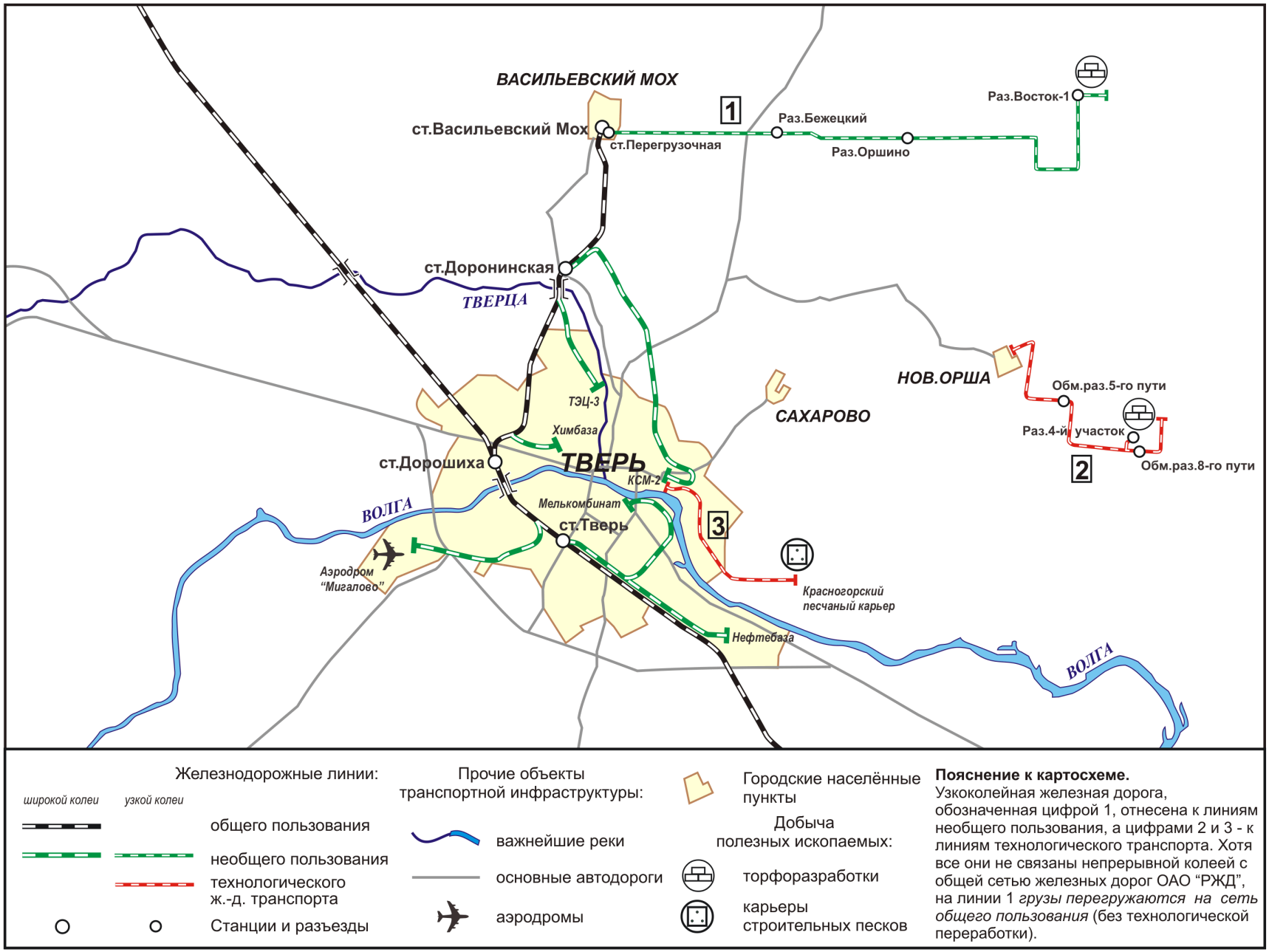
Железнодорожный транспорт (как и любой другой вид транспорта) выполняет свою функцию с помощью комплекса технических средств, прямо или косвенно участвующих в перевозочном процессе, и включающих: а) *постоянные средства* (собственно железнодорожный путь, а также стационарные сооружения со всем их оборудованием) и б) *подвижной состав*.

Совокупность постоянных средств, обеспечивающих движение поездов по определённому направлению железной дороги, называют *железнодорожной линией*; железнодорожные линии вместе со станциями образуют *железнодорожную сеть* (см. рисунок 1). Однако нам представляется

---

[1] До 1917 г. использовался также синоним «транспорт частного пользования».

[2] Согласно инструкции по заполнению формы федерального государственного статистического наблюдения № 1-ТР(жел) «Сведения о промышленном железнодорожном транспорте», утверждённой постановлением Федеральной службы государственной статистики 18 августа 2011 г. № 365.



© Чибряков Я.Ю., 2011

Рисунок 1 – Фрагмент железнодорожной сети с выделением участков линий общего и необщего пользования, а также технологического транспорта (узкоколейные линии бывшего Васильевского ППЖТ показаны по материалам С.В. Костыгова [2010, с. 20–21])

необходимым подробно рассмотреть данный термин в контексте общего понятия, определяемого как «*транспортная сеть*» (синоним – «сеть путей сообщения»), составляющей которой и является железнодорожная сеть.

Транспортная сеть является объектом изучения нескольких наук (см. рисунок 2).

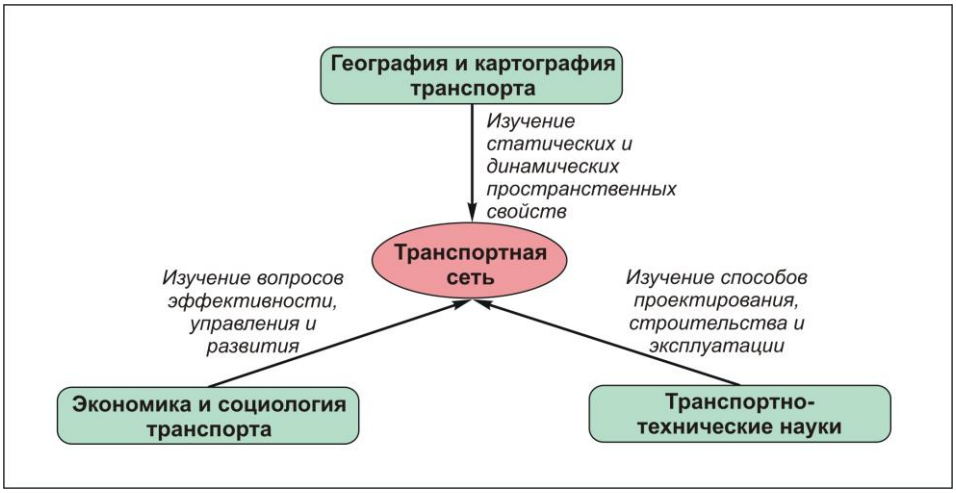


Рисунок 2 – Транспортная сеть как объект изучения

Многоаспектность данного термина и сложность его раскрытия обуславливают наличие нескольких определений. В техническом плане этот термин трактуется как *«совокупность всех путей сообщения, связывающих населённые пункты страны или отдельного региона…»* [Аксенов, 1991, с. 46]. А в экономических приложениях теории графов, являющейся одним из разделов дискретной математики, под транспортной сетью подразумевается *«граф без петель* […], *если в нём можно выделить начальную точку или источник* x_0 *(то есть вершину, из которой дуги только исходят) и конечную точку или сток* z *– вершину, в которую дуги только входят, и каждой дуге графа сопоставлено целое число* $c(u) \geq 0$, *которое называется пропускной способностью дуги»* [Авондо-Бодино, 1966, с. 77].

В первом варианте даётся определение транспортной сети как реального объекта действительности, во втором – приводится предельно формализованное описание сети как математической модели, предназначенной для транспортно-экономических расчётов.

Существует также вариант определения указанного термина, используемый

геосетевым анализом[1], в соответствии с которым транспортная сеть представляет *«совокупность пунктов с известным географическим местоположением, которые посредством некоторого количества маршрутов связаны между собой в сеть»* (перевод наш – *Я.Ч.*) [Kansky, 1963, p. 1]. Здесь также описание транспортной сети формализовано, однако не является столь абстрактным, а также заострённым на решение задач перевозочного процесса, как предыдущее; данная трактовка термина является более «географичной».

С нашей точки зрения, при изучении пространственных свойств транспортных сетей, опирающемся на картографический метод исследования, целесообразно использовать **последний вариант определения** данного термина. Применён он и в настоящей диссертационной работе.

Термин *«картографический метод исследования»* имеет два основных толкования. Согласно наиболее известному определению, основанному на работах К.А. Салищева и А.М. Берлянта, картографический метод исследования представляет собой *«метод научного исследования, основанный на использовании карты как модели изучаемого объекта и промежуточного звена между объектом и исследователем»* [Берлянт, 2008, с. 319]. Данное определение находится в рамках модельно-познавательной концепции, рассматривающего картографию как науку о познании действительности посредством картографического моделирования[2].

Альтернативной является точка зрения, выраженная в трудах А.Ф. Асланикашвили, разделившего понятия картографической методики – «системы отдельных приёмов, привлекаемых на всех этапах создания, воспроизведения и употребления карт» и картографического метода, «понятия стратегического значения», являющегося *«всеобщим методом познания*

---

[1] Геосетевой анализ является ветвью теоретической географии, называемой также математической географией либо пространственным анализом (в английском оригинале – *locational analysis*). «Геосетевой анализ … рассматривает сеть как обобщённую категорию географических реалий, выявляет в её конфигурации и развитии элементы морфологической и эволюционной целостности, особую структурную имманентность пространства» [Тархов, 1989, с. 9]. Метафизической основой исследований структуры окружающего нас мира в геосетевом анализе можно считать работы выдающегося философа-неопозитивиста Людвига Витгенштейна, в частности, его знаменитый «Логико-философский трактат» [1921, рус. пер. 1958].

[2] Другими основными теоретическими концепциями в картографии являются коммуникативная, языковая и геоинформационная концепции.

конкретного пространства исследуемой действительности, системой картографических форм логических приёмов познания» [Асланикашвили, 1974, с. 53–54]. Здесь определение дано в контексте логико-философских построений, получивших название «метакартография»; данный термин впервые был предложен шведским географом Торстеном Хегерстрандом (Hägerstrand).

Очевидно, что в первом определении даётся более узкая трактовка картографического метода, как метода использования карт, второе же имеет метатеоретический (общенаучный) характер. Тем не менее, и К.А. Салищев, и А.Ф. Асланикашвили в своих работах указывали на четко выраженный **междисциплинарный** аспект картографического метода исследования. Специфические методические приёмы разрабатываются картографами совместно со специалистами в конкретной области знаний, «однако общую разработку и совершенствование картографического метода относят к задачам картографической науки» [Салищев, 1990, с. 264]. «Картографический метод входит в компетенцию картографии, но принадлежит не только ей. Каждая форма проявления картографического метода обязательно является также собственностью науки, связанной с картографией общим объектом исследования (=картографирования)» [Асланикашвили, 1974, с. 54].

Таким образом, представляется целесообразным дать следующее определение: картографический метод исследования – *метод научного исследования, основанный на применении карт, для решения задач в различных областях знания посредством системы методических приёмов, адаптированных к особенностям изучаемого объекта*.

Указание на принадлежность картографического метода к методам **научного исследования** в определении термина не означает, что **отдельные приёмы** картографического метода исследования не могут применяться в сферах человеческой деятельности, отличных от научной – в быту, техническом проектировании и т.п. Однако только применение картографического метода в научной сфере позволяет раскрыть все заложенные в нём возможности и получить

не просто необходимую информацию, а новое знание в картографируемой области.

В использовании карт в интересах транспорта также следует различать несколько видов их применения. *Научное* применение карты, прежде всего, имеют в экономико-географических исследованиях транспорта для целей оптимальной организации его эксплуатации, исследования вопросов формирования и развития транспортных систем. *Практическое* применение карт заключается в их использовании для ориентации и определения оптимальных направлений передвижений транспортных средств; *техническое* применение – при изыскании дорог и сооружений [Попонин, 1977, с. 8–9].

На основании выше изложенного, дадим следующее определение: картографический метод исследования в транспортной сфере представляет собой *применение карт для решения задач географии транспорта посредством системы методических приёмов, адаптированных к особенностям изучаемого объекта*.

1.2 Научные подходы к изучению транспортных сетей

Сложность транспортной сети как объекта исследования в географии определяет разнообразие используемых подходов и направлений. Это, в свою очередь, требует проведения систематизации проведённых научных работ и изучения в каждом из направлений роли картографического метода.

А.М. Берлянт отмечает, что «карты (картографические модели)… не адекватны окружающей действительности. Именно это обстоятельство служит одной из причин, вызывающих необходимость комплексирования картографического метода с другими специальными методами исследований…» [Берлянт, 1978, с. 15]. Н.П. Каючкин называет следующие основные методы, применяемые в транспортно-географических исследованиях: исторический, сравнительно-описательный, статистический, экономического районирования, картографический, системного подхода, математического анализа. «В зависимости

от задач исследования используется различная субординация названных методов, но в подавляющем большинстве **нельзя обойтись без** районирования, **картографирования** и системного подхода, которые должны предшествовать математическому анализу (выделено нами – *Я.Ч.*)» [Каючкин, 2003, с. 18].

Известный английский географ Питер Хаггет (Haggett), применяя идеи геосетевого анализа (см. раздел 1.1), позволяющего использовать единую методологию изучения для сетей различных видов наземного транспорта и всех иерархических уровней его территориальной организации, указывает на существование двух основных подходов к исследованию транспортных сетей – а) анализ *структуры* сети и б) изучение её *густоты (плотности)*. В первом случае исследуются конфигурации образующих сеть линий, их взаимосвязи и зависимость от внешних сил, воздействующих на сеть, во втором – общая картина размещения сети на некоторой территории [Хаггет, 1971, с. 342–343].

Согласно Хаггету, изучение густоты сетей представляет интерес не меньший, чем анализ их структуры. Однако, на наш взгляд, с учётом тематики настоящего исследования, второй подход более правильно называть изучением *обеспеченности территории транспортной сетью***.** Это объясняется тем, что наряду с вычислением относительных показателей густоты (плотности) часто используются также и другие способы анализа, опирающиеся на картографический метод исследования, предусматривающие как определение транспортной доступности, так и выделение зон различной степени транспортной освоенности путём комплексного районирования.

Для выяснения состояния разработки данной темы нами был проведён анализ основных выполненных исследовательских работ в области географии транспортных (и, в первую очередь, железнодорожных) сетей. Важнейшие исследования в обзоре разбиты на две группы, соответствующие приведённым выше подходам к изучению сетей, и классифицированы в соответствии с выявленными нами исследовательскими направлениями (см. рисунок 3).

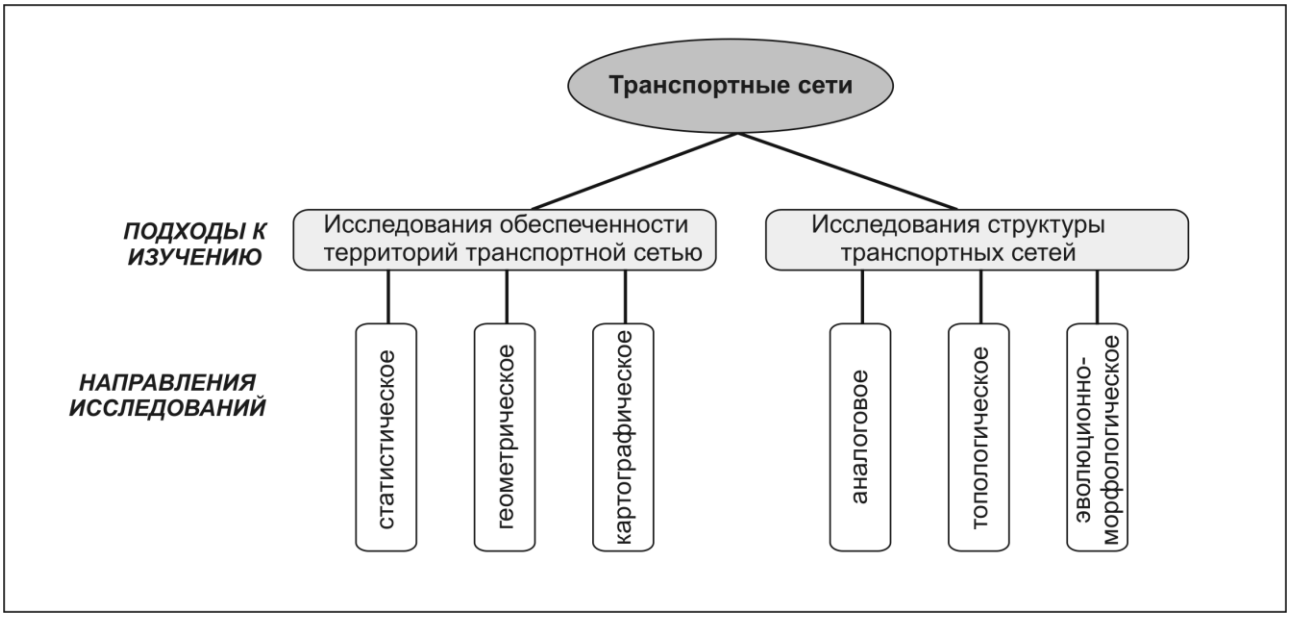


Рисунок 3 – Подходы к изучению транспортных сетей и соответствующие им направления исследований

1.2.1 Исследование обеспеченности территорий транспортной сетью

В изучении вопросов обеспеченности территорий транспортной сетью нами выделены следующие направления исследования:

- ✓ **статистическое** – основано на вычислении показателей густоты сети по административно-территориальным единицам с использованием статистических данных;
- ✓ **геометрическое** – интерпретация обеспеченности территорий транспортной сетью средствами элементарной геометрии;
- ✓ **картографическое** – основано на использовании разнообразных приёмов картографического метода исследования.

1) Статистическое направление прошло путь от использования простейших показателей плотности (густоты) сети, вычисляемых относительно площади территории или населения, до применения комбинированных коэффициентов. Впервые комплексный показатель густоты сети предложил немецкий статистик Э. Энгель (Engel) в 1874 г., взяв среднее геометрическое из двух указанных выше показателей плотности. Затем показатель был усовершенствован отечественными исследователями: вначале железнодорожным

инженером Ю.И. Успенским [1916, с. 4], введшим в формулу массу отправленных грузов, а впоследствии – Л.И. Василевским, заменившим массу отправленных грузов суммарной массой выпускаемой продукции и предложившего коэффициенты пересчёта длины сети для различных видов транспорта [Василевский, 1963б, 1971]. При решении конкретных задач используются и другие показатели; в частности, для изучения размещения населения Г.А. Гольц предложил учитывать количество населённых пунктов на исследуемой территории [см., например, Гольц, 1971, с. 90]. Формулы рассмотренных показателей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели плотности (густоты) транспортной сети

Название показателя	Формула вычисления
Простые	
Плотность относительно территории	$D_s = l/s$
Плотность относительно населения	$D_p = l/p$
Комплексные	
Показатель Энгеля	$D_Э = l:\sqrt{sp}$
Показатель Успенского	$D_У = l:\sqrt[3]{spt_{отпр}}$
Модифицированный показатель Успенского	$D_В = l:\sqrt[3]{spt_{вып}}$
Показатель Гольца	$D_Г = l:\sqrt{sn}$

В указанных выше формулах использованы следующие аргументы: l – протяжённость путей сообщения, s – площадь территории, p – количество населения, $t_{отпр}$ – суммарная масса отправленных грузов, $t_{вып}$ – суммарная масса выпускаемой продукции, n – количество населённых пунктов.

Отметим, что показатель густоты сети относительно площади территории отражает только степень фактического наличия на ней путей сообщения. Все остальные коэффициенты, так или иначе, характеризуют интенсивность использования транспортной сети [Хаггет, 1968, с. 98]. Для территорий с редким населением и невысоким уровнем производства такие показатели дают сильно завышенное представление об обеспеченности путями сообщения. В таблице 2

это показано на примере нескольких регионов Центральной России (данные на 2010 г.):

Таблица 2 – Обеспеченность Московской, Тульской и Тверской областей железнодорожной сетью общего пользования

	l, *км*	*s*, *100 км²*	*p*, *10 тыс.чел.*	*t*, *тыс. т*	D_s	D_p	$D_Э$	$D_У$
Московская обл.	2312	458	709,5	11699	**5,0**	**3,3**	**4,1**	**1,5**
Тульская обл.	948	257	155,4	11541	**3,7**	**6,1**	**4,7**	**1,2**
Тверская обл.	1803	842	135,3	1789	**2,1**	**13,3**	**5,3**	**3,1**

Из расчётов следует, что исходя из показателя густоты относительно населения, Тверская область в четыре раза лучше обеспечена сетью железных дорог, чем Московская. Использование показателей Энгеля и Успенского даёт более «сглаженную» картину, но всё равно малонаселённый и экономически среднеразвитый регион, судя по этим показателям, оказывается более обеспеченным железными дорогами, чем густонаселённые и индустриальные Московская и Тульская области.

Подобных некорректных результатов отчасти можно избежать при использовании более дробной сетки административного деления, а также исключении из исследования необжитых территорий [Василевский, 1971, с. 29]. Решение последней задачи можно существенно облегчить, используя карты плотности населения. Также очевидно, что по административным единицам, содержащим необжитые территории, исключённые из исследования, расчет показателей можно производить только на основании данных, полученных картометрическим путём.

В основном же значение карт в данном направлении исследований сводится к наглядному отображению полученных результатов[1]. Использование статистических материалов по территориальным ячейкам, соответствующим

[1] Здесь мы не рассматриваем случаи, когда карты используются для измерения суммарной длины участков транспортной сети по единицам территориального деления при отсутствии статистических данных.

политико-административному делению, и необходимость отображения относительных величин предопределили здесь применение картограмм как практически монопольного способа картографического изображения. У истоков его использования для отображения плотности железнодорожных линий стоял немецкий учёный Макс Эккерт; в частности, во 2-м томе классического труда «Die Kartenwissenschaft» («Учение о карте») им приводились доводы относительно простоты создания и восприятия картограмм [Eckert, 1925, S. 217]. Впоследствии В. Гайслер в рамках данного подхода разработал новый тип картограммы, позволяющей совместить на одной карте отображение плотности сети относительно и территории, и населения [Geisler, 1932, S. 242]. Фрагмент карты, составленной А. Кржеминем (Krzemień) по методике В. Гайслера представлен на рисунке 4.

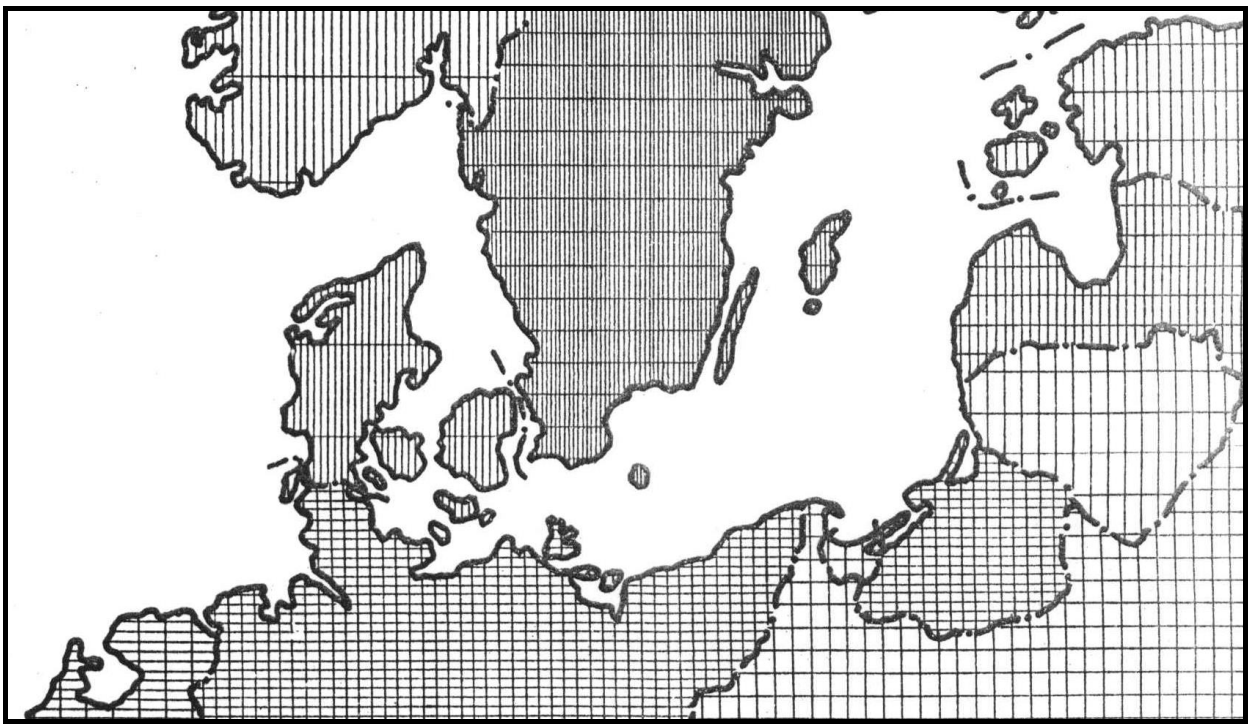


Рисунок 4 – Фрагмент карты «Плотность железных дорог Европы». Количество горизонтальных линий на расстоянии 2 см соответствует плотности относительно населения (км на 10 тыс. чел.), а количество вертикальных линий – плотности относительно площади (км на 100 км^2).

2) Геометрическое направление. Оригинальный способ определения показателя плотности разработал немецкий географ и картограф Л. Хенкель, предложивший интерпретировать плотность транспортной сети как геометрическую характеристику. В данном способе вместо реальных очертаний

территорий использовались приравненные к площади государств геометрические фигуры (квадраты), поделённые на квадратные ячейки линиями сетки, суммарная длина которых приравнивалась к длине железных дорог *l*. Средний размер ячейки *x* и являлся, по Хенкелю, показателем плотности: $x = F : \left(\frac{1}{2} l - \sqrt{F}\right)$, где *F* – площадь страны [Henkel, 1900, S. 220].

Х. Бётхер усовершенствовал методику Хенкеля, найдя упрощённую формулу для ячейки: $Z = F : \frac{1}{2} l = 2F : l$, расчёты по которой более правильно показывали различия в плотности железнодорожной сети между странами [Böttcher, 1900, S. 637]. Данная методика проиллюстрирована нами на рисунке 5 (меньшему значению стороны ячейки *z* соответствует бóльшая густота сети):

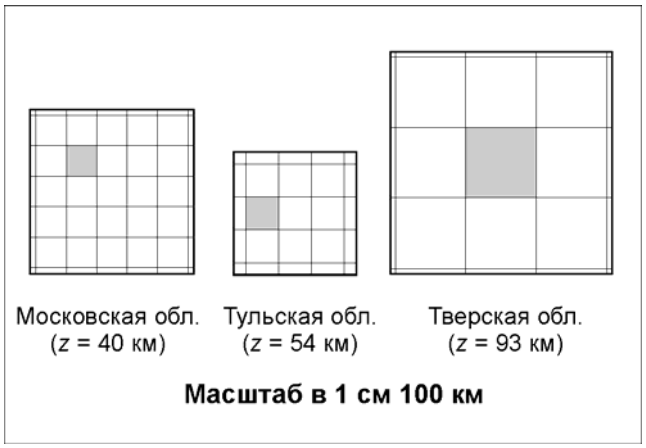


Рисунок 5 – Геометрическая интерпретация (по Бётхеру) густоты железнодорожной сети общего пользования Московской, Тульской и Тверской областей

Несмотря на простоту и наглядность, методика Хенкеля-Бётхера обладает тем же существенным недостатком, что и исследования, проводимые в русле статистического направления, а именно – совершенно не учитывает форму территории. На это уязвимое место исследований плотности транспортных сетей, могущее привести к ложной оценке изучаемого явления, впервые обратил внимание французский инженер и государственный деятель (а также учёный-энциклопедист) Леон Лаланн (Lalanne).

3) Картографическое направление. Разработанный Лаланном в 1863 г. графоаналитический способ определения плотности транспортной сети положил начало направлению, основанному на применении картографического метода

исследования. В качестве меры плотности была использована величина, обратно пропорциональная среднему расстоянию, отделяющему каждую точку от ближайшего участка сети [Лаланн, 1995, с. 5–6]. Данный способ, предусматривавший использование интегрального исчисления для нахождения линий раздела контуров, оказался чрезвычайно трудоёмок[1].

Географ Ф.Г. Ган пошёл по иному пути и предложил определять густоту транспортной сети путём составления изолинейных «карт удалённости» с последующим измерением площадей поверхностей, образованных изохорами[2] [Hahn, 1885, S. 242]. Более широко этот способ стал известен после дискуссии, развернувшейся в 1900 г. в немецком журнале «Geographische Zeitschrift» («Географический журнал») по поводу рассмотренной выше «геометрической» методики. Помимо оппонента Л. Хенкеля итальянского учёного О. Маринелли [Marinelli, 1900], исследования размещения железных дорог при помощи «карт удалённости» проводили, в частности, Катерина Чеччини [Cecchini, 1906] – по итальянским железным дорогам, К. Киммель [Kimmel, 1913, S. 297] – по железным дорогам Баварии.

Точность и высокая информативность подобного метода исследований высоко оценивалась и в нашей стране – один из ведущих специалистов в области экономической картографии профессор А.И. Преображенский считал более предпочтительным использование данных карт в транспортных исследованиях по сравнению с картограммами [Баранский, Преображенский, 1962, с. 181]. Как правило, способ изолиний сочетается со способом количественного фона. В наше время в связи с бурным развитием геоинформационного картографирования и наличием в ГИС функции буферизации «карты удалённости» получили широкое распространение. Ниже приводится пример такой карты, составленной нами при

[1] Тем не менее, его использование для исследования железнодорожной сети Франции и ряда других европейских стран привело Лаланна к важным обобщениям и открытию т.н. законов равносторонности и кратных расстояний, имеющих важное теоретическое значение в географии.

[2] Во многих случаях термин «изохоры», образованный от греческих слов isos (равный) и chōra (пространство) используется в иных значениях, в частности, как «линии равных расстояний между геологическими горизонтами» [Изолиния, 2008, с. 265]. Поэтому, с целью избежания разночтений, для обозначения линий равной удалённости в современной литературе используется термин «изодистанты» [см., например, Скопинцев, 1970, с. 126].

помощи ГИС MapInfo Professional 7.8 с использованием шкалы, построенной по принципу геометрической прогрессии (см. рисунок 6).

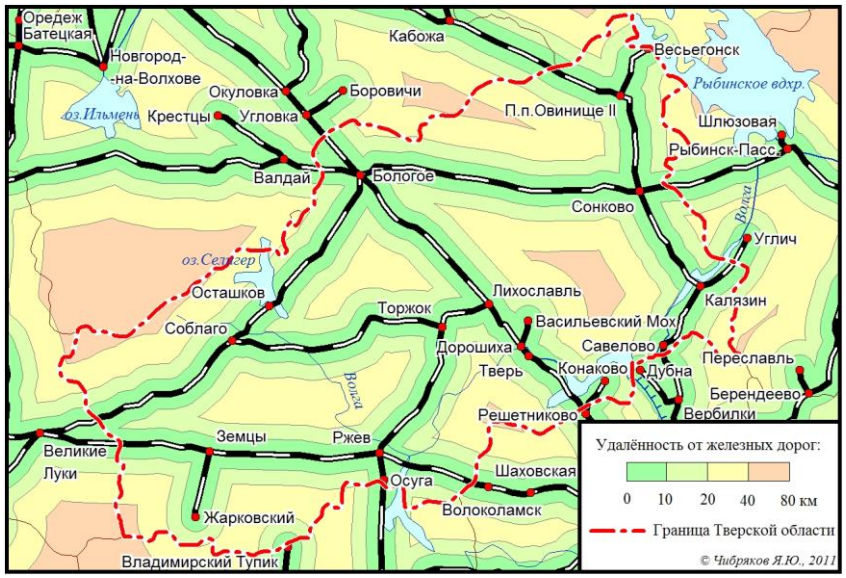


Рисунок 6 – Обеспеченность территории
Тверской области железными дорогами общего пользования

В современных исследованиях подобные карты часто сочетаются с картами изохронов (линий равного времени пути) и изопретов (линий равной стоимости доставки грузов). Кроме того, советский учёный Ю.А. Скопинцев разработал карты, на которых при выделении районов с различной транспортной обеспеченностью наряду с удалённостью учитывались участки перекрытия полос сравнительной дальности от двух и более железнодорожных линий, как более благоприятные в транспортном отношении [Скопинцев, 1970, с. 127].

Дальнейшее развитие картографический метод в изучении транспортных сетей получил благодаря исследованиям американского географа и картографа Артура Робинсона, предложившим рассматривать разнообразные дискретные и непрерывные явления в виде «статистических поверхностей», которые (по аналогии с изображением рельефа на топографических картах) могут быть отображены на карте при помощи изолиний [Robinson, 1961]. Как отмечает Питер Хаггет, достоинство этого способа заключается, прежде всего, в том, что, например, построив «поверхность густоты железнодорожной сети» можно

получить некоторую информацию и о структуре соответствующей сети[1] [Хаггет, 1971, с. 343]. В нашей стране подобная методика была, в частности, использована сотрудниками Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова при подготовке карты «Транспортная сеть мира» масштаба 1:15 000 000 (её уменьшенное и генерализованное изображение представлено на рисунке 7).

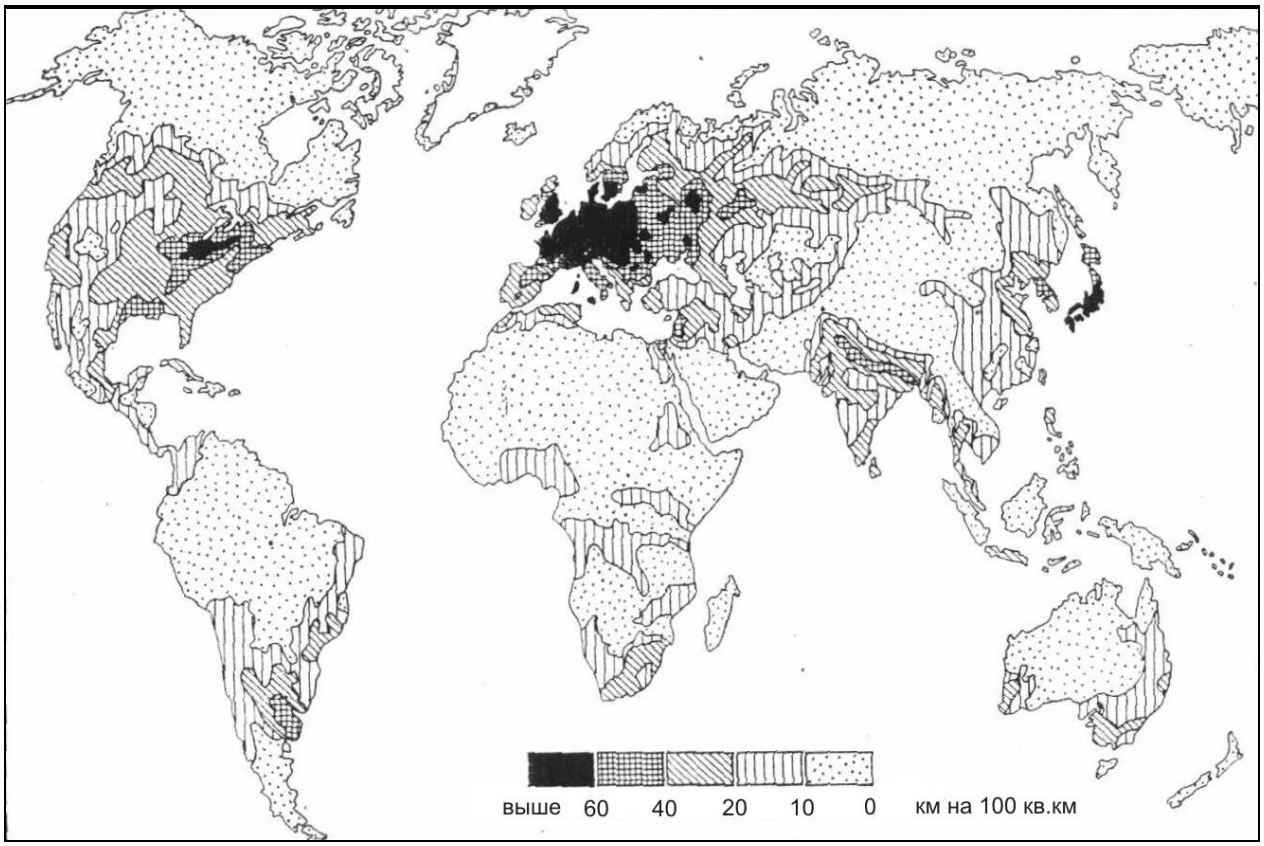


Рисунок 7 – Густота транспортной сети мира; по материалам публикации З.В. Самойленко, Т.С. Нокелайнен, Е.А.Прохоровой [1989, с. 35]

Однако вплоть до начала 1990-х гг. отсутствие автоматизации серьёзно ограничивало возможности картографов при создании псевдоизолинейных карт из-за трудоёмкости интерполяции и расчёта плотностных характеристик по густой сети опорных точек [Шлихтер, 1995, с. 96], и только появление геоинформационных систем с их обширными возможностями моделирования статистических поверхностей сделало такие карты более распространёнными.

Развитие комплексных транспортных исследований во второй половине XX века сделало настоятельной потребностью разработку принципиально новых

[1] По этой причине статистические поверхности иногда называют также «информационным рельефом» [см., например, Шаблий, 1976, с. 180–185].

методик изучения обеспеченности территории транспортной сетью**.** Выдающийся советский экономико-географ И.В. Никольский указывал на несовершенство и ограниченность известных показателей плотности транспортной сети и предлагал считать основным критерием оценки обеспеченности территории транспортом соответствие направления транспортно-экономических связей и их мощностей конфигурации сети с учетом ее пропускной способности. Для этого учёными Московского государственного университета была разработана методика районирования территорий по степени транспортной обслуженности, где при помощи карт данный критерий получал своё отображение в виде качественной оценки освоения территории [Никольский, Самойленко, 1973, с. 197–198].

На несколько ином базисе была построена интегральная классификация «транспортной зрелости» осваиваемых территорий, созданная в Институте географии АН СССР. Она учитывала уровень существующего развития коммуникаций, оцениваемый по таким критериям как густота путей сообщения относительно площади, транспортная доступность (трактуемая как максимальная удалённость любой точки местности от железных дорог и автомагистралей), соотношение сетей отдельных видов транспорта, величина и значение транспортных узлов [Андреева, Машбиц, Шлихтер, 1987, с. 45–47].

Большой вклад в развитие картографического метода исследования при изучении транспортной обеспеченности территории внесли ученые сектора картографии Института комплексных транспортных проблем (ИКТП) при Госплане СССР (под руководством Е.И. Солдаткина).

1.2.2 Исследование структуры транспортных сетей

В данном подходе к исследованию транспортных сетей нами также выделено несколько направлений, отличающихся выбором аспекта изучения пространственных характеристик сети. В отличие от рассмотренных выше вопросов изучения обеспеченности территорий транспортной сетью, здесь каждое

последующее направление представляет более высокую степень абстрагирования при моделировании структуры сети по сравнению с предыдущим:

- ✓ **аналоговое** направление изучения структуры транспортных сетей – основано на сведении огромного количества конфигураций реальных сетей к ограниченному числу аналоговых геометрических моделей;
- ✓ **топологическое** направление – основано на моделировании структуры сети с использованием теории графов для выявления базовых (топологических) свойств сетей, математически описываемых при помощи некоторого набора параметров;
- ✓ **эволюционно-морфологическое** направление – основано на анализе строения транспортных сетей с учётом эволюционного подхода, предполагающего их пространственное саморазвитие.

1) *Аналоговое направление* (проблема типологии конфигураций) уходит своими корнями в XIX столетие и берёт своё начало от работы немецкого географа и путешественника Иоганна Коля «Der Verkehr und die Ansiedelungen der Menschen in ihrer Abhängigkeit von der Gestaltung der Erdoberfläche» («Транспорт и людские поселения в их зависимости от форм земной поверхности») [Kohl, 1841]. Фактически это была первая книга по географии транспорта.

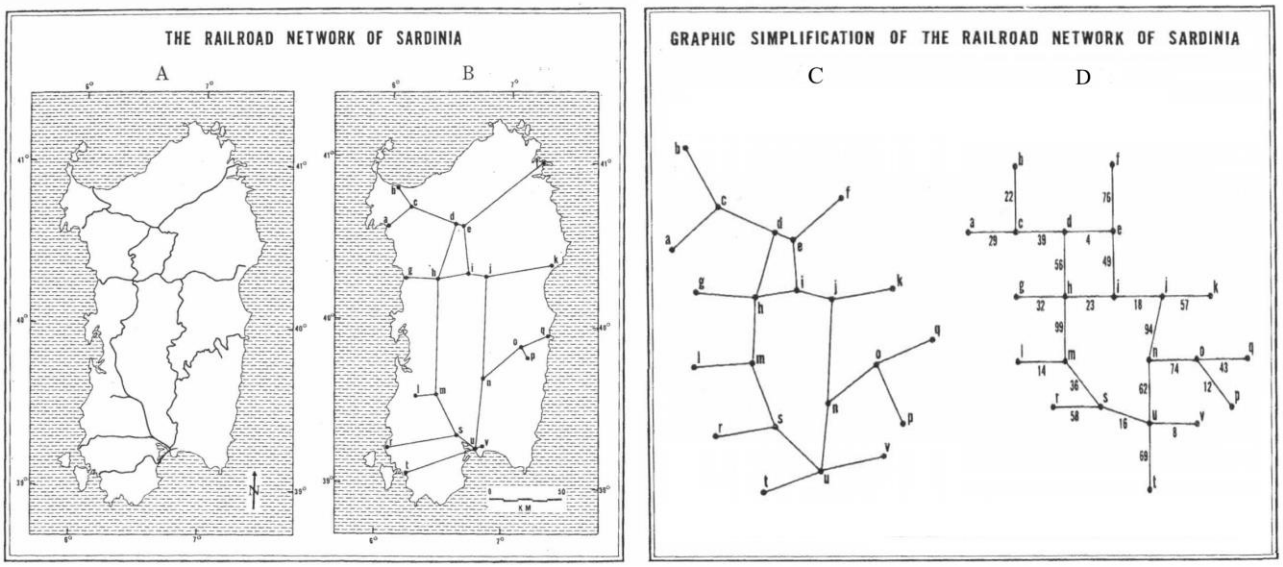
Используя картографический материал (в том числе, обобщённый на основе данных, полученных в путешествии по России), И. Коль исследовал зависимость рисунка транспортной сети от формы территории и дал первую классификацию систем путей сообщения. Однако затем долгое время господствовала пессимистическая точка зрения относительно самой возможности установления в конфигурациях сетей каких-либо закономерностей; в частности, подобных взглядов придерживался один из основоположников отечественной школы географии транспорта С.В. Бернштейн-Коган. В результате своих исследований он пришёл к выводу, что с географической точки зрения необходимо изучение не типов железнодорожных сетей по их конфигурации, а так или иначе индивидуализированных сетей совокупно действующих путей сообщения [Бернштейн-Коган, 1930, с. 45].

Тем не менее, с середины XX века наметилось возрождение интереса к изучению геометрических характеристик транспортных сетей. В настоящее время в исследованиях наиболее часто используется классификация конфигураций, предложенная Л.И. Василевским в 1971 г. и впоследствии усовершенствованная в рамках применения системного подхода к анализу схем территориальной организации транспорта на разных иерархических уровнях. В соответствии с ней выделяются линейный (квазипараллельный либо квазиортогональный), радиальный, радиально-полукольцевой, радиально-кольцевой и древовидный типы транспортных структур [Василевский, Персианов, 1976, с. 24].

2) *Топологическое направление* исследования структур транспортных сетей является относительно молодым, несмотря на то, что впервые принципы теории графов были применены в 1736 г. великим математиком Леонардом Эйлером для решения знаменитой «проблемы кёнигсбергских мостов» [Euler, 1736, p. 128–140], которая, по сути, является задачей транспортной тематики.

Приоритет использования теории графов в современной географии транспорта принадлежит американским учёным. В значительной степени это объясняется тем, что именно в США (а также в Швеции) начался процесс активного внедрения в географию математических методов. В 1960 г. профессор Северо-Западного университета (штат Иллинойс) Вильям Гаррисон [Garrison, 1974] в своём исследовании размещения федеральных автодорог США впервые представил транспортную сеть юго-востока страны в виде графа. За вершины графа были приняты 45 основных населённых пунктов, соединяющие их автодороги рассматривались как рёбра. Для каждой вершины были рассчитаны важнейшие показатели: ассоциативное число (число Кёнига), доступность и индекс Шимбела-Каца. Для графа в целом Гаррисоном были вычислены степень связности, топологический диаметр и дисперсия. Эта работа положила начало целому ряду исследований в данной области; их центром стал Северо-Западный университет.

Основные положения нового направления сформулировал ученик профессора Гаррисона Карел Канский [Kansky, 1963]. В своей, ставшей классической, диссертации он представил этапы перехода от картографического изображения железнодорожной сети к её графу (см. рисунок 8), а затем изучил взаимосвязи между типами рисунка железнодорожных сетей 25 стран и уровнем их экономического развития, используя корреляционный и регрессионный анализ.



A – карта железных дорог Сардинии; B – картосхема с выделением характерных точек сети (пунктов) и изображением участков ж.-д. линий (маршрутов) в виде отрезков; C – абстрактное представление сети (углы сохранены, но расстояния между пунктами не соблюдены); D – граф железнодорожной сети с указанием длин рёбер (маршрутов)

Рисунок 8 – Железнодорожная сеть Сардинии и её представление в виде графа [Kansky, 1963, p. 8].

Кроме того, с целью проверки гипотезы К. Канским были проведены исследования данной взаимосвязи на более низких иерархических уровнях – для автомобильных сетей 15 штатов США и составляющих их графств. На основе базовых параметров p (количество подграфов), e (количество рёбер), v (количество вершин), d_i (длина ребра i) для описания топологической структуры сети он предложил 14 индексов различной степени сложности, девять из которых характеризовали сеть в целом, а пять описывали свойства её отдельных элементов. Данные показатели впоследствии получили название «индексов Канского». Наиболее известными и часто используемыми из них являются β-индекс, характеризующий связность транспортных сетей: $\beta = e/v$ и π-индекс, являющийся

мерой формы: $\pi = C/d$ (где C – суммарная длина рёбер сети, а d – сумма длин рёбер, входящих в её топологический диаметр).

В нашей стране исследования в области топологии транспортных сетей проводились на уровне отдельных регионов и не получили широкого распространения. Так, например, О.И. Шаблий [1971] использовал теорию графов при изучении железнодорожной сети Прикарпатской Украины. Для графа железных дорог Львовской, Ивано-Франковской и Черновицкой областей им был рассчитан ряд показателей и даны предложения по улучшению конфигурации железнодорожной сети. В.Н. Бугроменко [1983, 1985] на примере транспортной сети одного из регионов Дальнего Востока обосновал возможность применения теории графов в сочетании с картометрическими приёмами для определения разработанного им индекса транспортной доступности (ИТД). Этот индекс был предложен в качестве альтернативы комплексным показателям густоты сети и, в отличие от них, включал в себя как техническую, так и конфигурационную доступность.

3) *Эволюционно-морфологическое направление***.** Впервые общие закономерности формирования конфигурации транспортных сетей были выявлены немецким географом Фридрихом Ратцелем (Ratzel) в его «Политической географии»; этот труд известен у нас в сокращённом (отчасти по цензурным соображениям) журнальном изложении Л.Д. Синицкого. О значении, которое Ратцель придавал роли карт в политико- и экономико-географических исследованиях, свидетельствуют его слова: «Знание карты не только увеличивает число фактов, известных нам о стране, но и создаёт живую связь между ними» [Политическая география … , 1898, кн. 3/4, с. 24].

В 1960-е годы был сделан ряд попыток ретроспективного моделирования роста конкретных транспортных сетей путём совместного использования теории графов и теории стохастических (случайных) процессов; в частности К. Канский подобным образом воспроизвёл развитие железнодорожной сети Сицилии [Kansky, 1963, p. 132–147]. Интересное исследование, посвящённое созданию общей модели эволюции транспортных сетей развивающихся стран, было

выполнено Эдвардом Таафе с соавторами [Taaffe, Morrill, Gould, 1963]; эмпирической основой данной модели послужил сравнительный анализ разновременных карт и статистических данных по путям сообщения Ганы и Нигерии. Авторы указанной работы отмечали необходимость применения картографического метода исследования[1] в изучении транспортных сетей; в частности, для выявления закономерностей их развития П. Гулд составил серию изолинейных карт плотности дорожной сети Ганы по состоянию на различные периоды времени.

Тем не менее, как целостное направление исследований, эволюционно-морфологическое направление изучения транспортных сетей возникло в наше время, и развивается отечественными учёными в рамках современной научной картины мира, основанной на универсальном эволюционизме. Основателем направления можно считать известного российского экономико-географа и историка транспорта С.А. Тархова, использовавшего в своих исследованиях обширнейший ретроспективный картографический материал и предложившего (в частности, в монографии «Эволюционная морфология транспортных сетей») топоморфологический анализ структур транспортных сетей [Тархов, 2005].

С.А. Тарховым было обнаружено, что во всех сетях базовые *структурные элементы* – циклы и ветви объединяются в повторяющиеся, морфологически однотипные конфигурационные части (*структурные компоненты*), обладающие определённой иерархией. Топоморфологический анализ сделал возможным создание модели эволюции транспортных сетей, опирающейся на закономерности изменения их топологической структуры.

Важнейшую роль в развитии данного направления сыграли также идеи парадигмы пространственной самоорганизации и пространственного саморазвития территориальных социально-экономических систем, высказанные Г.А. Гольцем [1981], а также разработанная Б.Б. Родоманом в 1970 г. концепция «поляризованного ландшафта» и проведённые на её основе в дальнейшем

[1] Тааффе, Моррил и Гулд использовали термин «картографический анализ» (в английском оригинале - *cartographic analysis*).

исследования развития территориальных ареалов и сетей как части эволюции земной биосферы [Родоман, 1994, 1999].

1.3 Проблемные вопросы использования карт в исследованиях транспортных сетей

1.3.1 Картографический метод на разных стадиях исследовательского процесса

Таким образом, для изучения транспортных сетей используется достаточно большое количество разнообразных научных методик, в которых (за исключением геометрического направления в исследовании обеспеченности территории транспортной сетью) в той или иной степени применяется картографический метод. Его развитие в контексте формирования картографической науки и эволюции методологии географии условно можно разбить на три периода (см. таблицу 3).

Таблица 3 – Периодизация развития картографического метода в исследованиях транспортных сетей

Период	Годы	Особенности развития
I	1841 – 1900	Единичные случаи применения картографического метода, слабо связанные с теорией картографии, находящейся в ту пору в стадии становления (И. Коль, Ф.Г. Ган, Л. Лаланн). Изучение транспортных сетей, к тому же, не получило большого распространения из-за отсутствия методологической базы; география транспорта не оформлена в качестве самостоятельной географической дисциплины.
II	1900 – 1960	Начало широкого применения карт в исследованиях транспортных сетей, опирающееся на фундаментальные теоретические труды в области картографии (М. Эккерт, А.И. Преображенский, Н.Н. Баранский и др.). В изучении транспортных сетей преобладает методология классической (классификационной) географии.
III	1960 – по настоящее время	Использование карт в транспортных исследованиях основано на работах, посвящённых картографическому методу исследования (К.А. Салищев, А.М. Берлянт, А. Робинсон и др.), оформившемуся как самостоятельный раздел картографии. Т.н. «математическая революция» в географии на рубеже 1950–1960-х гг., с одной стороны, и активное внедрение ЭВМ, с другой, привели к увеличению роли математических приёмов в картографическом методе исследования, окончательно в нём утвердившихся после возникновения геоинформационных систем.

Карты в изучении транспортных сетей участвуют не только в основной части исследования, но и для получения исходной информации, а также как средство отображения результатов. В связи с этим отметим, что ещё в 1927 году немецкий учёный Альфред Геттнер (Hettner), сыгравший выдающуюся роль в формировании методологии классической географии, указывал на возможность использования в географических исследованиях карт первичных (оригинальных), производных (вторичных), производных от производных (третичных) и др.[1] [Геттнер, 1930, с. 297–299]. В современных же исследованиях, при использовании геоинформационных технологий, использование карт как источника исходных данных и средства интерпретации результатов «…настолько тесно переплетается, что часто трудно различить, где кончается составление и начинается использование и преобразование карты» [Берлянт, 2011, с. 256].

Приведённый в разделе 1.2 обзор свидетельствует о том, что для основных подходов к исследованию транспортных сетей, при которых предметом анализа являются либо структура сети, либо её густота, значение карт (а также степень изученности их применения) на различных этапах процесса исследования неодинаковы. В составленной нами таблице 4 подытожено значение картографического метода на различных стадиях процесса исследования географии транспортных сетей и указана выявленная степень изученности вопросов использования карт.

Ниже будут рассмотрены вопросы использования карт в исследованиях транспортных сетей отдельно для первичных *(исходных)* и производных *(результирующих)* карт. Для облегчения изучения свойств и закономерностей, присущих отдельным видам карт транспорта, предварительно проанализированы вопросы их классификации.

[1] Разумеется, первичными или производными они являются для конкретного исследования. Так, например, карта масштаба 1 : 2 500 000, составленная по «миллионной» карте, по отношению к последней является производной, но для исследования транспортной сети некоторой территории она будет первичной.

Таблица 4 – Карты на разных этапах исследований транспортных сетей

Подходы к изучению транспортных сетей / Этапы научного исследования		Изучение обеспеченности территории транспортной сетью			Исследование структуры транспортных сетей	
		Статистическое направление	Картографическое направление			
			Изучение густоты (плотности) сети	Комплексные исследования транспортной обеспеченности	Аналоговое и топологическое направления	Эволюционно-морфологическое направление
Подготовка к исследованию (предварительный этап)	Первичные карты	✓ Выбор картографических источников ✓ Картометрические работы (при отсутствии статистических данных)	Выбор картографических источников		Выбор картографических источников	
Исследование транспортных сетей (основная часть)	Первичные карты	Расчет показателей для административных единиц, содержащих необжитые территории, исключённые из исследования	а) Определение удалённости от путей сообщения б) Расчёт плотностных характеристик	Получение комплексных характеристик при анализе серии карт	Создание статических топологических моделей сети для расчёта показателей	Создание динамических топологических моделей сети для расчёта показателей
Картографическая интерпретация исследования (отображение полученных результатов)	Производные карты	Картограммы плотности транспортной сети	Изолинейные карты: а) транспортной доступности; б) густоты сети	Карты районирования	Карты топологической сложности структуры сети	✓ Карты топологической сложности структуры сети по временны̀м срезам ✓ «Хронологичес-кие» карты

Вопрос изучен хорошо

Вопрос изучен хорошо, но требуется актуализация подходов

Вопрос изучен недостаточно

1.3.2 Вопросы классификации карт транспорта

Отсутствие подробной классификации карт транспорта затрудняет изучение их свойств, а также достоинств и недостатков конкретных картографических произведений.

Известно, что любая научная классификация должна удовлетворять ряду логических требований:

а) обязательна последовательность перехода от общего понятия (например, класса) к частным (подклассу, роду и виду), т. е. постепенность расчленения широкого понятия на более узкие;

б) на каждой ступени классификации необходимо применять определённое основание деления;

в) при расчленении широкого понятия на более узкие сумма последних должна равняться объёму широкого.

Помимо этого, А.К. Салищев отмечал, что очень важно, чтобы классификации «…обладали гибкостью и допускали расширение по мере появления новых видов и типов картографических произведений без коренной ломки своей структуры» [Салищев, 1990, с. 173–174]. Последнее замечание кажется нам крайне существенным ввиду недостаточной изученности вопроса о картографической интерпретации исследований структур транспортных сетей, решение которого не исключает появление новых видов карт.

«Карты могут различаться (классифицироваться) по ряду признаков: масштабу, территориальному охвату, теме (т.е. предмету содержания), назначению, математической основе, эпохе, языку и т.п. Наиболее существенны первые четыре из названных признаков, определяющие содержание и характер географических карт» [там же, с. 173].

Вместе с тем К.А. Салищевым отмечается ограниченность применения *классификации карт по назначению*, ввиду многоцелевого назначения многих карт. Использование данной классификации практически целесообразно лишь

«…в отдельных звеньях для карт, имеющих чётко выраженное назначение (например, для учебных и туристских карт) или для внутреннего подразделения карт, общих по тематике» [Салищев, 1990, с. 179].

Объективные трудности создания классификации карт по назначению привели к тому, что некоторыми авторами на верхнем иерархическом уровне классификации карт по тематике наряду с общегеографическими и тематическими картами была выделена отдельная группа специальных карт, к которым, в частности, были отнесены навигационные дорожные карты [Картоведение, 2003, с. 14–18; Берлянт, 2011, с. 19–25].

Таким образом, нами будут рассмотрены классификации карт транспорта по масштабу, территориальному охвату и тематике.

1) Классификация карт транспорта по масштабу и территориальному охвату.

Объединение классификаций карт по масштабу и территориальному охвату вполне правомерно. А.М. Берлянт, исходя из практики применения геоизображений в науках о Земле, доказал связь пространственных уровней исследования с оптимальными диапазонами масштабов карт [Берлянт, 2011, с. 368]. Однако предложенная А.М. Берлянтом *иерархия пространственных уровней* не может быть применена нами, так как она ориентирована на физико-географические исследования, о чём, в частности, свидетельствует используемая терминология (например, «фациальный» уровень).

В данном случае оптимально применение (с некоторыми изменениями и дополнениями) иерархических уровней, приведённых в работе Л.И. Василевского и В.А. Персианова [1976, с. 27], выделившими следующие уровни транспортных систем: 1) *космический* (метауровень); 2) *планетарный* (суперуровень); 3) *страновой* (макроуровень); 4) *региональный* (мезоуровень); 5) *субрегиональный* (микроуровень).

С учётом тематики диссертационной работы, а также необходимостью уточнения границ уровней транспортных систем в соответствии с накопленным

опытом транспортного картографирования, таблица примет следующий вид (см. таблицу 5).

Таблица 5 – Классификация карт транспорта по территориальному охвату и масштабу

Уровень транспортных систем	Карты	Охват пространства, км^2	Масштабы карт
Глобальный (суперуровень)	Карты транспорта в международных сообщениях[1]	более 10^7	мельче 1:15 000 000
Страновой (макроуровень)	Карты транспорта отдельных стран и международных объединений	$10^6 – 10^7$	1:2 500 000–1:15 000 000
Региональный (мезоуровень)	Карты транспорта экономических районов и административных областей	$10^4 – 10^6$	1:500 000–1:2 500 000
Субрегиональный (микроуровень)	Карты транспорта городских агломераций и крупных городов	$10^2 – 10^4$	1:100 000–1:500 000
Локальный	Карты транспорта отдельных населённых пунктов и низовых звеньев сети путей сообщения	$10^0 – 10^2$	1:100 000 и крупнее

2) Классификация карт транспорта по тематике.

Несмотря на значительное количество научных работ, в которых рассматриваются вопросы содержания карт транспорта, включающее как классические труды профессоров А.И. Преображенского [1953], Н.Н. Баранского и А.И. Преображенского [1962], И.В. Никольского [1960], так и более поздние исследования, существует лишь общая систематизация. Приведём её ниже на примере, взятом из статьи З.В. Самойленко и Е.А. Прохоровой [1989, с. 108], предложивших выделять следующие основные тематические группы транспортных карт:

- ✓ карты путей сообщений, которые содержат количественную или качественную оценку обслуженности территории и населения путями и средствами

[1] А также карты транспорта России как крупнейшего по площади государства мира (17,1 млн км^2)

сообщения;

- ✓ карты грузонапряжённости путей сообщений или грузооборота транспортных пунктов (железнодорожных станций, портов и пристаней, аэропортов);
- ✓ карты пассажиронапряжённости путей сообщений или грузооборота транспортных пунктов (железнодорожных станций, портов и пристаней, аэропортов);
- ✓ карты частоты (интенсивности) движения подвижного состава (поездов, судов, самолётов, автотранспорта);
- ✓ карты ввоза-вывоза продукции или карты товарообмена.

Данная систематизация основана на «Методических указаниях по проектированию и составлению комплексных научно-справочных атласов» [Самойленко, 1968]. К данным тематическим группам Е.А. Прохоровой [1992] были добавлены карты маятниковых поездок[1], что окончательно нарушило стройность классификации, изначально имевшей сугубо практический характер и не обладавшей строгой логикой построения. Таким образом, для успешного выполнения поставленных в диссертационной работе задач потребовалось создание *классификации транспортных карт по тематике*. При её разработке автором были использованы следующие принципы:

- соответствие отраслевому делению в географии транспорта;
- соответствие основным предметам изучения в географии транспорта – транспортным сетям и пространственному размещению потоков грузов и пассажиров;
- соответствие имеющимся подходам к изучению транспортных сетей и потоков;
- соответствие сущности отображаемых объектов и явлений.

Созданная нами классификация состоит из двух частей и представлена на рисунках 9 и 10. На верхних ступенях классификации карты транспорта систематизированы по отраслевому признаку (см. рисунок 9). Выделены *отраслевые* карты (т.е. карты, отображающие один вид транспорта) и

[1] Карты маятниковых трудовых поездок населения (калька с немецких слов “Pendelwanderungen”, “Pendelverkehr”) фактически представляют собой разновидность карт пассажиронапряжённости путей сообщений.

общетранспортные (карты, на которых представлено несколько видов транспорта). На нижних ступенях классификации в соответствии с тематикой настоящего исследования *указаны только элементы, посвящённые картам железнодорожного транспорта* (см. рисунок 10). Для карт других видов транспорта классификация строится аналогично[1].

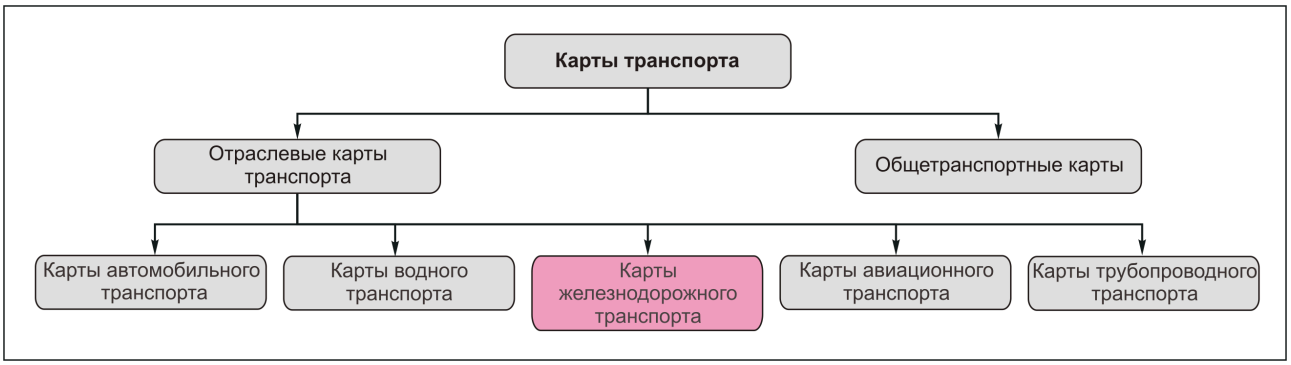


Рисунок 9 – Классификация карт транспорта по отраслевому признаку

Карты каждого вида транспорта подразделяются на *карты транспортных сетей* и *карты перевозок (транспортных потоков)*. Существуют также *комплексные карты транспорта*, т.е. карты, сочетающие отображение транспортных сетей и потоков.

Обратим внимание, что одни указанные нами виды карт транспорта имеют широкое распространение (например, карты ввоза-вывоза продукции и пассажирских связей или карты технической вооружённости путей сообщения), другие же встречаются крайне редко либо практически отсутствуют, но, тем не менее, с теоретической точки зрения могут существовать. Так, в представленной классификации в группе карт, отображающих структуру транспортной сети, выделены *карты районирования по особенностям структуры* и *карты отдельных показателей структуры сети*. Это сделано по аналогии с входящими в группу карт обеспеченности территории транспортной сетью картами районирования по степени обеспеченности территории и картами отдельных показателей обеспеченности территории сетью.

[1] За исключением трубопроводного транспорта, осуществляющего непрерывное, а не дискретное перемещение грузов, и не предназначенного для перевозки пассажиров. Следовательно, для данного вида транспорта в классификации будут отсутствовать карты интенсивности движения и все виды карт пассажирских перевозок.

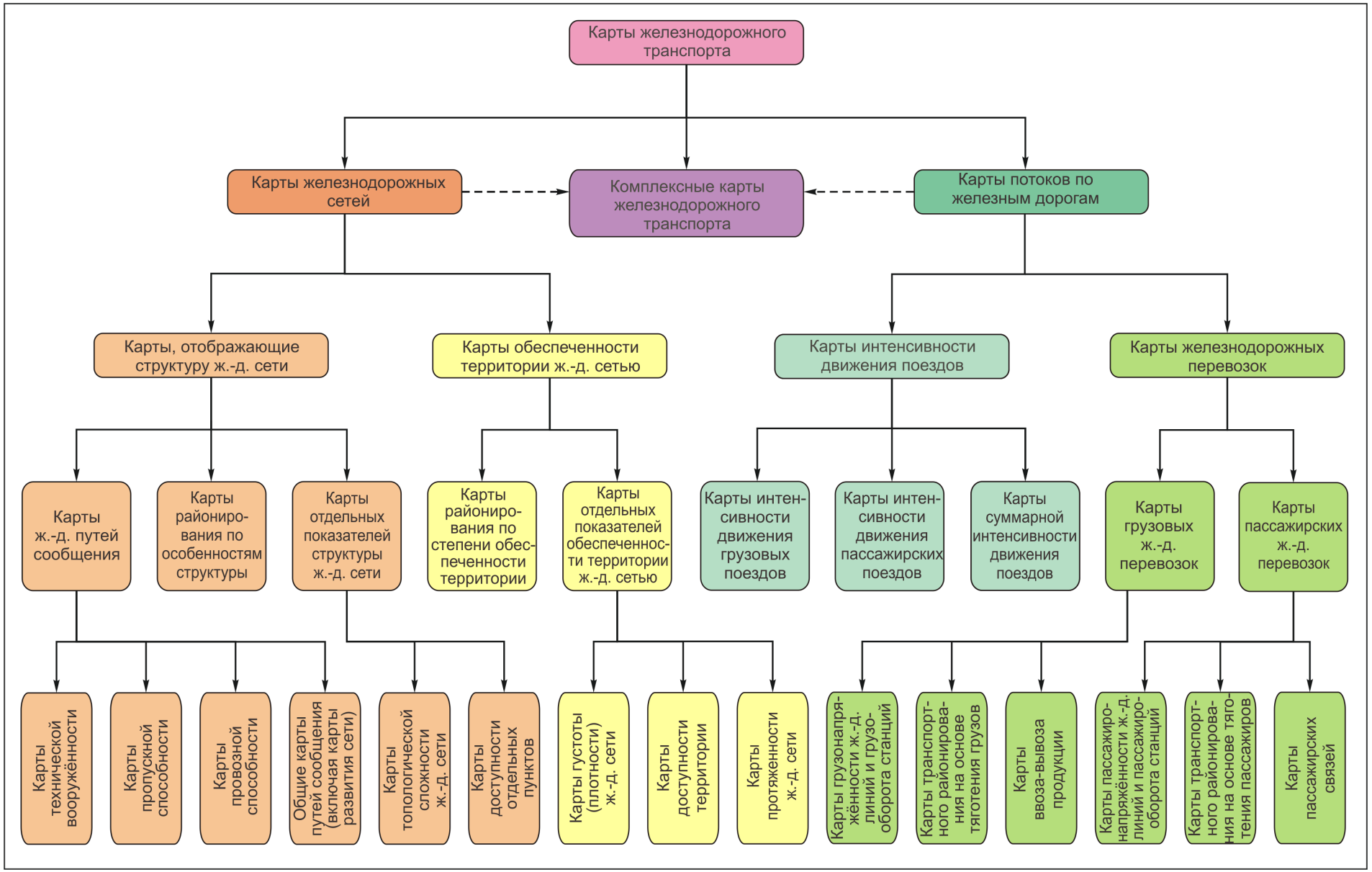


Рисунок 10 – Классификация карт железнодорожного транспорта по тематике

1.3.3 Вопросы использования исходных карт

На основании выполненного в разделе 1.2 анализа нами были определены следующие требующие решения вопросы применения карт на предварительном и основном этапах исследования.

1) *Вопросам применения карт на предварительной стадии исследования транспортных сетей* (в частности, выбору источников, получению по картам исходных данных), до сих пор *уделялось недостаточно внимания*. Наиболее детально здесь разработаны вопросы картометрии, универсальная методология которой активно используется, в том числе, и в транспортных исследованиях, например, при измерении длин участков местных автодорог [Солдаткин, 1970]. Однако при изучении железнодорожных сетей востребованность картометрических измерений невелика, так как в данном случае для получения данных о протяжённости используются, как правило, статистические материалы. Отметим, что практически во всех упомянутых нами научных трудах отсутствуют какие-либо обоснования использования карт в выполненных работах и, скорее всего, отбор исходного картографического материала проводился на «интуитивном» уровне; карты, являвшиеся «отправной точкой» исследования, не анализировались.

Так, например, у Г.А. Гольца в его классической монографии «Транспорт и расселение» имеются лишь единичные упоминания об использованных картах [Гольц, 1981, с. 47, 59]. Даже у С.А. Тархова, применившего в своих исследованиях чрезвычайно репрезентативную выборку карт, представлявшую 1105 транспортных сетей стран мира, регионов и крупнейших городов, даны лишь краткие указания о картографических источниках [Тархов, 2005, с. 60, 64, 81]. Таким образом, необходима разработка методологии выбора картографических источников при изучении пространственных характеристик транспортных сетей.

2) Относительно *использования карт на основном этапе исследований транспортных сетей*, можно утверждать, что вопросы применения

картографического метода исследования в изучении обеспеченности территории транспортной сетью разработаны достаточно полно. Тем не менее, несмотря на высокую степень изученности данной темы, на наш взгляд, существует проблема, связанная с необходимостью разработки новых подходов к транспортному зонированию. В разделе 1.2.1 нами указывалось, что в 1970–80-е годы в нашей стране были достигнуты значительные успехи в комплексных исследованиях транспортной обеспеченности территорий. Однако, в связи с произошедшими в стране экономическими реформами, в современных условиях при изучении транспортной обеспеченности, на наш взгляд, необходимо учитывать и такие параметры, как инвестиционная привлекательность территории, социальная значимость различных видов транспорта, наличие логистической инфраструктуры и др. Для целей создания синтетической карты районирования необходимо составление целого ряда исходных тематических карт, на которых должны быть отображены указанные элементы транспортного зонирования.

Если картографическое направление в исследованиях обеспеченности территории транспортной сетью непосредственно основано на картах, то в исследованиях структуры транспортных сетей «центр тяжести» использования карт смещается на этап создания топологической модели, для изучения пространственных характеристик которой в дальнейшем применяются уже́ различные математические методы исследования. Отметим, что со времени основополагающих исследований К. Канского практически не освещались вопросы перехода от карты к топологической модели транспортной сети, по которой и должны производиться расчёты показателей, описывающих пространственную структуру конкретной сети. С нашей точки зрения, это вызвано тем, что подсознательно подразумевается схожесть картографической модели действительности (т.е. карты) и топологической модели, в результате чего характеристики структуры сети определяются непосредственно по карте.

Действительно, по определению карта является «плоской пространственной, математически определённой образно-знаковой моделью

действительности» [Салищев, 1990, с. 8], из чего следует, в том числе, наличие у картографического изображения *топологических свойств* – непрерывности и соседства объектов. Однако данные свойства затушёвываются *топографическими свойствами* картографического изображения – его способностью передавать на плоскости в избранной системе координат и масштабе величины реальных объектов и отношения между ними (расстояния).

Более того, требования к точности карт сводятся, как правило, к требованиям к соблюдению *геометрической точности*, которая подразумевает правильность нанесения на карту отображаемых объектов относительно ближайших пунктов и точек геодезической основы, т.е. корректное отображение *топографической составляющей картографического изображения*. Особенно это характерно для общегеографических карт (как топографических, так и мелкомасштабных обзорных), что связано с назначением данных картографических произведений, предусматривающим получение по ним координат, расстояний и площадей (т.е. проведение картометрических измерений). Правильному отображению *топологической составляющей картографического изображения*[1] (назовём это *топологической точностью*) традиционно уделяется, как правило, меньше внимания. Тем не менее, «в социально-экономическом (не технически-навигационном) плане важны, прежде всего, топологические характеристики транспортных сетей…» [Евтеев, 1999, с. 132]. Так, при изучении структуры транспортных сетей (их пространственных характеристик) несоблюдение топологической точности способно исказить результаты исследования.

Таким образом, представляется крайне важной разработка алгоритма перехода от изображения транспортной сети на географической карте к топологической модели, предназначенной для расчёта показателей, характеризующих пространственную структуру сети.

---

[1] Различать в картографическом изображении топологическую и топографическую составляющие (части) впервые предложил А.К. Суворов; см., например, его монографию «Топологические методы разработки картографических изображений» [1986, с. 18].

1.3.4 Вопросы создания производных карт

Выдающийся советский географ Н.Н. Баранский утверждал, что «… карта совершенно необходимый и незаменимый элемент географического изложения» и «… результатом экономико-географического исследования не может не быть дополнение, уточнение и обогащение экономической карты (или составление новой карты)» [Баранский, Преображенский, 1962, с. 8–9]. В исследованиях характеристик транспортных сетей, оперирующих большими массивами пространственной информации, географическая карта является незаменимым средством отображения полученных результатов. Следовательно, представляется необходимым рассмотреть неизученные вопросы содержания карт транспорта.

Решение вопроса классификации карт транспорта в разделе 1.3.2 позволит перейти к рассмотрению *вопросов содержания и оформления карт, назначением которых является представление результатов исследований структуры транспортных сетей* (в том числе и эволюции структуры).

Наиболее известными и изученными в настоящий момент являются (по нашей классификации) карты развития путей сообщения (т. н. «хронологические карты»), получившие широкое распространение как в атласах, так и в научной и энциклопедической литературе. Чаще всего составляется несколько одномасштабных карт, отображающих состояние транспортной сети на разные периоды времени (см., например, нашу публикацию [Захаренко, Чибряков, 2012, с. 178]). Именно такой способ является предпочтительным [Баранский, Преображенский, 1962, с. 182], хотя в случае указания годов ввода линий в эксплуатацию развитие сети может отображаться и на одной карте. В частности, такая карта прилагается к статье «Железная дорога» в Большой Российской энциклопедии [Воробьев и др., 2007, с. 750–751]. Схожая хронологическая карта «Развитие сети железных дорог» присутствует в 3-м томе Национального атласа России (М.: Роскартография, 2008), а в 4-м томе указанного картографического произведения дана карта «Железнодорожный транспорт в конце XIX – XX вв.» с обозначением годов ввода участков по 1913 г. включительно.

Что же касается карт топологической сложности транспортной сети, то случаи их создания единичны. К ним относятся текстовые картосхемы, составленные С.А. Тарховым и входящие в состав его монографии «Эволюционная морфология транспортных сетей» [2005]. Данные картосхемы посредством способа количественного фона отображают классы сложности железнодорожных сетей регионов России. Под классом сложности подразумевается количество топологических ярусов в циклическом остове сети; циклический остов сети представляет собой такое скопление циклов, каждая пара которых имеет, по крайней мере, одно общее ребро; каждый топологический ярус представляет собой замкнутую кольцеобразную полосу циклов, наподобие древесных колец на срезе срубленного дерева [Тархов, 2005, с. 48, 50]. Очевидно, что сравнение друг с другом показателей, относящихся к различной сетке административного деления, по таким картам затруднено (см. рисунок 11).

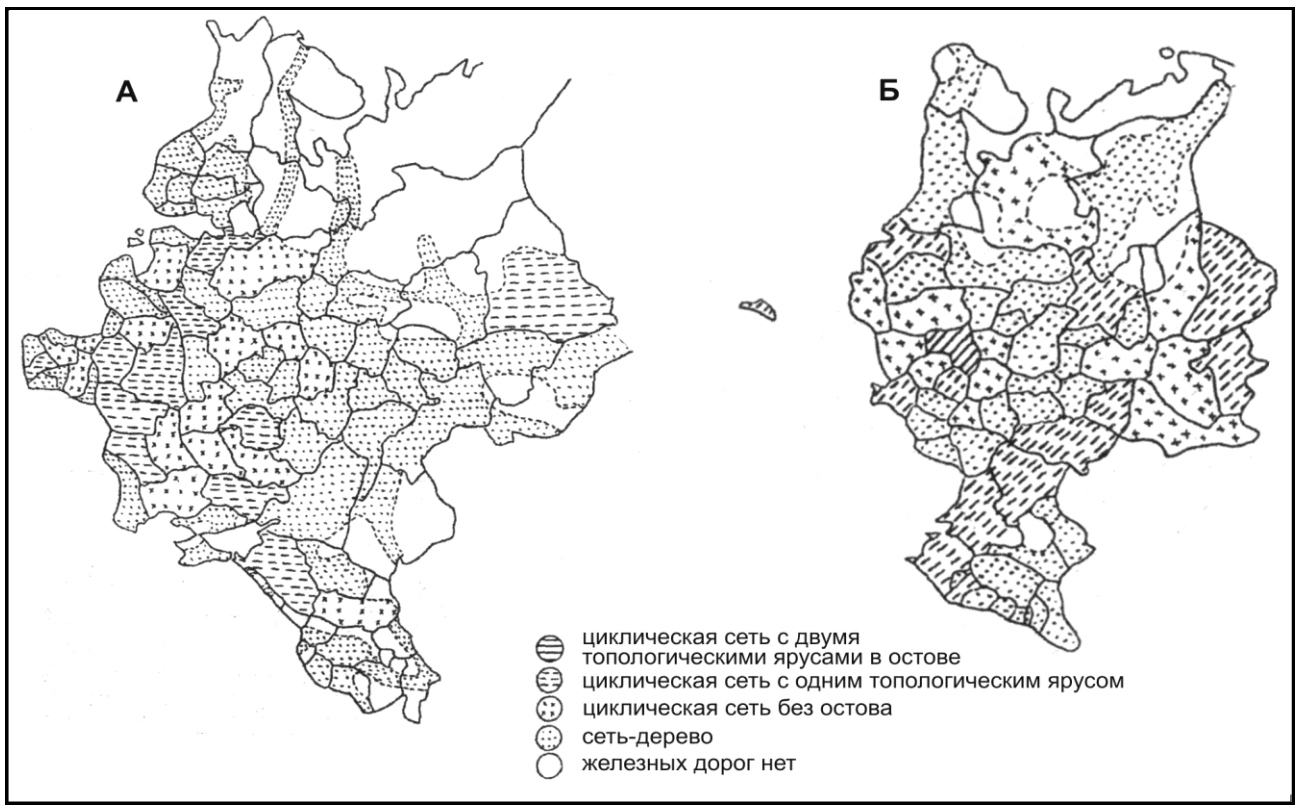


Рисунок 11 – Классы сетей железных дорог регионов Европейской части России (А – губерний Российской Империи в 1917 г., Б – субъектов Российской Федерации в 2000 г.), по С.А. Тархову [2005, с. 75, 80]

Это делает необходимым разработку карт топологической сложности транспортной сети на основе других принципов, с использованием иных способов картографического изображения, не связанных с административным делением.

В заключение отметим, что совершенно не применяются в исследованиях карты районирования по особенностям структуры транспортной сети, предусмотренные нами в классификации. С нашей точки зрения, это является следствием не только неизученности вопросов содержания и оформления подобных карт, но и отсутствием методик районирования транспортной сети на основе синтеза различных показателей, характеризующих топологическую сложность сети (индексов Канского, топоморфологических показателей, предложенных С.А. Тарховым и др.). При разработке подобных синтетических карт необходимо глубокое изучение сущности отдельных индексов топологической сложности для решения вопросов их использования при районировании.

Выводы к главе 1

При подготовке диссертационной работы потребовалось тщательное изучение вопросов терминологии с учётом специфики исследования на стыке сферы интересов картографии и географии транспорта. Для устранения недоразумений в толковании ряда терминов были рассмотрены их различные значения и выбраны те из них, которые соответствуют предмету настоящего исследования и решаемым задачам. Для **картографического метода автором сформулировано своё понимание данного термина** на основе основополагающих работ в области методологии картографии.

Анализ ключевых исследовательских работ по географии транспортных сетей с учётом двух основных существующих подходов к их изучению позволил выявить несколько направлений исследований. В изучении вопросов *обеспеченности территорий транспортной сетью* в зависимости от соотношения используемых научных методов и роли картографического метода

исследования **нами были выделены статистическое, геометрическое и картографическое направления**. Для исследований *структуры транспортных сетей* определено существование **аналогового, топологического и эволюционно-морфологического направлений**.

Таким образом, в соответствии с поставленной задачей был обобщён существующий отечественный и зарубежный опыт использования карт в исследованиях транспортных сетей. Установлено, что на различных этапах процесса исследования транспортных сетей степень изученности вопросов применения карт неодинакова. Относительно использования исходных карт можно утверждать, что *отсутствуют исследования, посвящённые анализу и оценке качества картографических источников при изучении транспортных сетей* (исключением являются работы, посвящённые точности картометрических измерений). В совокупности с *недостаточным вниманием к отображению топологической составляющей картографического изображения* это может существенно отразиться на изучении структуры транспортных сетей (их пространственных характеристик) и исказить результаты исследования. При расчёте пространственных характеристик транспортной сети **автором определена необходимость перехода от картографической к топологической модели**.

В ещё большей степени неисследованной является проблема отображения на картах результатов изучения геометрических и топологических характеристик транспортных сетей. С нашей точки зрения, *нерешённость вопроса картографической интерпретации результатов анализа структуры транспортных сетей* отрицательно сказывается на развитии исследований в данной области науки. Автором установлено, что существенным препятствием оказалось *отсутствие научной классификации транспортных карт*. Решение данного вопроса позволило **наметить основные проблемы содержания и оформления карт, отображающих результаты исследований структуры транспортных сетей.**

Глава 2. Роль картографического метода исследования в информационном обеспечении при изучении пространственного размещения железных дорог

2.1 Классификация источников информации

В научных исследованиях получение достоверных результатов невозможно без тщательного выбора источников исходной информации. В научных дисциплинах, использующих пространственно дифференцированные данные, эта проблема приобретает комплексный характер – требуется не только обеспечить надлежащее качество тематического содержания данных, но и с достаточной точностью и полнотой описывать пространственное положение и динамику изучаемых предметов и явлений. Соблюдение указанных требований имеет важнейшее значение и в географии транспорта при исследовании транспортных сетей. Таким образом, в настоящем исследовании необходимо проанализировать вопросы информационного обеспечения при изучении пространственного размещения железных дорог и их динамики, а также провести отбор источников на основании проведённого анализа.

Источники информации можно классифицировать различным образом. Так, традиционно по форме представления различают: текстовые (книга, журнал, рукопись и т. д.), графические, или изобразительные (график, чертёж, план, карта и т. п.), аудиовизуальные (звукозапись, кинофильм, диапозитив и др.) источники. С точки зрения информатики представляется важным деление источников на первичные и вторичные [Гиляревский, 1972, с. 1037]. Однако в настоящей диссертационной работе, по нашему мнению, целесообразно (с некоторыми оговорками) для *общей группировки источников* использовать классификацию, предложенную П. Хаггетом для социально-географических исследований, которая отражает специфику использования пространственно дифференцированных данных. Данная классификация представлена на рисунке 12. При выделении же *более дробных групп источников* (нижние ступени классификации) неоценимую

пользу даёт опыт картографического источниковедения. Это неудивительно, поскольку ещё Н.Н. Баранский отмечал, что «…методологические основы работы экономико-географа и экономико-картографа» имеют между собой весьма много общего» и «экономическая картография отображает […] то, что экономическая география исследует (в географическом смысле)» [Баранский, Преображенский, 1962, с. 19].

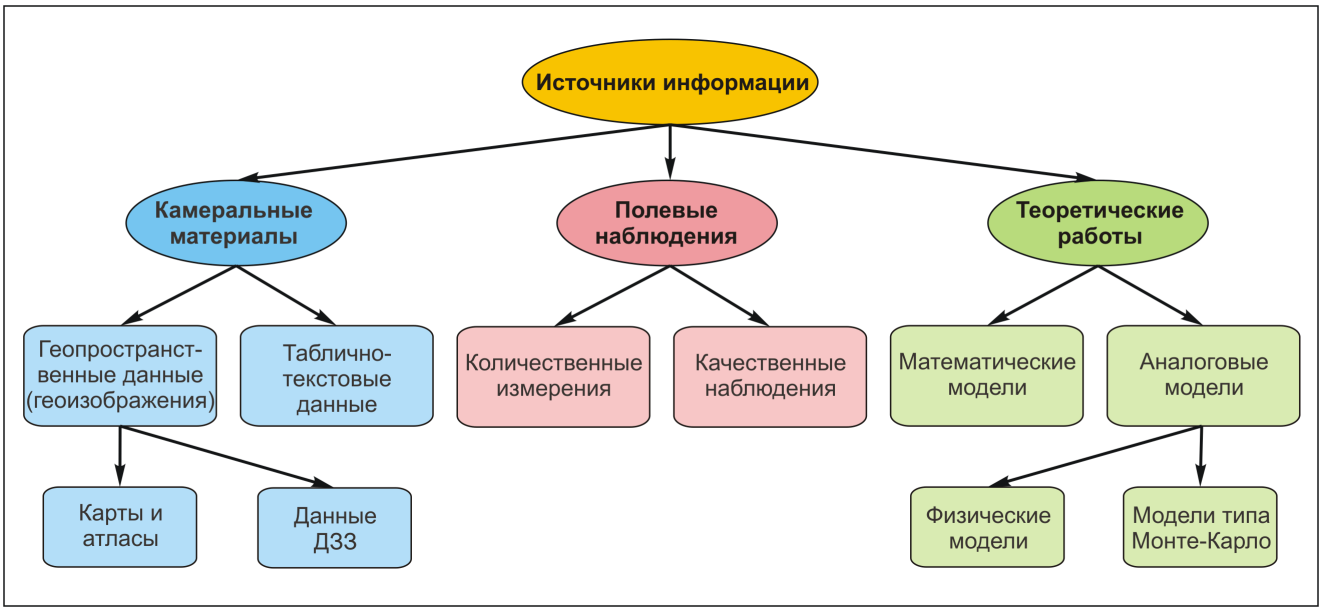


Рисунок 12 – Источники информации о размещении, используемые в социально-экономической географии [по П. Хаггету, 1968, с. 226] [1]

К *камеральным материалам* (у П. Хаггета – «архивные материалы») отнесём имеющиеся данные о размещении, хранящиеся на бумажных и электронных носителях информации, в том числе и на серверах в удалённом доступе. Именно на них основано подавляющее большинство экономико-географических исследований, в том числе и в области географии транспортных сетей. Камеральные материалы чрезвычайно разнообразны. По характеру они группируются на источники, имеющие непосредственно географическую структуру, т.е. геопространственные данные (у П. Хаггета – «архивы географического характера»), и таблично-текстовую информацию (в оригинале –

[1] В оригинальном варианте классификации П. Хаггета из данных ДЗЗ указаны только аэрофотоснимки, так как использование материалов космических съёмок в географических исследованиях 1960-х годов ещё не получило распространения (съёмки, производившиеся американскими спутниками “CORONA”, начиная с июня 1959 г., предназначались исключительно для разведывательных целей).

«негеографические источники»), исходя из которой можно получить представление об этой структуре.

К первой группе камеральных материалов относятся картографические произведения и данные дистанционного зондирования Земли. А.М. Берлянтом был предложен обобщающий термин *«геоизображение»*. По определению, «геоизображение – любая пространственно-временная, масштабная, генерализованная модель земных (планетных) объектов или процессов, представленная в графической образной форме» [Берлянт, 1987, с. 404].

Ко второй группе камеральных материалов мы отнесли учётно-статистические, нормативно-правовые и литературно-географические источники.

Теоретические работы позволяют получать информацию о размещении в виде математических или аналоговых моделей. Примером математической модели являются законы равносторонности и кратных расстояний, выявленные Л. Лаланном (см. раздел 1.2.1). Аналоговые модели, как физические (детерминистского типа), так и типа Монте-Карло (вероятностные), создаются для описания как структуры транспортных сетей, так и их динамики – примерами здесь могут служить упомянутые в разделе 1.2.2 детерминистская модель Таафе-Моррилла-Гулда и вероятностная модель Канского. «Построение моделей экономично в том отношении, что позволяет пользоваться обобщённой информацией в очень сжатой форме» [Хаггет, 1968, с. 40]. В настоящей работе моделирование используется в основной стадии исследования железнодорожной сети, и поэтому будет рассмотрено ниже, в главе 3.

К *полевым наблюдениям* в социально-экономической географии прибегают, как правило, в случае разрешения каких-либо вопросов, вытекающих из изучения предварительно собранных камеральных материалов. В современных условиях резкого увеличения количества и качества (а также доступности) материалов космических съёмок высокого и сверхвысокого разрешения роль полевых наблюдений в социально-экономической географии снизилась. Однако до сих пор непосредственные наблюдения могут оказать помощь в исследованиях, как в проверке теоретических закономерностей, так и при разрешении проблем,

связанных с противоречиями в различных имеющихся источниках информации. Так, например, при изучении транспортных сетей полевые наблюдения позволяют уточнить фактическое состояние железнодорожных линий и исключить из исследования непригодные для движения заброшенные участки, формально считающиеся «законсервированными» (см. раздел 3.1.3).

2.2 Геопространственные данные (геоизображения)

2.2.1 Картографические материалы

Железнодорожная сеть отображается на географических картах в следующем качестве:

- как элемент содержания общегеографических карт;
- как основной элемент содержания карт и схем железнодорожного транспорта, а также один из равноправных элементов тематического содержания общетранспортных карт;
- как элемент географической основы тематических карт.

Таким образом, все упомянутые карты содержат информацию, которая потенциально может найти применение в транспортных исследованиях. С точки зрения теории и практики составления карт, указанные картографические источники тесно связаны между собой (см. рисунок 13). Однако их значение для информационного обеспечения настоящей работы неодинаково.

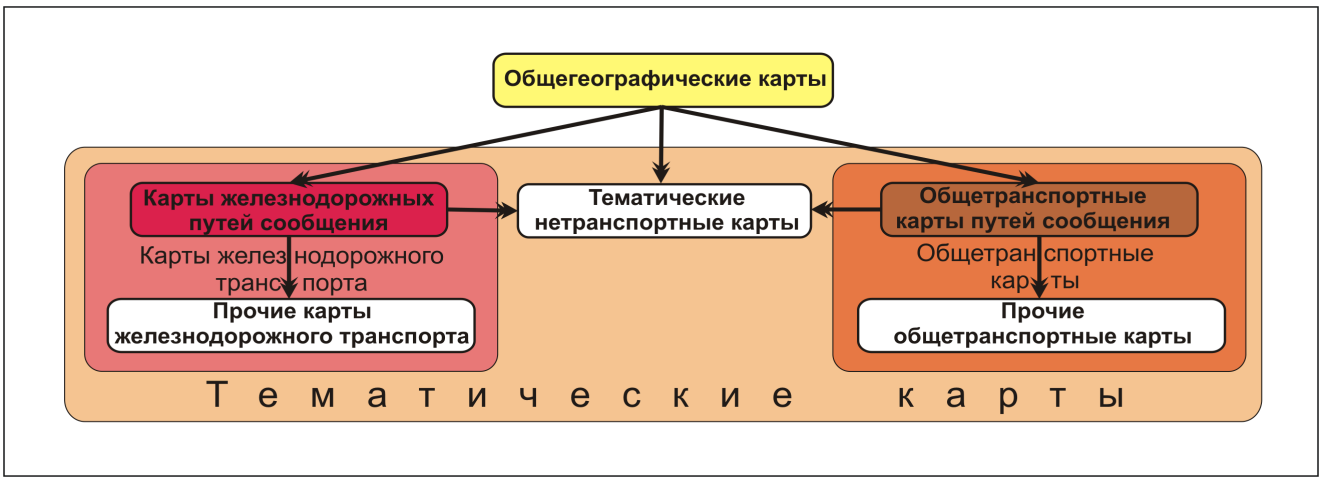


Рисунок 13 – Иерархия картографических источников информации о пространственном размещении железнодорожной сети

На тематические карты железнодорожная сеть, как правило, наносится с общегеографических карт, и, следовательно, как источник информации о размещении они имеют вторичный характер. *Тематические карты нетранспортного содержания* не представляют интереса для настоящего исследования, так как на них железнодорожная сеть обычно нанесена со значительным отбором.

Что же касается *общетранспортных карт*, а также *карт и схем железнодорожного транспорта*, то, обращаясь к составленной нами классификации (рисунки 10 и 11), отметим, что основными картографическими источниками при изучении пространственного размещения железных дорог являются карты путей сообщения. В зависимости от наличия источников информации могут использоваться как карты, представляющие только железнодорожную сеть, так и карты, отображающие пути сообщения нескольких видов транспорта.

Карты путей сообщения. Несмотря на присущую им (как и всем тематическим картам, о чём указывалось выше) вторичность в отображении железнодорожной сети, у данного типа карт имеются важные достоинства:

- ✓ авторские оригиналы карт транспортной сети обычно составляются на возможно более детальной географической основе, включающей все железные дороги, соответствующей общегеографическим картам масштабов не мельче 1:1 000 000[1] [Евтеев, 1999, с. 201];
- ✓ при создании карт путей сообщения, как правило, проводится актуализация специального содержания при помощи как таблично-текстовых данных (прежде всего, учётно-статистических материалов), так и дежурных картографических материалов, а также добавляется дополнительная информация (например, расстояния между станциями);
- ✓ карты путей сообщения обладают более высокой топологической точностью по сравнению с общегеографическими картами соответствующего масштаба,

[1] Ранее в качестве основы для карт транспортных сетей также использовалась справочная общегеографическая карта СССР масштаба 1:2 500 000.

достигаемой за счёт внесения корректировок в линейную структуру отображаемой железнодорожной сети при составлении данных карт;

- ✓ карты путей сообщения по сравнению с общегеографическими картами более удобны при изучении пространственного размещения железных дорог, поскольку акцентируют внимание именно на железнодорожной сети, что достигается как снятием «лишних» (невостребованных в исследовании) элементов содержания, так и использованием более мелкого масштаба (что улучшает обзорность).

Рассмотрим особенности содержания карт и атласов путей сообщения, представляющих интерес для настоящего исследования. Предпочтение отдано картографическим произведениям, удовлетворяющим следующим критериям:

а) по *пространственному охвату* – отображающим освоенную территорию России целиком;

б) по своему *содержанию* – показывающим железнодорожную сеть, по возможности, наиболее подробно. Так, например, специальные издания, предназначенные для пассажиров, отображают только участки железных дорог, по которым осуществляется движение пассажирских поездов дальнего следования, и вследствие этого не могут претендовать на исчерпывающее отображение железнодорожной сети;

в) по *периодичности выхода в свет* – имеющих наибольшее количество изданий (выпусков).

На начальном историческом этапе картографирования железных дорог не существовало чётко выраженного типа карты путей сообщения, что несколько затрудняет их идентификацию. Так, в тематическом каталоге отдела картографических изданий Российской государственной библиотеки к картам путей сообщения с определённой долей условности отнесены некоторые общегеографические («генеральные») карты, на которых дорожная сеть играет важную роль для достижения поставленных задач. Первыми же картами путей сообщения России, ориентированными на отображение железных дорог, являются

карты, составленные и изданные Г. Любанским в 1858 г. и И.И. Вивьеном де Шатобреном в 1866 г. (см. таблицу 6).

Таблица 6 – Характерные примеры старых карт, близких по содержанию к картам путей сообщения. Первые карты железных дорог

Год издания	Название карты	Масштаб (метрический)	Условные знаки, классификация железных дорог[1]
1	2	3	4
Общегеографические («генеральные» карты)			
1848	Генеральная карта всей Российской Империи с разделением пространств, *почтовых округов*, губерний и областей и с показанием железных, почтовых и коммерческих дорог, с означением вёрст между городами и достопримечательными селениями [здесь и далее в таблице курсив наш. – *Я.Ч.*]	1:7 400 000	Железные дороги
1856 *(3-е изд.)*	Карта Российской Империи, Царства Польского, Великого Княжества Финляндского, Восточной и Западной Сибири и Северо-Западных Российских владений в Америке с показанием *учебных округов*, железных и проезжих дорог, водяных сообщений, пристаней и торговых городов	1:2 900 000 врезка – 1:20 000 000	Железные дороги: существующие предполагаемые
1864 *(1-е изд.)* ÷ 1872 (*10-е изд.*)	Карта Российской Империи с означением *военных округов*, сухопутных, водяных и телеграфных сообщений / сост. А.П. Шевелевым [приложение к сборнику положений о военных округах]	1:5 040 000	Железные дороги: оконченные строящиеся проектируемые предполагаемые
Почтовые карты			
1857	Почтовая карта Европейской и Азиатской России, Царства Польского, Великого Княжества Финляндского, принадлежащая к маршрутной книжке издания 1857 года	≈1:4 000 000 (картосхема)	Железные дороги
1872	Карта почтовых мест Российской Империи [издание Почтового департамента]	1:1 680 000	Железные дороги: существующие строящиеся

[1] В этой таблице и последующих, если условные обозначения для одной карты разных изданий не совпадают, указаны обозначения, принятые в последнем издании (если не оговорено другое).

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
Первые карты железных дорог			
1858	План линий проектированных железных дорог Российской Империи / сост. Г. Любанским	1:12 600 000	Линия железной дороги: оконченная и открытая для езды на которой разведуется местность утверждённая в проекте описываемая
1866	Подробная карта железных дорог и телеграфных линий открытых, строящихся и проектированных с показанием пароходных сообщений и почтовых путей в Европейской и Азиатской России / сост. И.И. Вивьеном де Шатобреном	1:10 500 000 и 1:14 700 000	Железные дороги открытые строящиеся утверждённые, но ещё не строящиеся проектированные

В 1876 г. начался выпуск официальных картографических изданий Статистическим отделом Министерства путей сообщения (МПС) России, который в мае 1899 г. был расширен и преобразован в Отдел статистики и картографии [Статистические и картографические издания …, 1911, с. 3–5]. В связи с тем, что в ведении МПС находились как железные, так и шоссейные дороги, а также водные пути, на картах показывались объекты инфраструктуры всех этих видов транспорта. Железные дороги на шестидесятивёрстной (1:2 520 000) карте МПС[1] классифицировались не только по состоянию эксплуатационной готовности, но и с учётом технических характеристик. Несмотря на схожую программу, многочисленные издания этой карты не были стереотипными и имели некоторые отличия в используемых классификациях, что можно объяснить поиском оптимального объёма отображаемых характеристик инфраструктуры с учётом их

[1] Из карт, выпускавшихся МПС, наиболее крупный масштаб имела «Карта железных, водяных и шоссейных путей сообщения Европейской России», издававшаяся в масштабе 40 вёрст в дюйме (1:1 680 000). Известны издания 1902, 1904, 1907, 1909, 1910 годов [Статистические и картографические издания …, 1911, с. 12], а также 1913 г. [Миркин, 1913].

важности. Так, например, в 1883–1893 гг. особо выделялись железные дороги частного пользования (впоследствии «…они были исключены из карты ввиду непостоянства их длины [и] назначения обслуживать только нужды заводов, фабрик и др. предприятий, к которым они проведены» [Миркин, 1913, с. 14]), а в изданиях 1876–1880 и 1898–1900 гг. предусматривалось отображение узкоколейных дорог.

Параллельно получили развитие карты путей сообщения, предназначенные для широкой общественности, издававшиеся частными заведениями (но, как правило, также созданные по официальным данным). Приоритет массового выпуска железнодорожных карт в России принадлежит выдающемуся русскому картографу и издателю А.А. Ильину, опубликовавшему первую карту в 1872 г. (т.е. на четыре года раньше выхода в свет первого официального издания МПС). Отметим, что «Картографическое заведение А. Ильина» производило также почти все картоиздательские работы для МПС с первых лет его основания [Миркин, 1913, с. 4]. С 1913 г. специалистами заведения был также налажен ежегодный выпуск атласа «Железные дороги России». Наиболее же подробная характеристика транспортной инфраструктуры содержится в схеме, выпущенной И.Ф. Зауэром, имевшей 93 врезки с изображением железнодорожных узлов Европейской России, также выдержавшей несколько переизданий (см. таблицу 7).

В советский период ведомственное картографирование железнодорожного транспорта было продолжено после воссоздания в составе отрасли соответствующей структуры – в октябре 1920 г. приказом Л.Д. Троцкого было образовано Центральное бюро статистики и картографии на железнодорожном транспорте Народного комиссариата путей сообщения (НКПС), впоследствии не раз менявшее своё наименование. Наиболее примечательным изданием первых лет Советской власти стала «Карта путей сообщения РСФСР», изданная в 1923 г. с использованием исправленного составительского оригинала 1917 г. (идея карты относится к 1912 г.). Уникальность этого издания заключается в нетипично подробном для карт путей сообщения (в том числе, и современных) отображении географической основы (прежде всего, гидрографии и рельефа).

Таблица 7 – Важнейшие карты, схемы и атласы железных дорог, выпущенные до 1918 г.

Год издания	Название карты	Масштаб (метрический)	Условные обозначения, классификация железных дорог
1	2	3	4
Официальные издания МПС			
1876 *(1-е изд.)* 1880 *(2-4-е изд.)*	Карта сухопутных сообщений России с указанием железных и шоссейных дорог / сост. М. Мусницкий	1:2 520 000	Железнодорожные станции: в узловых пунктах сети ж.д. и в пунктах соединения разных обществ  в оконечных пунктах сети ж.д. и промежуточные […]  *1 и 2 кл. остальные классы* Железные дороги: открытые для движения  *в два пути в один путь узкоколейные* строящиеся
1883 *(1-е изд.)* 1885 1887 1890 1893 1895 1896 1898 1899 1900 *(10-е изд.)*	Карта железных, шоссейных и внутренних водных путей сообщения Российской Империи [с 1893 г. – Карта железных, шоссейных и внутренних водных путей сообщения Европейской России. Карта Азиатской России]	1:2 520 000 врезка Азиатской России – 1:25 200 000	
1913 *(11-е изд.)*	Карта железных, водяных и шоссейных путей сообщения Европейской России. Карта Азиатской России	1:2 520 000 врезка Азиатской России – 1:25 200 000	[Железнодорожные станции]: узловые пункты  концевые пункты  промежуточные пункты  Железные дороги: открытые для движения  *две колеи одна колея* строящиеся
Коммерческие издания			
1872 1874 1875	Карта железных дорог Российской Империи [издание А. Ильина]	1:4 200 000	Железные дороги и станции  строяшиеся проектированные
1887 1890 в 1895–1916 по два выпуска в год 1917 1918	Карта пароходных сообщений, железных и почтовых дорог Российской Империи / издание А. Ильина [с 1917 г. в названии – «… России»]	1:4 200 000 врезка Азиатской России – 1:16 500 000	Железные дороги и станции  Железные дороги строящиеся (слева – обозначения из первого издания, справа – из последнего)

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
1913 1914 1915 1916 1917 1918	Железные дороги России: Атлас / издание А. Ильина	1:2 520 000 и 1:4 200 000	Железные дороги: *двухколейные* *одноколейные* строящиеся *станции, разъезды и платформы* *станции узловые и крупные*
1897 1899 1902 1904 1908 1910 1912 1914	Схема Российских железных дорог / издание И.Ф. Зауэра [с 1899 г. – Схема железных дорог Российской Империи; с 1912 г. – Схема железных дорог Европейской России, Азиатской России]	Картосхема (с 1902 г. – ≈1:2 400 000; с 1908 г. – ≈1:3 200 000; с 1912 г. – ≈1:3 200 000 и 1:10 800 000)	Железнодорожные станции: передаточные (пункты передачи груза с одной дороги на другую) узловые и конечные промежуточные Линии железных дорог: существующие широкой колеи существующие узкой колеи строящиеся двухколейные *стр.* *сущ.* *стр.* *сущ.* *Казённые дороги* *Частные дороги*
1902 1904 1908 1910 1912 1914	*[Приложения к схемам железных дорог И.Ф. Зауэра – схемы-врезки железнодорожных узлов]*	1:252 000	Железнодорожные станции: пассажирские грузовые Линии железных дорог: ширококолейные *гл.пути* *ветви* *гл.пути* *ветви* узкоколейные *гл.пути* *ветви* *гл.пути* *ветви* *Казённые дороги* *Частные дороги общего пользования*

С 1924 г. возобновилось издание шестидесятивёрстной карты путей сообщения. Следует подчеркнуть, что водный и автомобильный транспорт, начиная с 1932 г., были выведены из состава НКПС в отдельную государственную структуру, но, тем не менее, в ведомственном картографировании автомобильные дороги показывались на равных правах с железнодорожными путями сообщения вплоть до 1934 г., а внутренние водные пути – до 1950 г. включительно.

В 1937 г. начался регулярный выпуск «Альбома схем железных дорог СССР». Достаточно примитивное в полиграфическом аспекте, данное издание содержало наиболее подробную характеристику отечественной железнодорожной сети (приводились все раздельные и остановочные пункты с указанием тарифных расстояний между ними).

Начиная с 1939 г., ряд характеристик железнодорожной сети был запрещён к открытой публикации, что сказалось на используемых при картографировании классификациях. На «открытых» картосхемах путей сообщения перестало указываться количество путей на железнодорожных участках, а после 1941 г. гриф «для внутреннего пользования» был присвоен и «Альбому схем железных дорог СССР». До сих пор не существует полной информации о периодичности выпуска картосхем, предназначавшихся для служебного пользования НКПС / МПС в 1939–1991 гг., а также служебных атласов в 1956–1991 гг., поэтому в таблице 8 указанные картографические произведения не отображены. (Достоверно известно об изданиях «Атласа схем железных дорог СССР» 1962, 1968 и 1990 гг., «Схемы железных дорог СССР» 1940, 1942, 1947, 1948 и 1987 гг.).

Таблица 8 – Важнейшие карты, схемы и атласы железных дорог, выпущенные в советский период

Год издания	Название карты	Масштаб	Условные обозначения, классификация железных дорог
1	2	3	4
Официальные издания НКПС / МПС СССР			
1923	Карта путей сообщения РСФСР / сост. в 1917 г. Отд. Статистики и картографии	1:6 300 000	<u>Железнодорожные станции:</u> узловые и конечные промежуточные <u>Железные дороги:</u> открытые для движения *две колеи* *одна колея* строящиеся

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
1924 1925 1927 1929 1930 1931	Схема железных дорог и водных путей сообщения СССР с показанием тарифных расстояний	1:2 520 000	<u>Железнодорожные станции:</u> узловые и конечные передаточные промежуточные двухколейные широкой колеи одноколейные широкой колеи узкоколейные Цвет условного знака железной дороги зависит от её принадлежности к конкретному управлению
1931 1932 1933 1934 1937	Схематическая карта железнодорожных, водных, автомобильных и воздушных путей сообщения СССР [с 1932 г. – Схема … путей сообщения; с 1933 г. – Схематическая карта железнодорожных, водных и автомобильных путей сообщения …, в 1937 г. – Схема железнодорожных и водных путей сообщения …]	1:2 500 000 (с 1933 г. – ≈1:2 250 000; 1937 г. – ≈1:2 520 000)	
1939 1941 1944 1946 1950 1953 1954 1958 1959 1964 1970 1974	Схема железнодорожных и водных путей сообщения СССР [с 1953 г. – Схема железных дорог Союза ССР];	1939 г. – 1:2 500 000; 1941,1944, 1946 гг. – ≈1:2 800 000; 1950, 1964, 1970 гг. – ≈1:3 000 000; 1953 г. – ≈1:2 650 000; 1954 г. - ≈1:3 500 000, 1958, 1959, 1970, 1974 гг. – ≈1:5 000 000	<u>Железнодорожные станции:</u> узловые и конечные конечные управлений ж.д. линейные <u>Железные дороги:</u> ширококолейные узкоколейные
1937 1938 1940 1941	Альбом схем железных дорог СССР	Отсутствует (анаморфозы)	ширококолейные участки узкоколейные участки участки с временной эксплуатацией
1944 1945 1948 1952 1955	Альбом схем железных дорог СССР [для служебного пользования]	Не указан	<u>Железнодорожные станции:</u> узловые и конечные конечные управлений ж.д. линейные <u>Железные дороги:</u> ширококолейные узкоколейные восстанавливаемые

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
Издания Главного управления геодезии и картографии (ГУГК) при Совете Министров СССР			
1981 1983 1984 1985 1986	Схема железных дорог Союза ССР	1:3 500 000	Железнодорожные станции: узловые и конечные передаточные линейные Железные дороги: действующие строящиеся

В современных условиях создание карт и схем железнодорожной сети в нашей стране характеризуется следующими особенностями.

А) Ликвидация отдела транспортной картографии в системе Министерства путей сообщения в начале 1990-х гг. отрицательно сказалась на эффективности и качестве выполнения ведомственных картографических работ. После прекращения деятельности МПС в октябре 2003 г. и создания в результате реформы железнодорожного транспорта ОАО «Российские железные дороги» и Федерального агентства по железнодорожному транспорту (Росжелдор) в указанных организациях также не нашлось места картографическим отделам, как «непрофильным» подразделениям.

В результате выполнение отраслевой картографической деятельности осуществляется дочерними организациями ОАО «РЖД» – проектными и научно-исследовательскими институтами и неизбежно сталкивается с отсутствием «службы-координатора», а также единой базы пространственных данных [Чибряков, 2009а, с. 21–22].

Б) Картографирование железнодорожной сети сейчас осуществляется исключительно при помощи геоинформационных технологий. Поскольку карты – основное средство интерпретации и организации информации, используемой ГИС, а картографические изображения являются рациональной формой

предоставления геоинформации потребителям, производственные предприятия совмещают оба вида деятельности – картографию и геоинформатику.

В настоящее время в холдинге «Российские железные дороги» ведущей организацией в области геоинформатики является Научно-исследовательский институт автоматизации и связи (ОАО «НИИАС»; прежние названия – ВНИИАС МПС СССР, ВНИИУП МПС России). Разработанная в институте на основе ГИС-оболочки «ObjectLand» геоинформационная база данных сети железных дорог РФ, СНГ и стран Балтии (ГИС «РЖД») включает около 6000 станций с указанием их типов и 8000 участков сети с указанием количества главных путей, вида тяги и ряда других характеристик [Чибряков, 2006, с. 61]. Ниже приводятся фрагменты двух типичных карт (на примере Тульской области), созданных с использованием указанной выше базы данных.

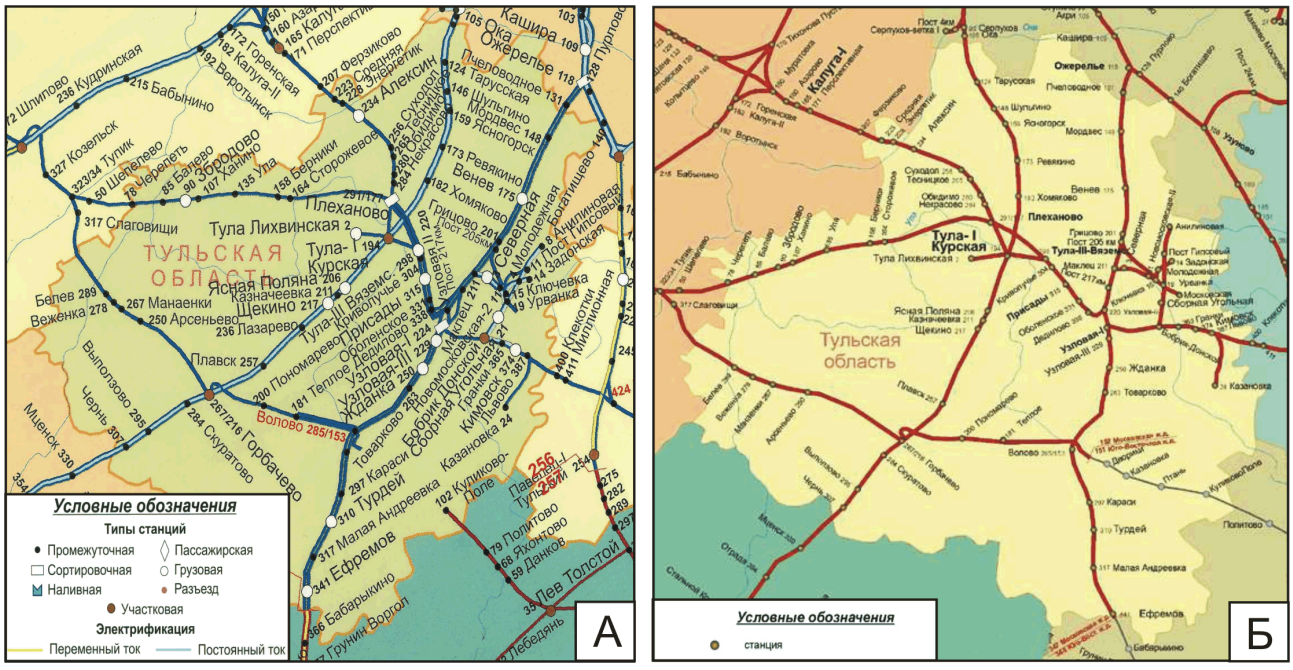


Рисунок 14 – Примеры современных ведомственных картосхем железных дорог России (А – фрагмент схемы, предназначенной для внутреннего пользования ОАО «РЖД», Б – фрагмент схемы, находящейся на официальном сайте Московской железной дороги)

Как видно из рисунков 14а и 14б, содержание картосхем железных дорог, создающихся ныне в ОАО «НИИАС», в целом преемственно содержанию карт и схем, выпускавшихся ранее специализированными картографическими подразделениями МПС Российской Империи и СССР. Однако ОАО «НИИАС» в

настоящее время актуализирует (хотя и недостаточно часто) лишь электронные варианты этих карт, входящие в состав корпоративной ГИС «РЖД». А картосхемы железных дорог, предназначенные для широкой аудитории (рисунок 14б), практически не обновлялись со времени создания в начале 2000-х годов (для сравнения – одним из важнейших достоинств изданий Отдела статистики и картографии МПС Российской Империи считалась «…правильность и своевременность нанесения их [железных дорог] на карту» [Миркин, 1913, с. 4]).

В) Карты и атласы железных дорог, издающиеся государственной картографо-геодезической службой (Роскартография), по своему содержанию и оформлению практически полностью повторяют картографические произведения, выпускавшиеся ГУГК СССР, в том числе, и «Атлас железных дорог СССР», выпускавшийся с грифом «для служебного пользования»[1]. С 1999 г. «Атлас схем железных дорог государств-участников СНГ, Латвии, Литвы, Эстонии» (М.: Роскартография) издается для открытого пользования – существует также издание 2005 г. Возобновлен также выпуск схемы железных дорог масштаба 1:3 500 000 (издания 2001 и 2004 гг.) В отличие от рассмотренных выше ведомственных картосхем железных дорог, содержание данных изданий основано на «Тарифном руководстве № 4». В соответствии с этим, в них обозначаются только тарифицированные железнодорожные участки и раздельные пункты, указываются тарифные, а не эксплуатационные расстояния (рисунок 15а).

Г) Начиная с 1990 года, вновь появились негосударственные предприятия, работающие в картографической области. Тем не менее, случаи создания карт железных дорог коммерческими предприятиями единичны и несистемны (отсутствует регулярное переиздание). Наиболее удачным образцом здесь является «Атлас железных и автомобильных дорог России, стран СНГ и Балтии» (М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография»: Астрель: АСТ, 2003); см. рисунок 15б. Составленный на основе обзорно-топографических карт с нанесением информации о железнодорожных станциях из «Тарифного

[1] Является продолжением выпускавшегося Транскартографией «Альбома схем железных дорог СССР» (см. таблицу 8).

руководства № 4», этот атлас совместил достоинства картосхем путей сообщения и общегеографических карт (подробное изображение географической основы). Однако данное картографическое произведение осталось единственным в своём роде.

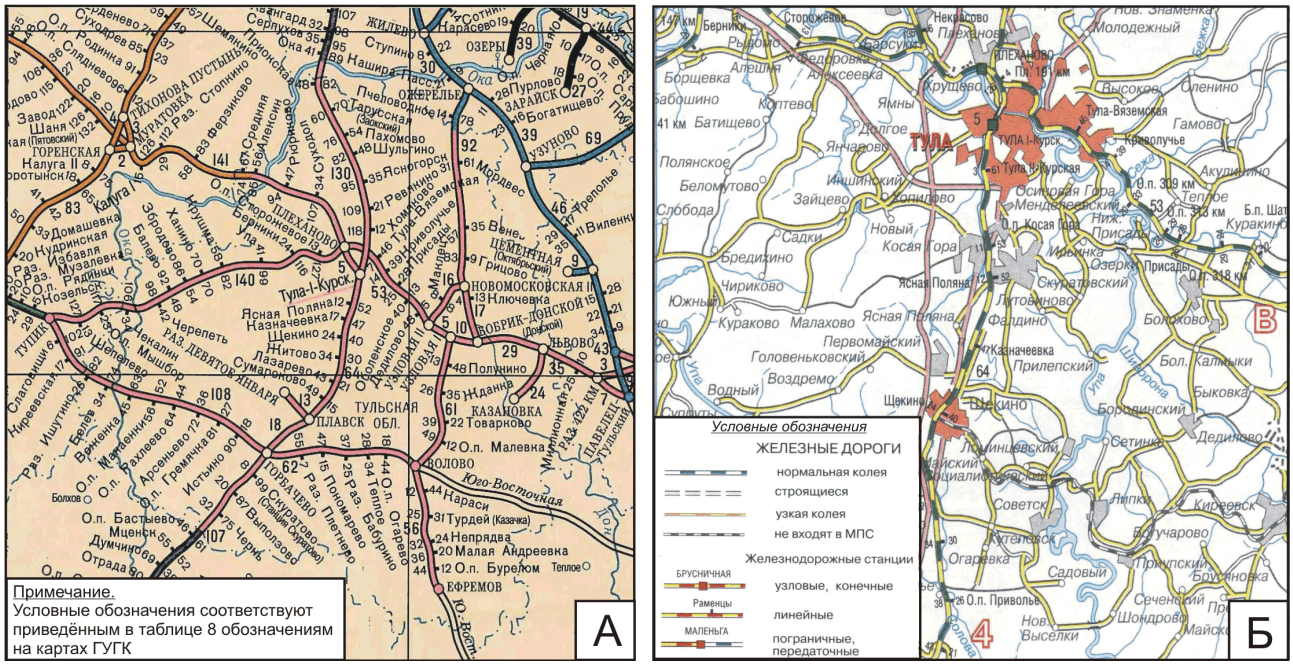


Рисунок 15 – Примеры картосхем из современных атласов железных дорог России, составленных государственными и частными картографическими предприятиями (А – Омской картографической фабрикой, Б – ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография»)

Таким образом, рассмотренные карты и схемы путей сообщения в основном удовлетворяют задачам настоящего исследования. С точки зрения *периодичности выхода в свет* (максимальный интервал между изданиями составляет шесть лет) картографические произведения дореволюционной и советской эпох позволяют составить общую картину развития железнодорожной сети нашей страны, однако современная ситуация в части регулярности переиздания карт путей сообщения явно неудовлетворительна.

Относительно *используемых классификаций* следует отметить, что наиболее подробные из них дают возможность проследить за развитием технической вооружённости железнодорожных линий (таким её элементом, как количество главных путей на перегонах) только до 1937 г., однако в задачи настоящего исследования не входит изучение пропускной способности сети. Что же касается

полноты отображения сети, то следует отметить, что большинство из рассмотренных карт показывают лишь сеть железнодорожного транспорта общего пользования (за исключением сорокавёрстной карты МПС, шестидесятивёрстной карты МПС изданий 1883–1893 гг. и карт А. Ильина). Кроме того, в картографических изданиях, основанных на «Тарифном руководстве № 4», как указывалось выше, отсутствуют и некоторые железнодорожные участки общего пользования (преимущественно соединительные и обводные ветви железнодорожных узлов), которые представляют интерес для настоящего исследования. Это делает необходимым привлечение дополнительных источников, к которым, в том числе, относятся общегеографические карты.

Общегеографические карты. Следует подчеркнуть, что несмотря на соответствие обзорных[1] общегеографических карт диапазону масштабов, использование которого оптимально при изучении макроуровня транспортных структур (см. таблицу 5), на наш взгляд, в настоящей работе целесообразно отказаться от использования карт данной группы, выпущенных в советский период, и ограничиться среднемасштабными (обзорно-топографическими)[2] картами. Несмотря на то, что обзорные общегеографические карты (и, в первую очередь, карта масштаба 1:2 500 000, издававшаяся в Советском Союзе в 1947, 1958, 1964, 1970 и 1976 гг., а также в Российской Федерации в 1999 г.) достаточно подробно передают элементы ландшафта и широко используются в научных исследованиях, важно отметить следующее:

- по своему содержанию эти карты согласованы с атласами и картами железных дорог [Логинова, 1999, с. 27], которые в качестве источников были рассмотрены выше, что делает избыточным их использование в данном случае;
- на упомянутых картах в основном не отображаются соединительные и обводные ветви железнодорожных узлов;
- обзорные общегеографические карты, выпущенные в советский период, не

[1] Карты масштаба менее 1:1 000 000.

[2] Карты масштаба 1:200 000 – 1:1 000 000; имеют общую специфику – обзорность, сочетающуюся с достаточной детальностью.

содержат информации о железных дорогах необщего пользования. Как исключение, показывались Норильская железная дорога, узкоколейная линия Оха – Катангли на Северном Сахалине и ряд других ведомственных участков – данный факт ещё не нашёл своего окончательного объяснения[1].

Рассмотрим особенности содержания обзорно-топографических карт в аспекте отображения железных дорог.

Согласно «Основным положениям по созданию и обновлению топографических планов и карт» [2006, с. 30] на обзорно-топографических картах показываются все железные дороги широкой колеи (исключение делается для некоторых подъездных путей и тупиков, находящихся в районах с густой железнодорожной сетью); узкоколейные железные дороги, как правило, показываются при длине в масштабе карты более 2 см. Это позволяет с достаточной степенью достоверности использовать обзорно-топографические карты в исследованиях пространственной структуры железнодорожных сетей и отказаться от применения крупномасштабных топографических карт.

Первой русской общегеографической картой, отображающей железнодорожную сеть и примерно соответствующей по масштабу и содержанию современным обзорно-топографическим картам, явилась *Специальная карта Европейской России* масштаба 1:420 000 («новая десятивёрстка»)[2]. Практические работы по подготовке этой карты начались в 1863 г. Разработка общих установок десятивёрстной карты проводилась на высоком научно-техническом уровне, не превзойдённом в дореволюционной отечественной картографии, многие использованные приёмы редакционной подготовки были развиты и углублены впоследствии советской картографической наукой. В 1865 г. редактором карты был назначен капитан И.А. Стрельбицкий, сыгравший важнейшую роль в её

[1] На наш взгляд, возможны две вероятные причины отображения этих участков на советских обзорных общегеографических картах. Первая – это является следом их первоначального нахождения в системе МПС СССР (версия была выдвинута известным исследователем железных дорог С.Д. Болашенко и обсуждена в переписке с автором диссертации). Вторая – источниками являлись материалы Института комплексных транспортных проблем (ИКТП), которые ИКТП предоставлял в ГУГК для ведения дежурных карт масштабов 1:8 000 000 и 1:4 000 000 по транспортной сети наряду с материалами МПС [Январева, 1988, с. 358].

[2] «Старой» десятивёрстной картой являлась Специальная карта Европейской России Ф.Ф. Шуберта, созданная в 1821–1839 гг.

создании. К 1872 г. было закончено составление всех 152 листов карты, а к 1874 г. её издание было завершено [Постников, 1989, с. 157–158]. Железные дороги на данной карте наносились полностью, однако без указания характеристик (в отличие от безрельсовых дорог). Впоследствии десятивёрстка переиздавалась и частично дополнялась; некоторые листы перепечатывалась вплоть до 30-х годов XX в. Были созданы и другие общегеографические карты, в том числе *Военнодорожные карты Европейской и Азиатской России*. В целом, к началу Первой мировой войны картографическая изученность России по В.Н. Адрианову [190-?, прил. 9] выглядела следующим образом (см. рисунок 16):

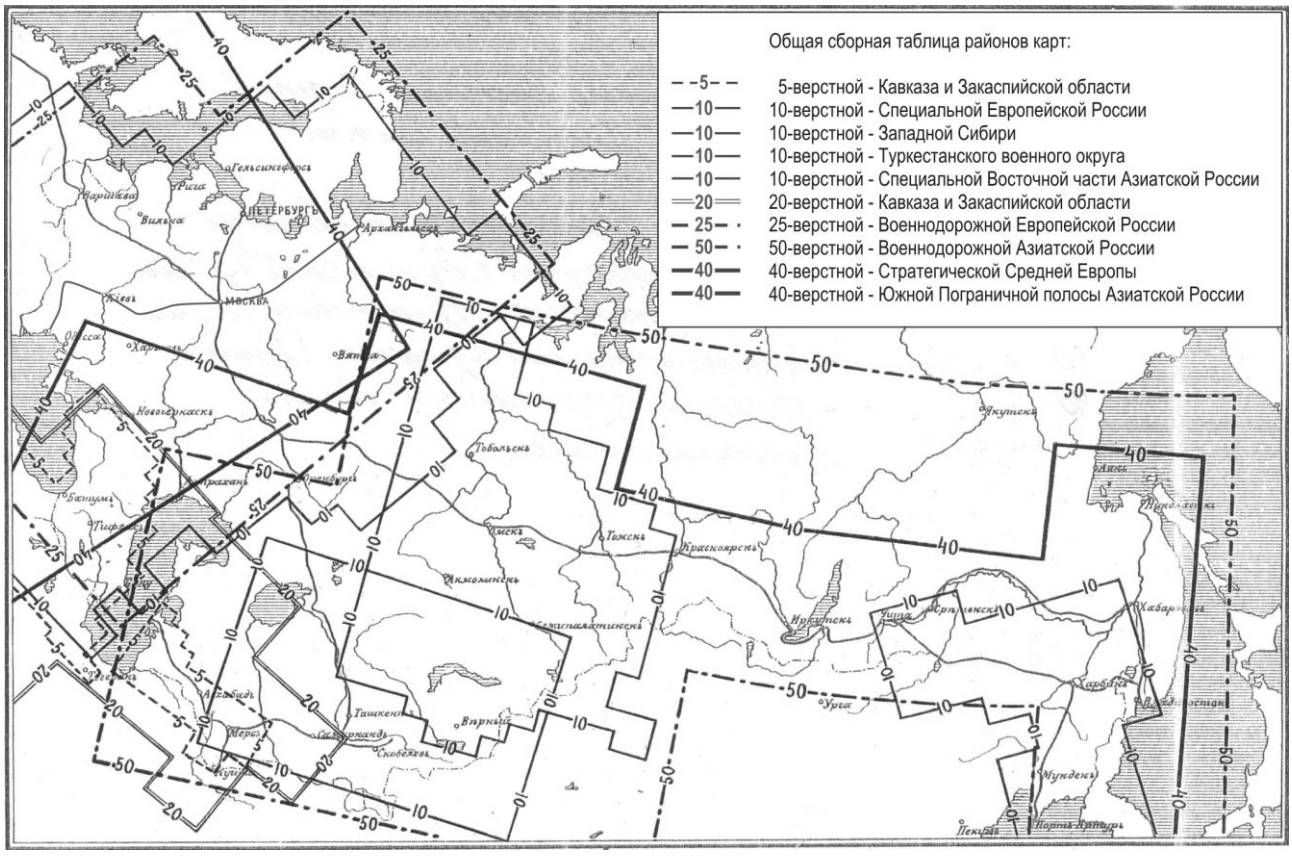


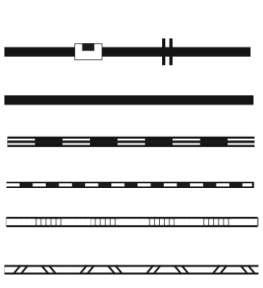
Рисунок 16 – Обеспеченность Российской Империи средне- и мелкомасштабными общегеографическими картами

После основания в 1919 г. Высшего геодезического управления (ВГУ) начался переход к метрической системе, единой разграфке и номенклатуре. Для обзорно-топографических карт были приняты масштабы 1:200 000, 1:500 000 и 1:1 000 000. Однако на картах военно-топографической службы продолжали сохраняться верстовые масштабы (на западных от Пулковского меридиана

территориях) и прежние системы обозначений. Среди лучших серий обзорных карт, созданных в ВГУ, были листы масштаба 1:200 000 на территорию Ленинградской области (1931–1933 гг.) и 1:500 000 на Архангельскую область. Тем не менее, большинство обзорно-топографических карт довоенного периода существенно различались между собой по оформлению и содержанию (в том числе, и по классификациям дорог). Это было связано с неоднократной переработкой инструкций и условных знаков в 20-х и 30-х годах XX века [Верещака, 2002, с. 11–14]. В таблице 9 в качестве примера нами приводятся условные обозначения железных дорог для листов карты масштаба 1:500 000, составленных в конце 1930-х гг. Генеральным штабом Красной Армии на территорию Краснодарского края.

В 1940 г. вышло «Наставление по составлению и подготовке к изданию Государственной карты СССР масштаба 1:1 000 000», работа над которой была завершена в 1945 г. (условные знаки варианта этой карты, изданного ГУГК СССР после войны, приведены в таблице 9).

Таблица 9 – Обозначения железных дорог на старых обзорно-топографических картах

Год издания	Название карты	Масштаб	Условные обозначения, классификация железных дорог
1	2	3	4
1871–1874	Специальная карта Европейской России / под ред. И.А. Стрельбицкого.– 1-е изд.	1:420 000	Железные дороги и станции: 
1941–1942	[Обзорно-топографическая карта СССР: листы K-37-Б, L-37-В, L-37-Г]	1:500 000	Железные дороги двухколейные и станции на них одноколейные электрифицированные узкоколейные строящиеся разобранные 

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
1952–1957	[Обзорно-топографическая карта СССР / сост. Воен.-топогр. службой и картпредприятиями ГУГК]	1:1 000 000	Железные дороги магистральные прочие и станции на них узкоколейные

Параллельно в годы Великой Отечественной войны были развёрнуты работы над созданием новой карты масштаба 1:500 000, получившей название Генеральной, а также новой «специальной оперативно-дорожной» (в соответствии с инструкцией 1942 г.) карты масштаба 1:200 000 [Верещака, 2002, с. 15–16].

В послевоенные годы развитие обзорно-топографического картографирования продолжилось. С 1947 г. функции дорожной карты переходят к новой обзорной карте масштаба 1:300 000 и начинается разработка нового типа карты масштаба 1:200 000 более широкого народно-хозяйственного назначения. В 1950–60-е гг. было осуществлено второе издание карты масштаба 1:1 000 000 на основе однородных исходных материалов – съёмок масштаба 1:100 000 [там же, с. 19], а в 1970–80-х гг. вышло её третье издание.

Современное состояние обзорно-топографического картографирования характеризуется следующими особенностями, важными для использования карт в исследованиях железнодорожной сети.

А) С 1989 года Военно-топографическое управление Генерального штаба Вооружённых сил (ВТУ ГШ) и Роскартография наладили выпуск серий карт масштабов 1:200 000 и мельче для их широкого использования в народном хозяйстве и для продажи населению. К ним относятся: 1) *серия обзорно-топографических карт масштаба 1:500 000,* изданных ВТУ ГШ отдельными листами в компоновке топографических карт того же масштаба; 2) *серия областных топографических карт масштаба 1:200 000,* изданных ВТУ ГШ в виде брошюр; 3) *серия «Общегеографические карты Российской Федерации»*

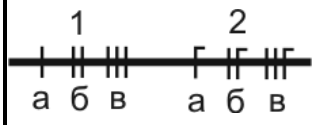
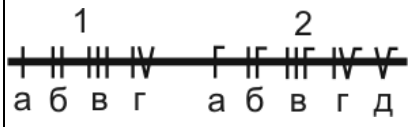
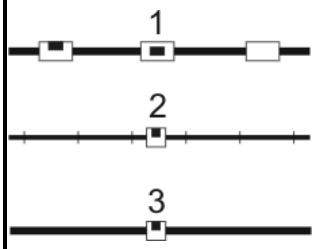
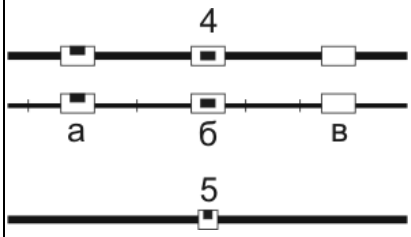
(изданы Роскартографией по субъектам Федерации в масштабах 1:200 000 – 1:4 000 000); 4) *серия «Топографические карты России»* (листы топографических карт масштабов 1:1 000 000, 1:500 000 и 1:200 000, изданные Роскартографией отдельными листами в компоновке топографических карт того же масштаба) [Логинова, 1999, с. 21–24].

Отметим, что на указанных картах первоначально сохранялось содержание, соответствующее исходным листам обзорно-топографических карт, в том числе и по железнодорожной сети. Однако после принятия 06 марта 1995 г. Роскартографией «Перечня элементов содержания топографических карт и планов городов, не подлежащих показу на картах открытого пользования», на данных картах перестали отображаться количество путей на перегонах, а также такие объекты, как *тупики, подъездные пути железных дорог и строящиеся линии*. Действующий перечень аналогичного назначения, утверждённый 14 декабря 2000 г., помимо указанных выше элементов содержит также ограничение на показ электрифицированности железных дорог.

Б) В настоящее время применяются условные знаки, утверждённые почти 30 лет назад, не учитывающие возникновение новых элементов содержания. Следует также отметить, что прежние условные обозначения железных дорог, положенные в основу существующих, также уже обладали заметными недостатками в отношении используемых классификаций [Василевский, 1963а, с. 172–173]. Нами неоднократно давались предложения, касающиеся вопросов необходимости корректировки классификаций объектов железнодорожной инфраструктуры, применяемых при топографическом картографировании; подробно данный вопрос рассмотрен в публикациях [Чибряков, 2009б] и [Чибряков, 2011б]. В основном предложения автора относятся к приведению отображения технической вооружённости железных дорог на картах в соответствие с существующими реалиями, а также к упорядочиванию условных знаков раздельных и остановочных пунктов (см. таблицу 10). В первую очередь, сказанное необходимо учитывать исследователям, поставившим перед собой задачи,

предусматривающие изучение пропускной способности железнодорожной сети с использованием обзорно-топографических карт.

Таблица 10 – Рекомендации по изменению обозначений и классификаций железных дорог на обзорно-топографических картах

Существующее условное обозначение	Предлагаемое условное обозначение	Названия объектов
		Железные дороги (**1** – неэлектрифицированные, **2** – электрифицированные; **а** – однопутные, **б** – двухпутные, **в** – трехпутные, **г** – четырехпутные, **д** – пятипутные)
		**1** – ж.-д. станции с расположением главного здания, **2** – станции на узкоколейных ж.д., **3** – разъезды, обгонные и остановочные пункты. **4** – станции, разъезды, обгонные пункты, удаленные парки станций (**а** – сбоку путей, **б** – между путями, **в** – расположение неизвестно), **5** – остановочные пункты

В) Принципиально новым видом картографических произведений стали цифровые карты. После принятия в 1994 г. Государственной программы цифрового картографирования, в пяти сформированных центрах геоинформации началась оцифровка обзорно-топографических карт масштаба 1:200 000 (около 3,5 тыс. листов) и 1:1 000 000, которая была завершена к концу 1990-х годов. Актуальность исходных карт (в том числе, и в отношении отображения железнодорожной сети) была низкой, что потребовало незамедлительного начала их обновления (а фактически – создания заново) в соответствии с традиционным циклом обновления карт всего масштабного ряда, начиная с базового масштаба 1:25 000 [Кузовков, 2009, с. 49]. Одним из факторов, замедливших работу, стало отсутствие в подразделениях Роскартографии современных ведомственных материалов по железным дорогам. На наш взгляд, причиной этого, в частности, стали следующие факторы.

✓ Упоминавшаяся выше *ликвидация отдела транспортной картографии* в системе Министерства путей сообщения в начале 1990-х годов – подразделения, не только объединявшего отраслевую картографическую деятельность, но и координирующего ее с государственной картографической службой – отрицательно сказалась на поддержании единого информационного пространства железнодорожного ведомства с Роскартографией.

✓ *Усложнилось получение информации о путях необщего пользования* в результате институциональных и организационных преобразований в производственно-экономической сфере. Ранее ведомственная железнодорожная инфраструктура была, в основном, структурирована в рамках крупных предприятий промышленного железнодорожного транспорта (ППЖТ), причем с 1978 по 1993 гг. значительное их количество находилось в системе МПС (концерн «Промжелдортранс»). В настоящее же время наличие большого числа мелких предприятий и организаций, имеющих на своем балансе пути необщего пользования, смена их собственников, частые изменения юридического статуса в результате банкротств и слияний затруднило получение информации подразделениями Роскартографии [Чибряков, 2009а, с. 22–23].

Подытоживая сказанное, можно утверждать, что обзорно-топографические карты вне зависимости от времени своего издания представляют собой весьма ценный материал для настоящего исследования. По степени *полноты отображения* железнодорожной сети обзорно-топографические карты превосходят карты путей сообщения (в том числе, и официальные издания НКПС / МПС СССР) за счёт целостного показа *всей* сети, а не только железных дорог общего пользования. Это обусловлено назначением и масштабом указанных карт. *Классификации* железных дорог на большинстве обзорно-топографических карт, также как и на картах и схемах путей сообщения, имеют технический характер, но несколько более подробны в отношении отображения эксплуатационной готовности железнодорожных линий (кроме действующих и строящихся линий отображаются также недействующие участки, а на картах масштаба 1:200 000 –

полотно разобранных железных дорог). Это является важным достоинством при исследованиях пространственного размещения путей сообщения.

Однако сравнительно редкая *периодичность выхода в свет* (интервал между изданиями составляет до пятнадцати и более лет) и разновременность издания номенклатурных листов на различные территории делают нецелесообразным использование обзорно-топографических карт в качестве основного материала для ретроспективного анализа динамики пространственной структуры железнодорожной сети нашей страны и ограничивают их применение изучением участков необщего пользования и железнодорожных узлов. Таким образом, существует потребность в источниках, предоставляющих более оперативную информацию. К их числу относятся данные дистанционного зондирования (аэро- и космофотоснимки).

2.2.2 Данные дистанционного зондирования.

Аэро- и космофотоснимки уже достаточно давно служат для выявления и обновления данных о транспортных сетях. Как известно, дешифрирование данных дистанционного зондирования подразделяется на три этапа – 1) обнаружение объектов, изобразившихся на снимках; 2) опознавание (распознавание) объектов; 3) определение характеристик. Согласно данным, приведённым Ю.Ф. Книжниковым и соавторами, для *обнаружения объектов железнодорожного транспорта* требуются аэрокосмические снимки, обладающие минимальным пространственным разрешением (L_R) 30 м, *опознавания* – 6 м, а *выявление характеристик* возможно при пространственном разрешении снимков выше 1,5 м [Книжников и др., 2011, с. 20]. Соответственно, должны использоваться снимки высокого (L_R = 10÷30 м) и очень высокого (L_R = 1÷10 м), а также сверхвысокого ($L_R \leq 1$ м) разрешения. (Для фотографических снимков под пространственным разрешением подразумевается линейное разрешение, которое рассчитывается по формуле $L_R = M/2R_{сн}$, где M – знаменатель масштаба фотографического снимка, $R_{сн}$ – разрешающая способность

оригинального негатива; для цифровых (сканерных и др.) снимков за пространственное разрешение принимается размер пиксела PIX на местности $L_R = \sqrt{2\text{PIX}}$ [Книжников и др., 2011, с. 95–97]).

В настоящее время широчайшее распространение получил доступ к данным дистанционного зондирования при помощи геопорталов – геоинформационных Web-сервисов, основанных на материалах космической съёмки Земли. К числу наиболее известных общедоступных геопорталов относятся Google Earth, Microsoft Virtual Earth, Yahoo! Maps, Kosmosnimki.ru. Рассмотрим возможности получения сведений о железнодорожной сети на примере отечественного Web-сервиса Kosmosnimki.ru.

Базовое покрытие указанного геопортала использует материалы космических съёмок, обладающих следующими характеристиками (таблица 11):

Таблица 11 – Обобщённые характеристики спутников дистанционного зондирования Земли, данные которых использованы в геопортале Kosmosnimki.ru

№ п/п	Страна	Компания -владелец	Космический аппарат	Запуск, год	Разрешение, м	Ширина полосы съёмки, км	Масштаб топокарты аналогичной точности[1]
Сверхвысокое разрешение							
1	США	GeoEye	IKONOS	1999	0,8	11,3	1:5 000
Очень высокое разрешение							
2	Индия	ISRO	IRS-1C	1995	5,8	70	1:50 000
			IRS-1D	1997	5,8	70	1:50 000
			IRS-P6	2003	5,8	23-70	1:50 000
3	Франция	SPOT Image	SPOT 2	1990	10	60	1:100 000
			SPOT 4	1998	10	60	1:100 000
Высокое разрешение							
4	США	NOAA	Landsat-7	1999	15	185	1:200 000

На рисунках 17а–17в представлены образцы демаскирующих признаков железных дорог на космических снимках (отметим, что выявление указанных признаков на аэро- и космоснимках практически ничем не различается, что делает возможным применение общей методологии).

[1] Для пунктов 1–3 данная характеристика приведена по материалам статьи: [Адров и др., 2005].

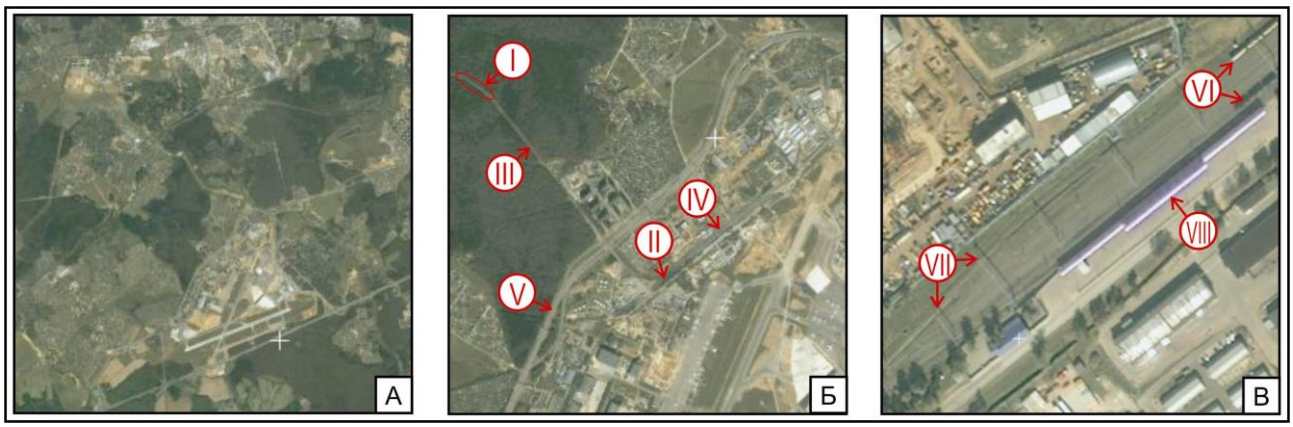


Рисунок 17 – Отображение железных дорог на космических снимках высокого, очень высокого и сверхвысокого разрешения геопортала Kosmosnimki.ru (территория, прилегающая к ст. Аэропорт (пос. Внуково) Московской ж.д.)

Как видно из рисунка 17а, на снимках с пространственным разрешением 15 м (образец приведён к масштабу 1:200 000), отчётливо обнаруживается линейная структура геоизображения, однако детальное опознавание железнодорожной сети при данном разрешении невозможно – схожей структурой изображения обладают также автомобильные дороги, трассы трубопроводов и линии электропередач, у которых одинаково чётко выражено постоянство ширины.

Снимки с пространственным разрешением 5,8 м (образец приведён к масштабу 1:50 000) позволяют распознать железные дороги по прямым признакам (см. рисунок 17б). *Полотно железной дороги* отличается прямолинейностью очертаний, плавностью и большими радиусами закруглений (I); примыкание других железнодорожных линий, в отличие от автодорог, никогда не происходит под прямым углом (II). Железные дороги имеют более плавный, чем у шоссейных дорог, продольный профиль, поэтому много крупных и мелких насыпей и выемок. В лесу железную дорогу, как правило, сопровождает широкая расчищенная полоса отвода (III). В безлесных районах вдоль полотна могут быть расположены снегозащитные посадки или щиты для снегозадержания. На *железнодорожных станциях* увеличивается количество путей, поэтому видно общее расширение полотна (IV) [Смирнов, 1967, с. 199–200]. Отметим также, что получившие распространение с конца 1970-х годов в ряде регионов нашей страны

автомагистрали (автострады) имеют ряд общих с железными дорогами демаскирующих признаков, однако в отличие от последних, обладают большей шириной земляного полотна (порядка 23 м и более – V). Кроме того, автомагистрали характеризуются отсутствием продольной полосатости в изображении полотна и специфическими конфигурациями дорожных развязок.

Что же касается снимков, имеющих пространственное разрешение 0,8 м (образец приведён к масштабу 1:5 000), то они позволяют не только безошибочно распознать железные дороги, но и определить многие их характеристики (рисунок 17в). Наряду с демаскирующими признаками, описанными выше, на аэро- и космоснимках сверхвысокого разрешения часто видны рельсы и шпалы; также железные дороги надежно дешифрируются при наличии подвижного состава (VI) [там же, с. 199]. Таким образом, становится возможным определить количество путей на станциях и перегонах, а также наличие электрификации (особенно при использовании контактной сети с жёсткими поперечинами, дешифрировать которые помогают отбрасываемые ими тени – VII). Также хорошими демаскирующими признаками являются изображения пассажирских зданий, пакгаузов и прочих различных железнодорожных построек, специально оборудованных пассажирских платформ (VIII) и погрузочно-разгрузочных площадок.

Кроме того, на снимках сверхвысокого разрешения заметно различие железнодорожных линий *по ширине колеи* (узкоколейные железные дороги отличаются от ширококолейных меньшими размерами, более крутыми поворотами и заметно меньшим по величине подвижным составом; особенно это заметно в местах, где узкоколейки подходят к станциям железных дорог широкой колеи). Также возможно определение *степени эксплуатационной готовности* железнодорожных линий. Так, у только начатых сооружением дорог на снимках трасса прослеживается как бы «пунктиром». Видны также следы земляных работ, а также временные притрассовые грунтовые дороги. По мере приближения к окончанию строительства железная дорога приобретает черты действующей, но

выделяется резкостью очертаний насыпей и выемок. Хорошо видно на снимках также полотно разобранных железных дорог. От действующих линий их изображение отличается отсутствием рельсов и части мостов, некоторой общей «размытостью» [Руководство по дешифрированию ... , 1980, с. 127–129].

Однако, несмотря на высокую информативность космоснимков, в целом размещённые на геопорталах данные неоднородны по своим характеристикам. В открытом доступе снимки сверхвысокого пространственного разрешения представлены только на территорию крупных городов и мегаполисов; в иных случаях требуется выполнение съёмки на заказ. Это делает невозможным определение при помощи геопорталов современного состояния эксплуатационной готовности железнодорожных линий на большую часть страны. Таким образом, на основании сказанного в разделах 2.2.1 и 2.2.2, необходимо привлечение в исследованиях железнодорожных сетей также и таблично-текстовых данных, которые будут рассмотрены ниже.

2.3 Таблично-текстовые данные

В разделе 2.1 нами упоминалось о разновидностях таблично-текстовых данных – учётно-статистических, нормативно-правовых и литературно-географических материалах. Несмотря на то, что в картографии используется подразделение указанных источников только на литературно-географические и учётно-статистические [Евтеев, 1999, с. 34], с нашей точки зрения, заслуживают выделения в отдельную группу нормативно-правовые источники.

Учётно-статистические источники представляют основной канал обеспечения социально-экономической географии и картографии. Поставщиками данных источников являются: 1) *система государственного статистического учёта* – Федеральная служба государственной статистики (Росстат) → областные, республиканские, краевые, окружные статистические управления → районные и городские инспектуры статистики (первичные органы); 2) *ведомственный статистический учёт* – материалы накапливаются как по «вертикали» – по

ведомственной линии, так отчасти и на соответствующих уровнях государственной службы. Это обеспечивает необходимую сопоставимость данных учёта и его независимый контроль [Евтеев, 1999, с. 43–45].

В настоящее время наиболее подробным изданием Росстата, содержащим информацию о железных дорогах, является периодический статистический сборник «Транспорт в России» [2003–], выходящий один раз в два года (до 2003 г. назывался «Транспорт и связь в России»). Этот сборник содержит следующую информацию о железнодорожной сети (таблица 12):

Таблица 12 – Публикуемые Росстатом сведения о железнодорожной сети

№ п/п	Характеристика	Единица измерения
1	Эксплуатационная длина железных дорог общего пользования	тыс.км
2	Эксплуатационная длина линий промышленного железнодорожного транспорта (подъездных путей)	тыс.км
3	Эксплуатационная длина железных дорог общего пользования по субъектам Российской Федерации	км
4	Густота железных дорог общего пользования по субъектам Российской Федерации	км / 10 тыс. км

С точки зрения картографического метода исследования, указанные сведения могут использоваться лишь при составлении картограмм плотности железнодорожной сети (см. стр. 22), в том числе её динамики. Для изучения же эволюции пространственной структуры сети эта информация практически непригодна, так как в материалах Росстата отсутствуют важнейшие сведения о вводе в эксплуатацию (а также закрытии) конкретных железнодорожных участков. Указанная информация имеется только в ведомственных статистических изданиях.

Первым таким изданием явился «Сборник сведений о железных дорогах в России» [1867–1875], издававшийся в соответствии с предписанием министра путей сообщения от 20 мая 1866 г. предоставлять ему Департаментом железных дорог ежегодно «полные отчёты по развитию, сооружению и действию всех дорог Империи за истекший год» [Исторический очерк развития учреждений … , 1898,

с. 58]. Таким образом, было положено начало централизованной отчётности в системе Министерства путей сообщения. Однако единая статистическая служба начала свою деятельность только 15 сентября 1873 г., когда на основании повеления императора Александра II был образован Статистический отдел МПС [там же, с. 70]. Указанный отдел начал регулярный выпуск «Статистического сборника Министерства путей сообщения» [1877–1920], состоящего из нескольких серий. Сведения «о длине и устройстве путей» вплоть до 1887 г. входили в состав ежегодных сборников общих сведений по железным дорогам, внутренним водным и шоссейным путям, затем железным дорогам стали посвящать отдельные ежегодные выпуски. Данные появлялись в печати через полтора года по истечении отчётного года; после 1905 г. срок подготовки увеличился до трёх лет. Всего из 148 выпусков «Статистического сборника … » информацию о развитии железнодорожной сети содержат 36 выпусков. Наряду со сборником издавался также ежемесячный журнал «Пути сообщения России» [1891–1918], который давал более полную информацию о развитии сети.

В течение трёх послереволюционных лет в составе Народного комиссариата путей сообщения (НКПС) централизованное статистическое подразделение отсутствовало (см. стр. 57), затем был начат выпуск «Материалов по статистике путей сообщения» [1921–1946]. Особенностью статистического учёта в период с 1922 по 1929 гг. являлась его привязанность не к календарному, а к так называемому «операционному» году (с октября по сентябрь). Данные появлялись в печати на следующий после операционного год; с 1930 по 1936 гг. срок подготовки составлял два года, а затем – один год. После преобразования в 1946 г. НКПС в Министерство путей сообщения издание разнообразных материалов по статистике железнодорожного транспорта было продолжено. Сведения об эксплуатационной длине железных дорог, открытии и закрытии участков входили в состав ежегодного сборника под названием «Статистический отчёт о работе железнодорожного транспорта за … год» [1947–1992].

После распада Советского Союза выпуск указанного сборника

осуществлялся сначала Управлением статистики МПС России, а после ликвидации министерства и по настоящее время – Управлением анализа и статистики Департамента информатизации и корпоративных процессов управления ОАО «РЖД» [Статистический отчёт о работе железнодорожного транспорта за … год, 1993–]. Данные публикуются на следующий после отчётного год.

В свете всего вышесказанного представляется очевидным, что весь период развития железнодорожной сети общего пользования нашей страны полностью обеспечен учётно-статистическими источниками. Однако это не умаляет значения других разновидностей таблично-текстовых данных, и, в частности, литературно-географических источников.

Литературно-географические источники. Данные источники информации могут играть двоякую роль в исследованиях железнодорожных сетей.

При изучении железных дорог общего пользования значение литературно-географических источников сводится, прежде всего, к *введению исследователя в исторические, технические и другие реалии*, соответствующие объекту исследования[1]. Кроме того, большинство литературно-географических источников содержат ценные ссылки на использованные первичные источники, то есть велико их *библиографическое значение*. Многие публикации по истории развития отечественного железнодорожного транспорта содержат также *хронологический перечень ввода линий в эксплуатацию и сопроводительный картографический материал*. Подобные исторические очерки либо представляют собой самостоятельные публикации, либо присутствуют как составная часть в учебниках по географии транспорта России (СССР). По мнению С.В. Бернштейна-Когана [1930, с. 280], лучшим очерком истории развития российской железнодорожной сети дореволюционного периода является доклад

[1] Так, например, при применении только учётно-статистических источников может остаться невыясненным отсутствие информации о железнодорожной линии Санкт-Петербург – Парголово – Белоостров в период до 1918 г. Публикации же по истории развития отечественного железнодорожного транспорта помогают выяснить причину этого – данный участок, проходящий по территории Санкт-Петербургской губернии, административно входил в состав Финляндских железных дорог, не учитываемых в большинстве статистических изданий МПС Российской Империи.

В.Г. Михайловского в Императорском Вольном экономическом обществе [1898]. Среди изданий советского периода, на наш взгляд, прежде всего, заслуживает внимания учебник И.В. Никольского «География транспорта СССР» [1960], включающий большое количество удачно составленных текстовых картосхем. Наиболее подробная информация о развитии сети железных дорог нашей страны с момента их основания до 1991 г. приведена в трёхтомной «Истории железнодорожного транспорта России и Советского Союза» [1994, 1997, 2004] и в «Кратких сведениях о развитии отечественных железных дорог с 1838 по 1990 гг.» [1996]. Что же касается современного, постсоветского этапа, то этот период эволюции железнодорожной сети вовсе не получил своего отражения в исследовательских работах[1] и является настоящей «terra incognita» для общедоступных справочных изданий.

При изучении железных дорог необщего пользования роль литературно-географических источников ещё больше возрастает. Причиной является почти полное отсутствие информации о развитии ведомственных железнодорожных линий в официальных статистических изданиях (в число редких исключений входит отчёт «Узкоколейные железные дороги общего и необщего пользования …» [1933]). Среди дореволюционных источников, описывающих линии необщего пользования, следует выделить «Исторический очерк развития железных дорог …» [1898]; литературно-географические источники советского периода, посвящённые этой теме, отсутствуют. В настоящее время резко возросший в нашей стране интерес к истории железных дорог (в значительной степени обусловленный высокими темпами ликвидации малодеятельных железнодорожных линий) вызвал выход в свет большого количества транспортно-исторических исследований. В основном они посвящены истории отдельных железных дорог, причём часто включают карты исследуемых линий (см., например, книгу «Васильевский Мох» об истории Васильевского ППЖТ [Костыгов, 2010]). Уникальным информационным ресурсом является авторский

[1] Единственным исключением явилось выполненное нами исследование [Чибряков, 2008].

«Сайт о железной дороге» С.Д. Болашенко [URL: http://www.infojd.ru], по состоянию на конец 2013 г. содержащий сведения о 726 объектах рельсового транспорта, преимущественно узкоколейных железных дорогах нашей страны. Имеются карты всех описываемых железнодорожных линий на топографической основе. Сайт постоянно обновляется, предполагается разместить на нём описания всех узкоколейных железных дорог бывшего СССР.

Нормативно-правовые источники, представляющие интерес в исследованиях железнодорожных сетей, можно подразделить на две группы. К первой отнесём решения, принимаемые на высшем государственном уровне, а ко второй – нормативно-правовые акты отраслевого и локального уровня.

Особенностью поиска и использования *источников первой группы* является необходимость учёта политических реалий конкретного исторического периода. В дореволюционный период решение о строительстве новых железнодорожных линий общего пользования принимались по представлению министра путей сообщения *Положением Комитета Министров*, утверждавшимся императором. В Советском Союзе аналогичные решения принимались совместным *Постановлением Совета Министров* (Совета Народных Комиссаров) *и Центрального Комитета КПСС* (РКП(б), ВКП(б); во время Великой Отечественной войны данный вопрос находился в компетенции Государственного Комитета Обороны). В настоящее время решения принимаются *Постановлением Правительства Российской Федерации*. При использовании данных источников следует иметь в виду достаточно большой временной лаг между принятием решения о строительстве и пуском линии в эксплуатацию, поэтому гораздо большее значение имеют нормативно-правовые источники *второй группы*.

Среди нормативно-правовых актов отраслевого уровня особое место занимает «Тарифное руководство № 4», уже упомянутое нами в разделе 2.2.1 (стр. 64), традиционно используемое при составлении карт путей сообщения. В настоящее время изменения в «Тарифное руководство» вносятся *приказами Федерального агентства по железнодорожному транспорту (Росжелдор)*,

находящимися в открытом доступе (в правовых информационных системах); до разделения хозяйственной и регулирующей деятельности в железнодорожной отрасли данные изменения вносились *телеграммами МПС*. Издание приказов о вводе линий в эксплуатацию, а также о закрытии участков находится в компетенции Министерства транспорта Российской Федерации, а до 2004 г. – МПС; текст данных приказов также является открытой информацией.

Все указанные выше нормативно-правовые источники содержат сведения только о железных дорогах общего пользования. Актуальная информация о линиях необщего пользования содержится в технико-распорядительных актах станций (ТРА)[1], к которым примыкают данные линии, однако здесь необходимо учитывать ограничения, накладываемые законодательством – информация из ТРА представляет собой коммерческую тайну (до 2004 г. – «для служебного пользования»).

2.4 Совместное использование источников при изучении эволюции пространственного размещения железных дорог

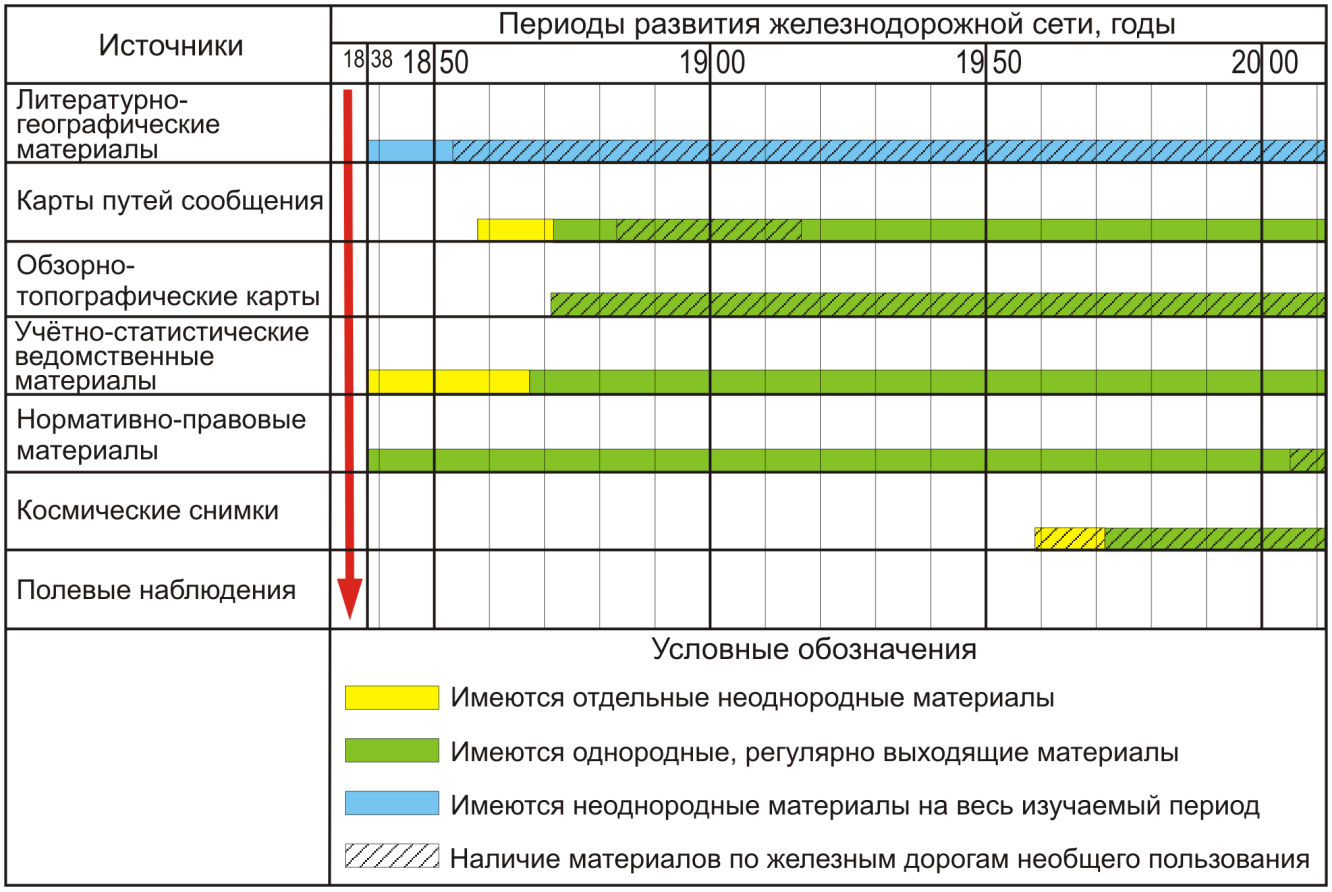
В свете всего вышесказанного представляется очевидной необходимость совместного применения рассмотренных источников. С целью наиболее полного использования их информативных возможностей при изучении пространственного размещения железных дорог с учётом изучаемого периода развития сети целесообразно придерживаться следующего порядка (см. таблицу 13).

Используя в начале исследования литературно-географические источники общего характера для выяснения реалий изучаемого периода, переходят к подробным описаниям, содержащим хронологические таблицы ввода участков железнодорожных линий в эксплуатацию (см. стр. 81–82). Территориальное размещение линий определяют по картам путей сообщения, по дате составления наиболее близко отстоящих от момента ввода участка в эксплуатацию, а в случае

[1] С 2005 г. объединены в единую Автоматизированную систему технико-распорядительных актов станций – АСТРА (разработка и поддержка ОАО «НИИАС»), имеющую элементы, характерные для ГИС.

отсутствия информации (прежде всего, по путям необщего пользования и железнодорожным узлам), используют обзорно-топографические карты.

Таблица 13 – Сводная таблица комплексного использования источников



Если сведения, относящиеся к конкретному моменту развития железнодорожной сети, в литературно-географических и картографических источниках противоречат друг другу, необходимо привлечение ведомственных учётно-статистических материалов. Последнее неизбежно, так как ещё В.Г. Михайловский отмечал противоречивость и неполноту «приводимых в разных сводных и официальных и частных работах данных о времени открытия различных участков русских железных дорог» и указывал на ценность официальных первоисточников [Михайловский, 1898, с. 118].

Что же касается использования нормативно-правовых источников, и, прежде всего, «Тарифного руководства № 4», то здесь следует иметь в виду, что данные

материалы имеют не *констатирующий*, а *предписывающий* характер[1], последнее следует учитывать и при применении современных карт путей сообщения, созданных исключительно на их основе (см. также раздел 3.1.3). Следовательно, они должны использоваться совместно с другими источниками, среди которых – данные дистанционного зондирования, а также материалы полевых наблюдений.

Выводы к главе 2

В приведённой главе были рассмотрены основные группы источников, необходимых при изучении пространственного размещения железных дорог.

Важнейшей из них является группа камеральных источников, включающая: 1) *геопространственные данные (геоизображения),* подразделяемые в свою очередь на картографические материалы (карты, атласы) и данные дистанционного зондирования; 2) *таблично-текстовые данные*.

Проведено изучение как общегеографических, так и тематических карт и атласов на предмет возможности их использования при картографическом методе исследования структуры и динамики железнодорожных сетей.

Существенным препятствием явилось *отсутствие на настоящий момент обобщающих исследований по картам транспорта*, поэтому нами был выполнен анализ содержания и периодичности выхода в свет *карт путей сообщения (железных дорог)*, причём внимание уделено и официальным, и коммерческим изданиям. **Установлены возможности применения карт путей сообщения как основного геопространственного источника при изучении размещения железных дорог общего пользования**.

Среди *общегеографических* картографических произведений для настоящего исследования определено приоритетное значение *обзорно-топографических карт* и изучено их содержание в аспекте отображения железнодорожной сети. **Выявлена ценность обзорно-топографических карт при изучении железных дорог необщего пользования и железнодорожных узлов.**

[1] Иначе говоря: не как *«есть на самом деле»*, а *«как должно быть»*.

Что же касается *данных дистанционного зондирования*, то определена целесообразность использования космоснимков очень высокого разрешения, расположенных на геопорталах, для определения местоположения новых железнодорожных линий, отсутствующих на картах. Возможности применения имеющихся снимков сверхвысокого разрешения для определения эксплуатационной готовности участков железнодорожной сети в основном ограничены территориями, прилегающими к крупным городам.

Анализ *таблично-текстовых данных* проведён отдельно для учётно-статистических, литературно-географических и нормативно-правовых источников (*нормативно-правовые* источники выделены и исследованы впервые). Обоснована неприменимость при изучении пространственных характеристик железнодорожных сетей *материалов государственной статистики*. Определена высокая целесообразность применения *литературно-географических источников* при исследованиях железных дорог, как общего, так и необщего пользования.

В целом, по итогам проведённой экспериментальной и теоретической работы по изучению источников **была составлена сводная таблица комплексного использования источников** с учётом наличия информации на конкретный период развития железнодорожной сети.

Глава 3. Использование картографического метода исследования в моделировании структуры железнодорожной сети России

При изучении транспортных сетей, опирающемся на картографический метод исследования, для получения достоверных результатов помимо рассмотренных выше вопросов информационного обеспечения, важнейшее значение имеет обоснование модели сети для расчёта пространственных характеристик. Для этого необходима разработка:

- ✓ экономико-географической модели исследования;
- ✓ модели структуры железнодорожной сети;
- ✓ модели эволюционного развития железнодорожной сети.

Решению данных вопросов (в том числе, роли картографического метода в их успешном решении) будет посвящена данная глава.

3.1 Экономико-географическое моделирование железнодорожной сети

Исследования железнодорожных сетей в силу пространственного характера распределения объекта изучения «географичны» по своей природе, однако в географии транспорта, как справедливо отмечает Н.П. Каючкин [2003, с. 7] «…по-прежнему остаётся открытым ряд давних проблем […] из-за противоречивости соединительного (переходного) звена между географией и транспортом». Конкретизируя сказанное известным учёным, отметим, что к числу «давних проблем» относится и игнорирование в большинстве географических исследований (а также в социально-экономическом картографировании) *общепризнанного в транспортной науке единства железнодорожной сети*, когда предметом изучения становятся лишь железные дороги, формально относимые к инфраструктуре общего пользования. Рассмотрим данный вопрос в контексте задач настоящей работы.

3.1.1 Железнодорожная сеть как единая система

В разделе 1.1 нами было указано на важность учёта подразделения железных дорог на транспорт общего и необщего пользования, а также технологический железнодорожный транспорт.

Совокупность железных дорог необщего пользования и технологического железнодорожного транспорта называют *промышленным* железнодорожным транспортом. Для нашего исследования существенно, что в данной подсистеме в свою очередь различают внешний и внутренний промышленный транспорт. Задачами *внешнего* промышленного транспорта являются приём предприятием сырья и заготовок с транспорта общего пользования и передача на него готовой продукции. *Внутренний* (или *внутрипроизводственный*) промышленный транспорт (внутризаводской, карьерный, внутришахтный) осуществляет производственно-технологические связи между участками и цехами предприятия [Выгнанов и др., 1994, с. 335]. Следует подчеркнуть, что сам термин «промышленный транспорт», несмотря на его официальное признание, с лексической точки зрения достаточно условен, так как ведомственная железнодорожная инфраструктура имеется не только у промышленных добывающих и обрабатывающих предприятий, но и у многих крупных сельскохозяйственных предприятий, а также у ряда научных организаций, инфраструктурных и оборонных объектов.

С учётом вышесказанного, структуру железнодорожного транспорта в аспекте выполняемых функций представим следующим образом (см. рисунок 18):

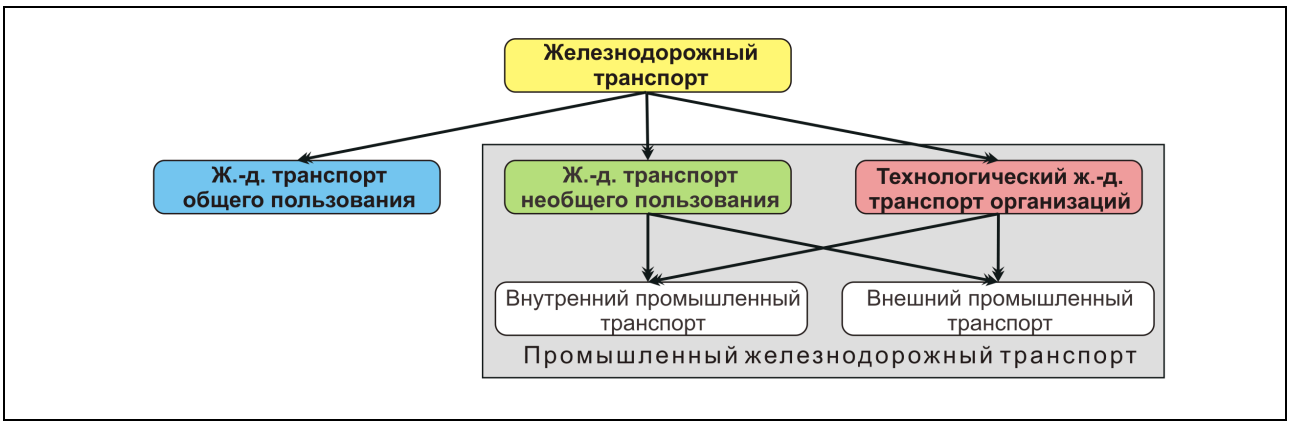


Рисунок 18 – Структурная классификация железнодорожного транспорта

Несмотря на то, что внутренний промышленный транспорт можно считать неотъемлемой частью транспортной системы страны (за исключением внутрицехового, представляющего разновидность производственных агрегатов) [Ускова, Усков, 1976, с. 32], ниже он не рассматривается. Фактически внутренний промышленный железнодорожный транспорт каждого предприятия является отдельным объектом локального уровня транспортного комплекса, наряду со специализированными рельсовыми системами населённых пунктов и низовыми звеньями железнодорожной сети (станциями, депо и др.), и, следовательно, не входит в состав предмета настоящего исследования.

Что же касается внешнего промышленного железнодорожного транспорта, то здесь необходимо выявить *критерии сходства* между линиями внешнего промышленного транспорта и железнодорожной инфраструктурой общего пользования, чему до сих пор в транспортно-географических исследованиях практически не уделялось внимания.

Важность учёта этого фактора определяется следующими причинами.

1) *Нормативно-технические акты, регламентирующие деятельность* линий общего пользования и промышленного транспорта, в последнее время имеют явную тенденцию к сближению после утверждения 21 декабря 2010 г. новых Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, обязательных к выполнению всеми владельцами инфраструктуры общего и необщего пользования [Правила технической эксплуатации … , 2011, с. 3].

2) *По протяжённости линий* крупные объекты промышленного железнодорожного транспорта сопоставимы с железными дорогами общего пользования, принадлежащими локальным владельцам. К последним относятся участки общего пользования, эксплуатируемые иными, чем ОАО «РЖД», владельцами: ОАО “АК «Железные дороги Якутии»” – 356 км и ОАО «Ямальская железнодорожная компания» – 525 км. Для сравнения приведём значения протяжённости крупнейших линий необщего пользования: эксплуатационная длина Монзенской железной дороги ООО «Монзажелтранс» составляет 268 км,

ветви Улак – Эльга ООО «Мечел-Транс Восток» – 321 км, линии Обская – Бованенково – Карская ООО «Газпромтранс» – 572 км.

3) *Эксплуатационные показатели* линий промышленного железнодорожного транспорта в общем сопоставимы с показателями малодеятельных линий общего пользования (грузонапряжённость – 2 и менее млн ткм брутто/км в год; размеры движения – 8 и менее пар поездов в сутки), а зачастую их превосходят (максимальные значения грузонапряжённости на линиях необщего пользования – преимущественно в угольной и металлургической промышленности – могут достигать 20–25 млн ткм брутто/км в год).

4) *Техническая оснащённость* линий промышленного железнодорожного транспорта с интенсивным движением не уступает железнодорожным линиям общего пользования. Встречаются двухпутные участки, ряд линий электрифицирован, используются современные средства сигнализации и связи, включая автоблокировку и диспетчерскую централизацию. На некоторых линиях используются не маневрово-вывозные, а тяжёлые магистральные грузовые локомотивы.

5) *Экономическое значение* линий внешнего промышленного железнодорожного транспорта для отдельных регионов часто сопоставимо со значением железных дорог общего пользования. Следует отметить, что широко практикуется совместное использование указанных линий. Это осуществляется либо посредством учреждения совместного перевозчика и владельца инфраструктуры – предприятия промышленного железнодорожного транспорта (ППЖТ), либо путём заключения контрагентских договоров с владельцем железнодорожной линии.

6) *Социальное значение* линий внешнего промышленного железнодорожного транспорта в основном заключается в организации по ним пассажирского движения (причём не только с целью доставки сотрудников предприятий к месту работы), то есть принятии на себя функций, более характерных для линий общего пользования. Последнее, как правило, встречается на малонаселённых

территориях, где отсутствуют полноценное автомобильное сообщение и железные дороги общего пользования.

Таким образом, различия железнодорожных линий общего пользования и промышленного транспорта носят преимущественно правовой характер, что же касается сходных черт (прежде всего, социально-экономических), то они делают необходимым в транспортно-географических исследованиях совместное рассмотрение железных дорог общего и необщего пользования. Однако в силу чрезвычайно большого количества последних и значительного разброса характеристик (в частности, протяжённость указанных линий находится в диапазоне от нескольких десятков метров до сотен километров) требует разрешения вопрос отбора ведомственных железных дорог для исследования пространственных свойств железнодорожной сети. Представляется целесообразным ограничиться линиями, имеющими наибольшее экономическое и социальное значение для регионов Российской Федерации – назовём их *линиями регионального значения* в отличие от прочих ведомственных веток, имеющих *местное значение*.

3.1.2 Картографический метод в исследованиях железнодорожных линий регионального значения

С точки зрения методологии возможно применение нескольких способов классификации ведомственных железных дорог по их значимости. Традиционно критерием отнесения линии к той или иной категории является её грузонапряжённость. Как вариант, учитывается объём прибытия грузов на станцию примыкания – именно по этому признаку ещё в 1874 году специально созданной Особой Комиссией при Министерстве путей сообщения была сделана первая попытка классификации подъездных путей [Исторический очерк развития железных дорог … , 1898, с. 534]. В настоящее время при заключении договоров ОАО «РЖД» с владельцами путей необщего пользования широко применяется классификация по вагонопотоку. Однако, с нашей точки зрения, в транспортно-географических исследованиях оптимальным показателем является

пространственное положение данной линии относительно железнодорожной сети общего пользования. Ключом к нахождению этого критерия может стать выделение зон различной степени транспортной освоенности внутри территории России, опирающееся на картографический метод исследования.

Первым рассматривать пути сообщения не просто как линии, а как площадные объекты, локализованные вдоль линий, стал Н.Н. Баранский. В конце 1930-х годов им было предложено для расчёта показателя транспортной обеспеченности территории на карте «по обе стороны каждой железной дороги дать цветную полосу шириной 20 км […], и тогда соотношение площади покрытой фоном ко всей площади покажет то, что надо» [Баранский, 1960, с. 344]. Затем советский экономико-географ Н.Н. Колосовский по результатам анализа географических карт обнаружил, что «при учёте 20-километровой полосы [по 10 км с каждой стороны – *Я.Ч.*] вдоль магистралей обслуженность для крупной промышленности составляет всего лишь около 10 % от всей территории СССР» [Колосовский, 1959, с. 12]. Г.А. Гольц, проведя исследования взаимозависимости транспортной сети и расселения, констатировал, что «в 1970 г. в СССР на расстоянии до 10 км от железных дорог проживало 67,4 % населения» [Гольц, 1981, с. 11].

Полоса шириной 20 км, симметрично расположенная вдоль железной дороги, упоминается и в исследованиях других учёных. Именно район тяготения в указанных пределах фактически является зоной непосредственного обслуживания железнодорожным транспортом; эта его особенность получила отражение в синонимичных терминах «зона сильного тяготения» (в пределах «полосы влияния») [Тархов, 1987, с. 176] и «примагистральная зона» [Шлихтер, 1995, с. 42]. Н.П. Каючкин отметил, что примагистральная зона характеризуется наличием сети подъездных путей, которые по мере усиления освоенческих импульсов могут совершенствоваться, удлиняться и превращаться в самостоятельные пути сообщения с собственными зонами непосредственного обслуживания [Каючкин, 2003, с. 33].

Таким образом, в качестве критерия отнесения железнодорожных линий внешнего промышленного транспорта к линиям регионального значения нами предлагается их расположение, характеризующееся *выходом за пределы примагистральных зон железных дорог общего пользования, и, как следствие, наличием собственной зоны тяготения*. Выделить указанные зоны возможно только составив изолинейную «карту удалённости» (см. стр. 24–25) с построением изодистанты L=10 км. Далее граница примагистральной зоны корректируется с учётом физико-географических особенностей территории (водных преград и др.). Ниже в качестве примера на составленной нами карте масштаба 1:1 500 000 приводится изображение полигона железнодорожной сети юга Красноярского края с выделением участков железных дорог общего пользования и линий необщего пользования, как регионального значения, так и прочих (см. рисунок 19).



Рисунок 19 – Фрагмент карты железнодорожной сети с указанием примагистральных зон

Отметим, что ряд линий регионального значения может нести и стратегическую нагрузку, как, например, указанная на карте ветвь Базаиха – Железногорск, однако сравнительно небольшое количество последних делает нецелесообразным отказ от предложенного нами выше термина. В Приложении А нами приведён список линий регионального значения, определённых упомянутым

выше образом (в данный список включены только линии, расположенные на территории нынешней Российской Федерации).

Заслуживают особого упоминания узкоколейные ведомственные железнодорожные линии, некогда имевшие широчайшее распространение в районах лесозаготовок, добычи торфа и строительных материалов. Подобные линии промышленного железнодорожного транспорта состоят, как правило, из *постоянной части* («магистрали», срок службы которой исчисляется десятками лет, и веток, имеющих меньший срок эксплуатации), и так называемых *«усов»*, временных ответвлений от магистрали (не подлежащих статистическому учёту), прокладываемых к лесосекам и торфяным полям, разрабатываемых в течение краткого периода (до одного года). Наиболее крупные узкоколейные железные дороги имели протяжённость в несколько сот километров, содержали двухпутные участки и были сопоставимы с железнодорожными сетями небольших государств. Не отрицая их значения для экономики и социальной сферы регионов, на территории которых они находились, отметим, что изучение динамики размещения данных линий на территории нашей страны в настоящий момент затруднительно из-за крайней неоднородности и неполноты имеющихся данных. В настоящее исследование включены только узкоколейные линии регионального значения, имеющие не моноотраслевое, а *комплексное* значение для экономики региона (вне зависимости от формальной ведомственной принадлежности); список таких линий приведён в Приложении Б.

3.1.3 О введении понятия «эффективная железнодорожная сеть»

С экономико-географической точки зрения важнейшим качеством железнодорожной сети (как и любой другой транспортной сети) является её способность удовлетворять потребности обслуживаемой территории – отдельной страны, международного объединения, экономического района, городской агломерации или отдельного населённого пункта. Очевидно, что в исследованиях обеспеченности территорий железнодорожной сетью и структуры

железнодорожных сетей необходимо учитывать линии, непосредственно используемые при перевозках грузов и пассажиров. Однако в существующей практике экономико-географических исследований (в частности, при вычислении показателей густоты железнодорожной сети – стр. 20–21) учитываются *участки, включённые в эксплуатационную длину полигона железнодорожной сети общего пользования*[1]. Указанный подход обладает следующими недостатками:

А) Остаются вне рассмотрения *участки с временной эксплуатацией* (формально относимые к строящимся), которые, тем не менее, играют важную роль в обслуживании территорий, на которых они расположены – до сдачи в постоянную эксплуатацию по железной дороге также перевозятся различные народно-хозяйственные грузы, багаж, почта, а в ряде случаев – и пассажиры. Участки железных дорог общего пользования с временной эксплуатацией включаются в «Тарифное руководство № 4» и отображаются как действующие на картах путях сообщения, а также на топографических картах.

Б) Некорректно включение в рассматриваемый полигон железнодорожной сети *непригодных для движения участков*, формально считающихся «законсервированными», но, тем не менее, *учитываемых в эксплуатационной длине сети.* Поясняя сказанное, отметим, что по действующим нормативно-техническим документам ОАО «РЖД» консервация железных дорог может происходить как со снятием рельсошпальной решётки, так и без него[2]. На топографических картах указанные участки отображаются соответственно как полотно разобранных железных дорог и как недействующие линии [Основные положения … , 2006, с. 30], а на картах путей сообщения – вообще особо не оговариваются, что необходимо иметь в виду в транспортно-географических исследованиях.

Таким образом, *полигон железнодорожной сети, непосредственно обслуживающей некоторую территорию* (с учётом рассмотренных выше линий

---

[1] Эксплуатационная длина полигона железнодорожной сети определяется путём суммирования расстояний (в километрах) между осями станций, которые измеряются по оси главного пути (на многопутных линиях наименьшей протяжённости).

[2] Согласно «Инструкции о переводе на консервацию и проведении расконсервации объектов путевого хозяйства», утверждённой распоряжением ОАО «РЖД» от 16 августа 2006 г. № 1707р.

регионального значения), используя систему обозначений, принятую в теории множеств, можно представить следующим образом:

$$P = P_{пост} \cup P_{вр} \cup P_{рег} \setminus P_{конс}, \quad (1)$$

где $P_{пост}$ – полигон железнодорожных линий, находящихся в постоянной эксплуатации, $P_{вр}$ – совокупность железнодорожных линий, находящихся во временной эксплуатации, $P_{рег}$ – совокупность ведомственных железнодорожных линий регионального значения (сюда же мы включаем подъездные и станционные соединительные пути ОАО «РЖД», имеющие примагистральные зоны), $P_{конс}$ – совокупность участков железных дорог, непригодных для движения (в т.ч. со снятой рельсошпальной решёткой).

Мы предлагаем назвать указанный результирующий полигон железных дорог *эффективной железнодорожной сетью*, по аналогии с широко известным в экономической географии понятием «эффективной территории», то есть территории, пригодной для хозяйственного освоения. *«Эффективная длина»* (суммарная протяжённость линий $l_{эф}$, входящих в полигон эффективной железнодорожной сети), составит:

$$l_{эф} = l_{пост} + l_{вр} + l_{рег} - l_{конс}, \quad (2)$$

где $l_{пост}$ – эксплуатационная длина железнодорожных линий, $l_{вр}$ – протяжённость железнодорожных линий, находящихся во временной эксплуатации, $l_{рег}$ – протяжённость ведомственных железнодорожных линий регионального значения, $l_{конс}$ – протяжённость участков железных дорог, непригодных для движения. Представляет интерес сравнение полигона железнодорожной сети, определяемого традиционным образом, и эффективной сети на примерах старопромышленного региона и региона нового хозяйственного освоения.

На рисунках 20 и 21 представлены составленные нами карты железнодорожной сети типичного старопромышленного региона – Тульской области и характерного региона нового освоения – Ямало-Ненецкого автономного округа с указанием железных дорог, находящихся во временной эксплуатации, несуществующих и разобранных линий, а также линий необщего пользования, имеющих региональное значение.

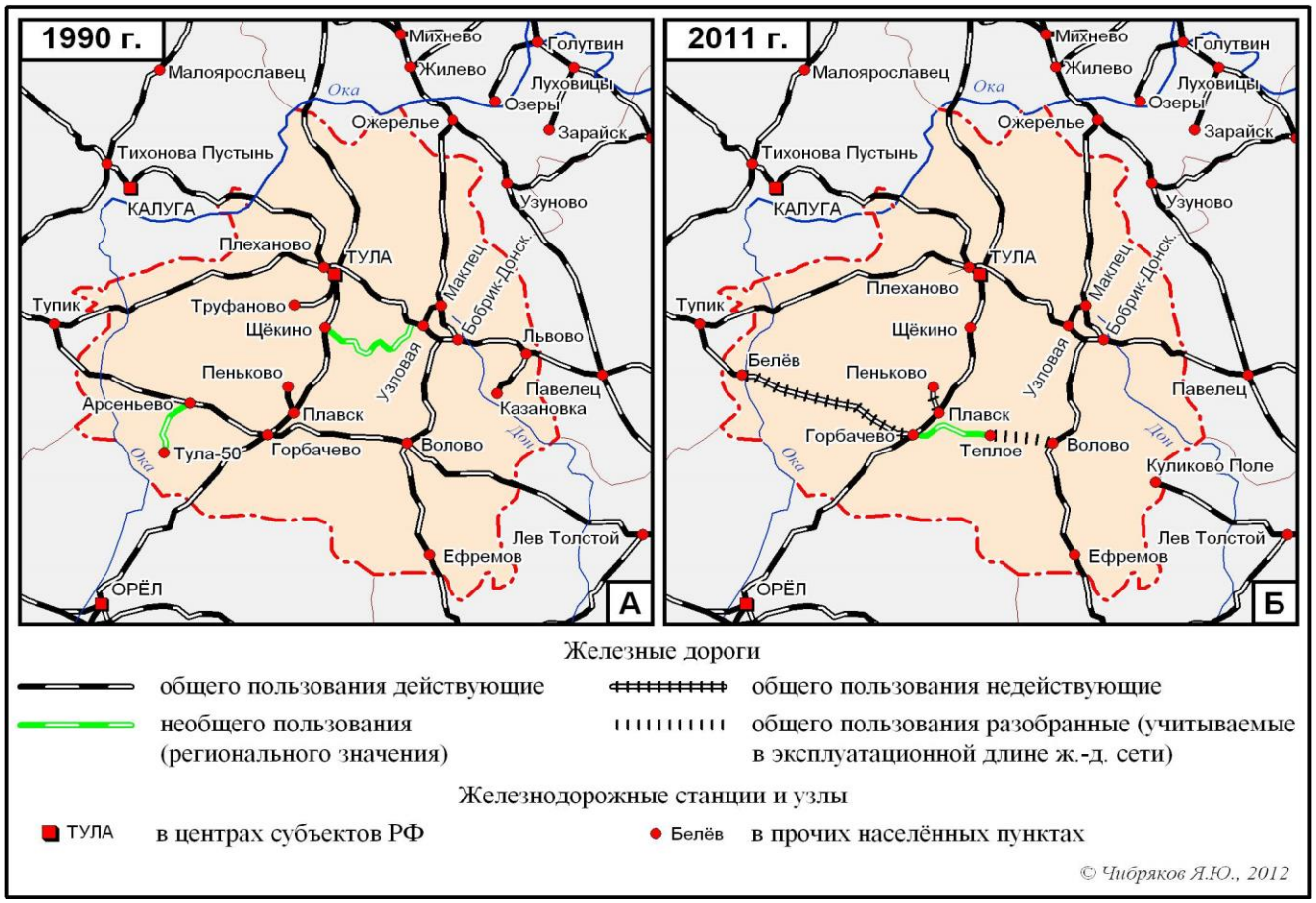


Рисунок 20 – Полигон железнодорожной сети Тульской области в 1990 и 2011 гг.

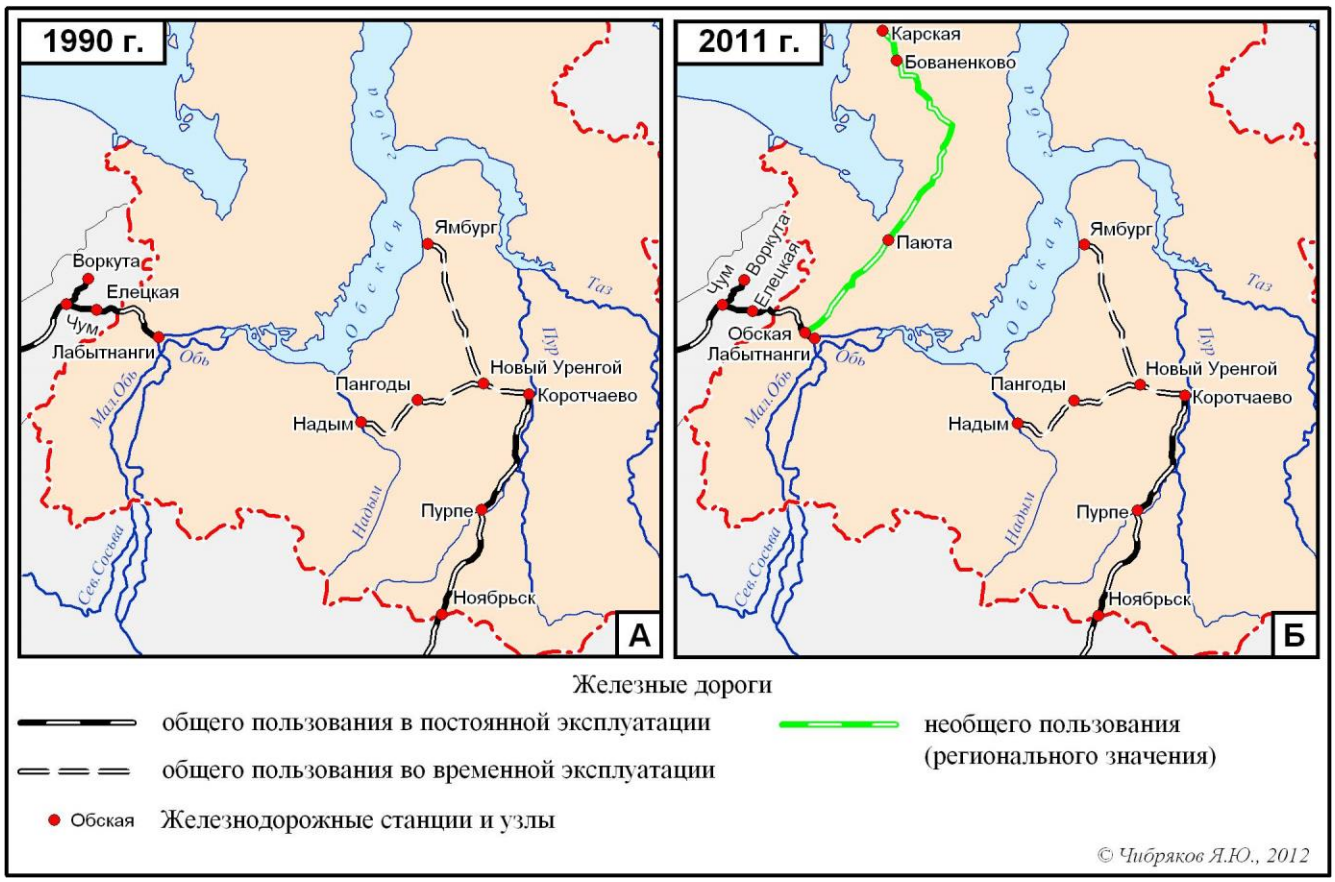


Рисунок 21 – Полигон железнодорожной сети Ямало-Ненецкого автономного округа в 1990 и 2011 гг.

Протяжённость участков железнодорожных линий на территории указанных регионов с разбивкой эффективной сети на составляющие, приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Протяженность (в тыс. км) полигонов железнодорожной сети Тульской области и Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) в 1990 и 2011 гг.

Субъект Российской Федерации	Год	$l_{пост}$ (эксплуатационная длина)	$l_{вр}$	$l_{рег}$	$l_{конс}$	$l_{эф}$ (эффективная длина)
Тульская обл.	1990	**1,13**	0	0,09	0	**1,22**
	2011	**0,95**	0	0,03	0,11	**0,87**
ЯНАО	1990	**0,48**	0,53	0	0	**1,01**
	2011	**0,48**	0,53	0,57	0	**1,58**

Обращают на себя внимание значительные различия как в *пространственной структуре* железнодорожной сети, определяемой традиционным образом и предложенным нами способом, так и в её *протяжённости*, на основании которой определяются показатели транспортной обеспеченности изучаемой территории. Эти различия видны как при сравнении данных за один и тот же год (по Ямало-Ненецкому автономному округу $l_{пост}$ и $l_{эф}$ за 2011 г. отличаются более чем в три раза), так и при изучении динамики явления (для Тульской области сокращение протяжённости железнодорожной сети в реальности оказалось более значительным по сравнению с данными статистики ОАО «РЖД»).

Таким образом, изучение в экономико-географических исследованиях только участков, включённых в эксплуатационную длину полигона железнодорожной сети общего пользования, может привести к серьёзному искажению картины исследования[1]. Соответственно, заниженными (либо завышенными) окажутся как показатели густоты (плотности) сети, так и её топологические характеристики. Применение же предлагаемого нами подхода даёт более объективные результаты, и в основу моделирования структуры и развития железнодорожной сети России,

[1] Представляет интерес также сравнение отображения железнодорожной сети Тульской области на рассмотренных выше картографических произведениях (рисунки 14 и 15), дающих искажённую картину транспортной обеспеченности территории, и картах эффективной железнодорожной сети (рисунок 21), составленных нами с использованием учётно-статистических и литературно-географических источников.

которое будет рассмотрено в следующих разделах, положена именно эффективная сеть[1].

3.2 Структура железнодорожной сети и картографическая генерализация

Как было показано в разделе 1.2.2, топологическое и эволюционно-морфологическое направления изучения структуры транспортных сетей базируются на представлении их (сетей) в виде графа. Однако, несмотря на простоту и наглядность, предложенный К. Канским алгоритм перехода от картографического изображения железнодорожной сети к её графу обладает определёнными недостатками.

Начало активного использования геоинформационных технологий для моделирования развития сети железных дорог, получившее развитие в 1990-е годы, выявило невозможность однозначного восстановления облика сети в виде графа при решении практических задач управления железнодорожной инфраструктурой. Следствием этого стало появление нового пространственно-параметрического описания топологии сети железных дорог, учитывающего особенности её *различных территориальных уровней* [Шварцфельд, 2001, с. 15], которое упрощённо представлено на рисунке 22.

Нетрудно заметить, что в основе выделения территориальных уровней сети железных дорог в соответствии с представленной выше схемой лежит *административный принцип* устройства железнодорожного транспорта МПС (ныне – ОАО «РЖД»)[2]. Очевидно, что он не удовлетворяет потребностям настоящего исследования, основанном на изучении эффективной железнодорожной сети России, при определении которой нами были использованы не формальные административно-правовые, а экономико-географические критерии. Представляется целесообразным при выделении

[1] Из-за отсутствия на настоящий момент однородных данных о времени открытия участков с временной эксплуатацией, в настоящей работе данные участки учитываются только при рассмотрении существующего состояния железнодорожной сети.

[2] В настоящее время ОАО «РЖД» насчитывает в своём составе в качестве административно-территориальных единиц 16 железных дорог; деление железных дорог на отделения окончательно упразднено с 01 июля 2011 г.

территориальных уровней сети железнодорожной сети России применение *методов, характерных для картографической генерализации*, т.е. генерализации образно-знаковых моделей действительности.

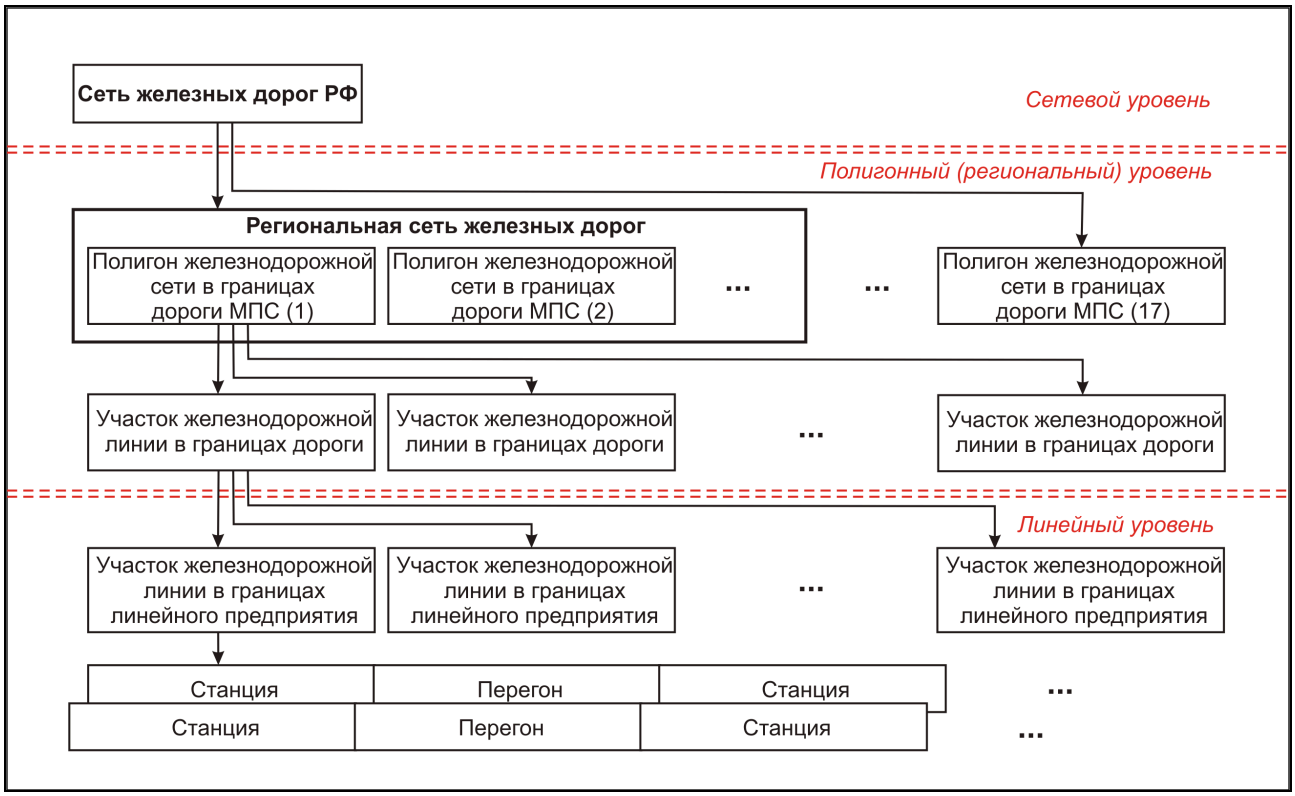


Рисунок 22 – Трёхуровневая модель сети железных дорог по Шварцфельду [2001, с. 10–11]

Как отмечал К.А. Салищев, «понимание карт как моделей геосистем или их частей (аспектов) позволяет увидеть в генерализации средство к выделению в геосистемах их ведущих (главных) элементов, связей и процессов, а также путь к отображению систем более высокого ранга и получению о них качественно новых знаний в результате абстрагирования и устранения информации, излишней для анализа этих систем» [Салищев, 1990, с. 144–145]. Для этих целей рассмотрим вопросы генерализации железнодорожной сети на картах, которые, по сей день, остаются недостаточно изученными.

Наиболее полно данные вопросы разработаны для топографических и обзорно-топографических карт (порядок генерализации для них закреплён в «Основных положениях по созданию и обновлению топографических планов и карт» [2006]). Проблема же генерализации железных дорог на мелкомасштабных общегеографических и тематических картах по-прежнему остаётся актуальной.

Как известно, генерализации могут подвергаться как пространственные геометрические характеристики объектов, так и содержательные аспекты карты. Ниже внимание будет уделено только *генерализации содержательных аспектов карты*, одним из которых является топологическая составляющая картографического изображения (см. стр. 44). При моделировании железнодорожной сети для решения задач настоящего исследования актуальной является такая сторона генерализации, как *отбор картографируемых объектов*.

Генерализация железнодорожной сети осуществляется по существующим цензам и нормам отбора, устанавливаемым соответственно назначению, масштабу, тематике карты и др. Советский картограф В.И. Сухов обосновал приоритетность учёта экономических характеристик при генерализации железнодорожной сети на мелкомасштабных картах и необходимости тщательной предварительной классификации путей сообщения по грузо- и пассажиропотоку [Сухов, 1945]. По проведённым научным исследованиям также важно сохранять качественное соотношение густоты сети на разных частях изображения, а также конфигурационные особенности сети. Зависимость густоты дорожной сети различных регионов от масштаба карты изучалась, в частности, Л.В. Кудрявцевым [2010, с. 75–78]. Вопросы учёта конфигурации железнодорожной сети при генерализации рассматривались Л.И. Василевским [1963а, с. 173–175].

Однако нам представляется необходимым в процессе генерализации разделять в конфигурации: 1) собственно *конфигурационный тип сети* (радиально-кольцевой, линейный, древовидный и т.п. – см. стр. 29); 2) *конфигурационный тип важнейших элементов сети* – железнодорожных узлов (назовём его «микроструктурой» сети в отличие от «макроструктуры» – конфигурации сети в целом). Для уменьшения (по возможности) субъективного фактора в процессе картографической генерализации целесообразно формализовать конфигурационные свойства транспортных сетей. Однако если определение густоты сети не вызывает затруднений (см. стр. 20–21), то формализация конфигурационных свойств не столь проста и требует специальных

исследований.

Для макроструктуры сети отчасти выходом из ситуации может стать вычисление топологических показателей, связанных с геометрическими характеристиками сетей. Для описания *макроструктуры* железнодорожных сетей возможно использовать один из индексов Канского – β-индекс (см. стр. 30). Известно, что для деревьев и несвязных графов[1] $0 \leq \beta < 1$, графы, имеющие только один цикл, описываются значением $\beta = 1$, а интервал $1 < \beta \leq 3$ характеризует планарные графы, содержащие более одного замкнутого контура [Kansky, 1963, p. 16].

С учётом очевидного факта, что транспортные сети не могут содержать изолированные вершины (станции без железнодорожных подходов), т.е. $\deg v \neq 0$, и, опираясь на «идеальные» геометрические модели сетей, получаем:

- для сетей с отсутствием циклов (древовидная конфигурация) $0{,}5 \leq \beta < 1$;
- для более совершенных типов сетей – квазиортогонального, радиально-кольцевого, радиально-полукольцевого $1{,}5 \leq \beta < 2$;
- для указанных выше сетей, содержащих спрямляющие диагонали (транспортные хорды) $2 \leq \beta \leq 3$.

В большинстве же случаев в начертании полигона сети сочетаются элементы нескольких конфигурационных типов с преобладанием одного из них, и значение β находится в интервале между 1 и 1,5.

При генерализации число элементов картографической (и, соответственно, топологической) моделей железнодорожной сети будет сокращаться, что вызовет изменения значения β, однако необходимо добиваться сохранения соотношения индексов связности на разных частях изображения:

$$\frac{\beta_A}{\beta_B} \approx \frac{\beta_a}{\beta_b}, \qquad (3)$$

где β_A и β_B – индексы связности сети некоторых однородных по структуре территорий *A* и *B*, определяемые по топологической модели, основанной на исходной карте; β_a и β_b – индексы связности сети соответствующих территорий *a* и *b*, определяемые по

[1] Под термином «граф» согласно распространённой практике мы имеем в виду только конечные неориентированные графы без петель и кратных рёбер; см., например: [Харари, 2009, с. 21].

топологической модели, основанной на генерализованной карте (см. рисунок 23). Значения соотношений β достаточно округлить до одного знака после запятой.

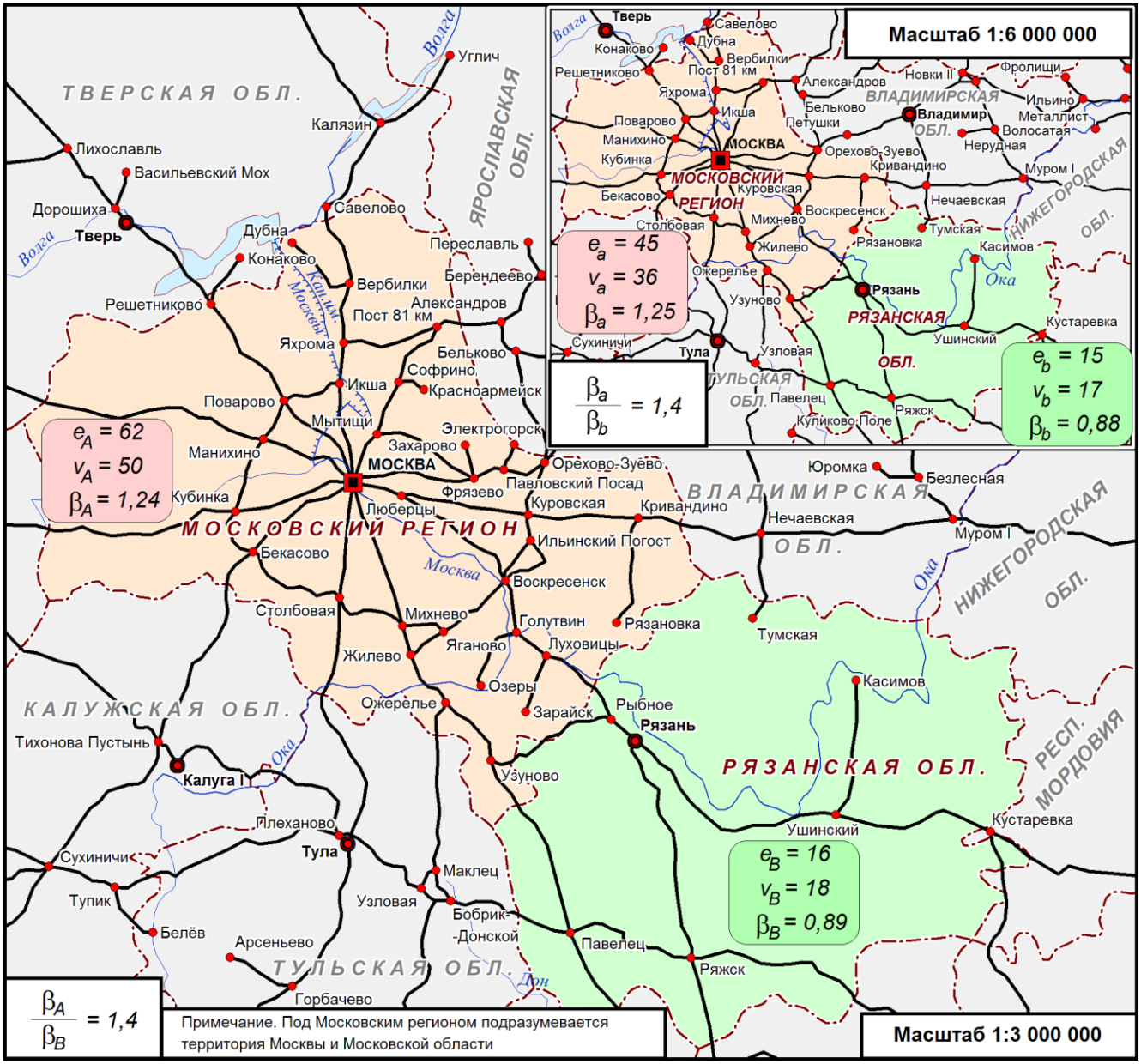


Рисунок 23 – Карты железных дорог разных масштабов и соотношения индексов связности

Формулу (3) иначе можно записать как

$$\frac{e_A v_B}{e_B v_A} \approx \frac{e_a v_b}{e_b v_a}, \tag{4}$$

где e_A, e_B, e_a, e_b – количество рёбер топологических моделей сети, основанных на исходной и генерализованной картах, для территорий *A (a)* и *B (b)*, а v_A, v_B, v_a, v_b – соответствующее количество вершин. Данная формула не требует промежуточных вычислений (расчёта индекса связности сети).

Рассмотрим теперь возможность формализации микроструктуры сети. Известно, что географически правильные отбор и обобщение картографического изображения требуют пристального внимания к передаче морфологии и генезиса изображаемых объектов [Берлянт, 2011, с. 156–157]. Поэтому необходимо уделить внимание классификации строения железнодорожных узлов. С точки зрения морфологии, принято выделять 10 их типов (схем) на основе взаимного расположения станций и подходов:

1) узлы с одной станцией (примеры – Лиски, Лихая, Кинель, Сенная);

2) узлы крестообразного типа (Тула, Пенза, Касторная, Ржев);

3) узлы треугольного типа (Александров, Армавир, Коноша);

4) узлы с параллельным расположением станций (Омск до сооружения станции Московка; в настоящее время в России узлы такого типа отсутствуют);

5) узлы с последовательным расположением станций (Екатеринбург, Смоленск, Саратов, Уфа, Вологда);

6) узлы радиального типа (Вязьма, Волховстрой, Краснодар);

7) узлы тупикового типа (Владивосток, Находка);

8) кольцевые узлы, подразделяемые на

- радиально-кольцевые[1], двух разновидностей – с тупиковыми линиями (без диаметров) и с тупиковыми линиями и диаметрами (Москва),
- кольцевые (без тупиковых вводов и диаметров);

9) радиально-полукольцевые узлы (Челябинск, Новосибирск, Петербург);

10) узлы комбинированного типа (с параллельными ходами либо расположенные по берегам крупных рек) [Железнодорожные станции и узлы, 2002, с. 290–309].

С точки зрения генезиса железнодорожной сети, узлы с одной станцией, крестообразные и треугольные считаются первичными, так как большинство узлов в момент их образования (при сооружении новых линий) развивалось по одной из этих схем [Савченко и др., 1980, с. 380].

[1] Ранее рассматривались как самостоятельный тип узла, см., например [Савченко и др., 1980, с. 380].

Несмотря на то, что для целей правильного отображения железнодорожных узлов на картах эта «геометрическая» типизация представляет большой интерес, данная классификация не является исчерпывающей. Так, выдающийся железнодорожник академик В.Н. Образцов [1938, с. 24] указывал на необходимость подразделения сложных узлов (т.е. состоящих более чем из одной станции) на однокомплектные и многокомплектные узлы. Под «узловым комплектом» он подразумевал комплекс из пассажирской, грузовой и сортировочной (либо участковой) станций; во многих железнодорожных узлах, возникших в дореволюционные годы на стыках дорог разных управлений (или владельцев) существует несколько таких комплектов, от двух до девяти (Москва). Примечательно, что данная классификация по существу является *территориально иерархической* (станция → комплект → узел).

Несомненен тот факт, что «сколько-нибудь сложные пространственные системы, как правило, иерархичны» [Родоман, 1999, с. 104]. Выше мы уже рассматривали иерархические уровни транспортных систем (стр. 37). Характерно, что «территориальные иерархии имеют место и в природе, и в человеческом обществе. Иерархия дорог и транспортных узлов напоминает иерархию рек и устьев» [там же]. Но в отличие от В.Н. Образцова, в аспекте картографической генерализации нам представляется необходимым создание иерархической классификации узлов с точки зрения уровней сложности их топологической структуры.

Из схематических изображений, представленных на рисунке 24, видно, что железнодорожные узлы со сложной структурой (например, кольцевые или радиально-полукольцевые) включают компоненты, которые можно представить как узлы более простого строения (крестообразного и треугольного типов), которые, в свою очередь, состоят из простейших элементов – узлов с одной станцией, т.е. нами установлено существование *трёх возможных уровней сложности топологической структуры*. Железнодорожные узлы более простого строения имеют соответственно два или один уровень сложности.

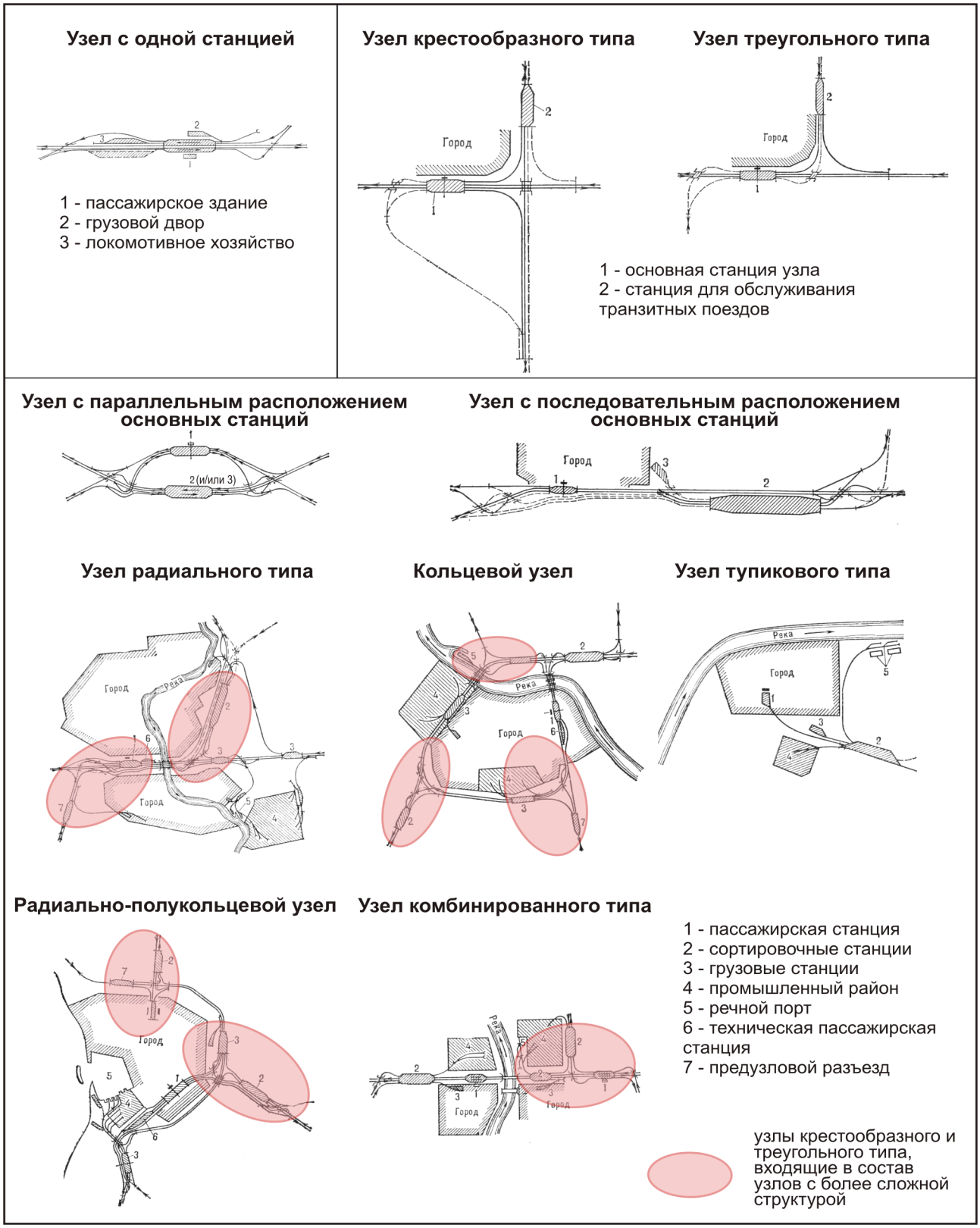


Рисунок 24 – Конфигурационные типы железнодорожных узлов (микроструктура сетей)

Опыт многолетней истории картографирования железнодорожной сети показывает, что для отображения структуры железнодорожных узлов *оптимальный диапазон масштабов карт – 1:200 000 – 1:300 000*. Наглядными

доказательствами тому являются, в частности, рассмотренные нами выше карты путей сообщения И.Ф. Зауэра (1902–1914 гг.), отображавшие узлы в масштабе 1:252 000 (стр. 59), а также топографические карты масштабов 1:300 000 (ныне не издаётся) и 1:200 000, имевшие статус «специальных оперативно-дорожных карт» (стр. 70). По подробности изображения сети карта масштаба 1:200 000 обладает большими возможностями и позволяет отображать все станции, разъезды и платформы [Николаев, 1947, с. 7, 36]. Потребность в источниках более крупного масштаба возникает редко, например, при необходимости получения полной информации о подъездных путях; см. альбом [Планы узловых … , 1890].

При переходе к более мелким масштабам на разных ступенях картографической генерализации может либо отображаться фактический уровень сложности топологической структуры, либо осуществляться переход к более низкому уровню путём упрощения изображения железнодорожного узла на карте. Таким образом, можно говорить о *генерализации топологической структуры*. В качестве примера приведём генерализацию фрагмента карты путей сообщения на территорию Брянского железнодорожного узла, имеющего по нашей классификации третий уровень сложности (рисунок 25).

На карте масштаба 1:200 000 отображаются все соединительные ветви, раздельные и остановочные пункты, входящие в состав узла, т.е. *отображаемый уровень сложности* (в данном случае высший – третий) *соответствует фактическому* (рисунок 25а). Начиная с масштаба 1:500 000, в первую очередь подвергаются обобщению компоненты узла, содержащие удалённые части железнодорожных станций (отдельно расположенные посты, парки); для Брянского узла это путевые посты Брянск-Северный и Брянск-Южный, которые административно находятся в составе станций Брянск-Северный и Брянск-Льговский. Однако в целом на картографическом изображении ещё заметна трёхуровенная иерархическая структура – в центре узла хорошо виден компонент второго уровня, состоящий из станций (компонентов первого уровня) Брянск-Орловский, Брянск-Льговский, Брянск-Восточный и Полпинская, образующих крестообразное ядро (рисунок 25б).

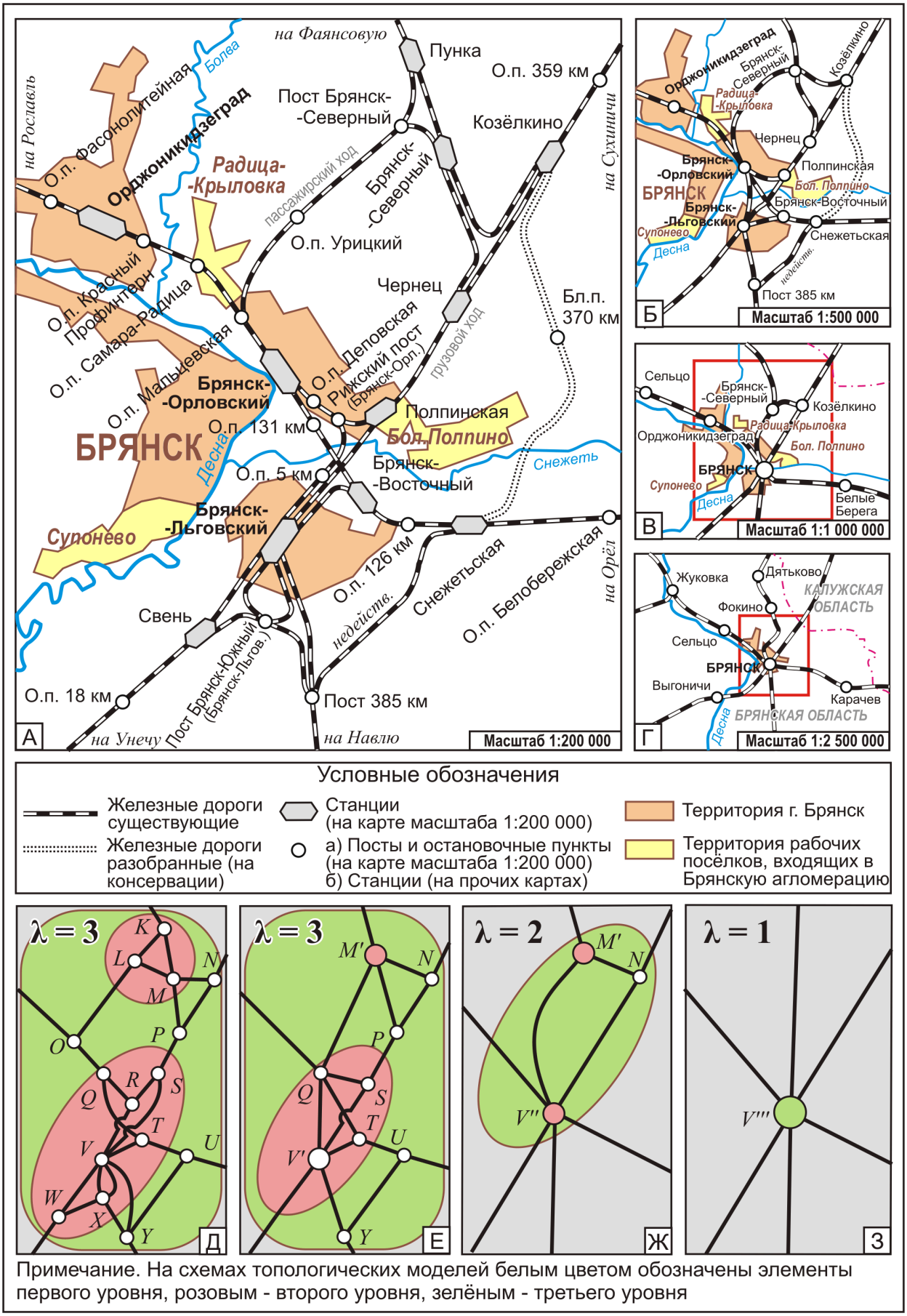


Рисунок 25 – Карты Брянского железнодорожного узла и соответствующие им топологические модели различных уровней сложности

При переходе же к более мелкому масштабу (1:1 000 000) целесообразно осуществить полный переход к более низкому (второму) отображаемому уровню сложности. Здесь центральный компонент обобщённо показывается пунсоном «Брянск», в качестве отдельных компонентов даны станции Брянск-Северный и Козёлкино, ограничивающие соединительную ветвь между пассажирским и грузовым ходами узла (рисунок 25в). Данная ветвь находится за пределами городской территории, так же как и резервный (недействующий) обход Брянского узла, показом которого на картах данного масштаба можно пренебречь. Что же касается дальнейшей генерализации топологической структуры, то при переходе к ещё более мелкому масштабу (1:2 500 000), весь железнодорожный узел обобщённо отображается единым пунсоном (рисунок 25г). В данном случае мы перешли к самому низкому (первому) отображаемому уровню сложности.

В зависимости от степени генерализации структуры в топологической модели железнодорожного узла не только уменьшается количество вершин и рёбер, но и изменяется сам тип модели. Так, при третьем отображаемом уровне сложности ($\lambda = 3$) топологическая модель может являться непланарным мультиграфом (рисунок 25д), поскольку включает в себя как кратные рёбра (*VX*), так и рёбра, пересекающиеся в разных уровнях (*QT, RV, SV*)[1]. По мере увеличения степени генерализации топологическая модель далее последовательно представляется в виде непланарного графа (рисунок 25е) и, наконец, при втором ($\lambda = 2$) и первом ($\lambda = 1$) уровнях сложности как планарный граф (рисунки 26ж и 26з), то есть аналогично макроструктуре сети.

При картографической генерализации рисунка железнодорожных узлов, по нашему мнению, необходимо добиваться сохранения максимально возможного отображаемого уровня сложности на разных частях карты. Это можно представить формулой

$$\lambda_A - \lambda_a = \lambda_B - \lambda_b , \qquad (5)$$

где λ_A и λ_B – отображаемые уровни сложности некоторых железнодорожных узлов

[1] В теории графов строгими критериями планарности являются теоремы Понтрягина – Куратовского, Вагнера и ряд других критериев [Харари, 2009, с. 126].

A и *B*, соответствующие топологической модели, основанной на исходной карте; λ_a и λ_b – отображаемые уровни сложности соответствующих железнодорожных узлов *a* и *b*, основанные на топологической модели генерализованной карты.

Сопоставляя основные уровни транспортных систем, приведённые выше (таблица 5), и отображаемые уровни сложности (рисунок 25), можно сделать вывод, что вопрос выбора последних при моделировании структуры сети актуален, прежде всего, *для субрегионального и регионального уровней* транспортно-географического исследования (масштабы используемых карт 1:100 000 – 1:2 500 000). При *локальном уровне* исследования часто становится необходимым изучение уже структуры самой железнодорожной станции, включая расположение станционных парков, отдельных путей, тупиков и др., что требует применения карт масштабов 1:100 000 и крупнее, и создания на их основе топологических моделей, отличных от рассмотренных выше. Что же касается *странового уровня*, то при его изучении, как правило, довольствуются мелкомасштабными картами, отображающими только макроструктуру сети (соответствующей самому низкому – первому отображаемому уровню сложности).

Однако мы считаем, что в настоящем исследовании целесообразно использовать топологическую модель, основанную на втором отображаемом уровне сложности. Именно на этом уровне наглядно видны как конфигурационные особенности макроструктуры сети, так и важнейшая сторона микроструктуры сети – наличие циклических элементов, в качестве которых, прежде всего, выступают обходы железнодорожных узлов. Последние имеют большое значение для обеспечения манёвренности железнодорожной сети и служат для пропуска транзитных грузовых и пассажирских поездов, а также обеспечивают стратегические функции. На основании вышеизложенного, расчёт показателей, характеризующих пространственное размещение железных дорог, и описание динамики железнодорожной сети России будут основаны на **втором отображаемом уровне сложности**.

3.3 Динамика структуры железнодорожной сети

Вплоть до недавнего времени моделирование развития транспортных сетей представляло собой сложную методологическую проблему, заключавшуюся в том, что не существовало чётких правил определения временных границ стадий эволюции, а число стадий определялось интуитивно, так как отсутствовало общее основание для их выделения. Обычно брались случайные временны́е срезы, т.е. даты, на которые имелась полная картографическая информация о состоянии сети [Тархов, 2005, с. 124].

Более совершенным методом, с нашей точки зрения, является выделение стадий развития сети на основании комплексной оценки ряда факторов, включая темпы расширения железнодорожной сети, преобладающий тип её конфигурации и др. [Чибряков, 2008]. Для периодизации формирования региональной транспортной сети большую роль может сыграть изучение структурообразующего значения транспортных коридоров, находящихся на территории данного региона [Захаренко, Чибряков, 2012]. Однако математически строгое определение ключевых структурных изменений стало возможно только в рамках разработанного в 1989–2005 гг. С.А. Тарховым топоморфологического анализа строения транспортных сетей с учётом эволюционного подхода, который предусматривает принятие моментов перехода сети из одного класса сложности в другой в качестве временных границ стадий эволюции (см. стр. 46 настоящего исследования).

Тем не менее, нельзя отрицать, что выделение этапов развития железнодорожной сети не может игнорировать индивидуальные особенности отдельных крупных частей территории нашей страны, чрезвычайно разнообразной в экономико-географическом отношении[1]. Таким образом, возникает необходимость создания модели эволюционного развития посредством

[1] Н.Н. Колосовский ещё в 1951 г. указывал, что для «многорайонных государств», к которым он относил СССР, США, Канаду, Китай, «…изучение производительных сил и других вопросов следует производить непременно территориально…», с тщательным исследованием своеобразия каждого района [Колосовский, 1969, с. 28–30, 50].

проведения топоморфологического анализа железнодорожной сети на предварительно дифференцированной территории России.

3.3.1 Территориальная дифференциация в изучении динамики структуры железнодорожной сети России

Вопросы выбора оптимальной дифференциации территории при изучении развития транспортных сетей решаются при помощи методологии экономического районирования. Экономическое районирование входит в сферу интересов таких смежных научных дисциплин, как региональная экономика, экономическая география и экономическая картография. С точки зрения современной географии, задача экономического районирования является частным случаем задачи выделения многофакторных районов, т.е. районов, выделяемых по нескольким признакам (факторам).

Среди факторов, определяющих формирование системы экономических районов, наиболее существенную значимость имеют: природные условия и ресурсы; производственный потенциал и его специализация; трудовые ресурсы, а также надстроечные параметры (административное деление, система управления, национальный состав, требования обороноспособности и национальной безопасности) [Лапидус, Пехтерев, Махлин, 2010, с. 10]. Несмотря на объективный характер формирования экономических районов, их система не остаётся постоянной, она исторически меняется в связи с изменениями экономических и политических условий [Алампиев, 1959, с. 211], а также (что крайне важно, по нашему мнению) в связи с пересмотром концептуальных подходов к районированию.

В случае изучения статики транспортных сетей (а также динамики их развития относительно небольших отрезков времени) дифференциация территории в экономико-географическом отношении не представляет затруднений – берётся система экономических районов, существующих на конкретный исторический период. Однако при эволюционно-морфологическом подходе к изучению транспортных сетей, охватывающем значительный период времени,

требуется поиск некоторой территориально обобщённой (во временно́м аспекте) сетки районирования. С учётом задач, поставленных в настоящем исследовании, она должна отвечать следующим требованиям:

1) необходима достаточная *презентативность районов*, т.е. их размеры должны соответствовать основным этапам территориального расширения железнодорожной сети страны;

2) сетка районирования должна *охватывать всё историческое пространство нашего государства*, включая отпавшие территории, ставшие ныне самостоятельными субъектами международного права;

3) границы между районами должны быть *научно обоснованы*, т.е. опираться на теорию и практику отечественного экономического районирования.

В контексте этого вопроса кратко рассмотрим основные использовавшиеся в нашей стране сетки районирования.

Первая попытка научно обоснованного экономического районирования России принадлежит статистику, географу и историку К.И. Арсеньеву (1818 г.). Предложенная сетка была затем им уточнена [Арсеньев, 1848]. В составе Европейской России (включая Кавказ) выделялось 9 «пространств» (экономических районов) – см. рисунок 26. В пореформенной России исследования по районированию приобрели широкий размах – насчитывалось до 26 опытов разделения страны на экономические районы. Наиболее видное место здесь принадлежит выдающемуся географу П.П. Семёнову (с 1906 г. Семёнов-Тян-Шанский), который в 1871 и затем в 1878 годах предложил разделение страны на районы с учётом особенностей природы, населения и хозяйства в различных частях страны (см. рисунок 26). «Семёновские районы» настолько правильно отражали реальные экономические образования на территории Российской Империи, что они с небольшими изменениями долго применялись в районировании нашей страны [Никитин, 1962, с. 332], а отечественная статистика использовала их вплоть до начала 1920-х годов.

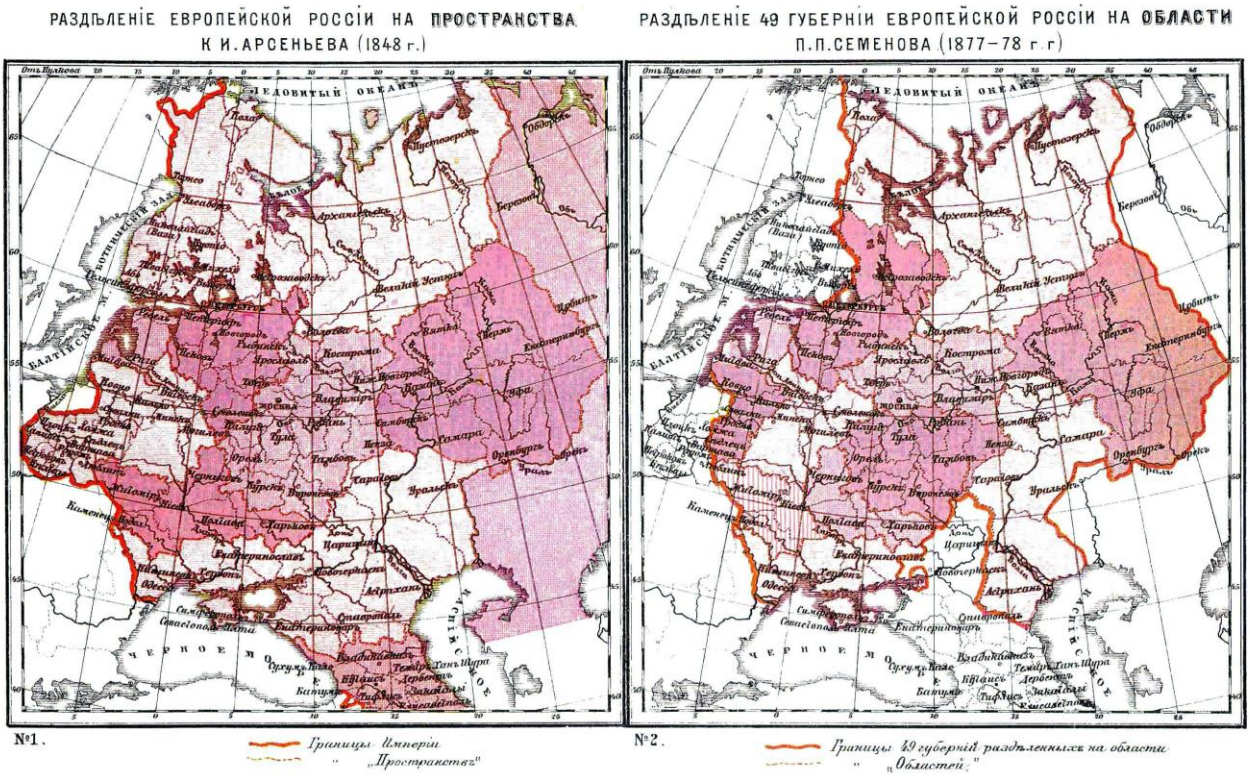


Рисунок 26 – Уменьшенное изображение карт экономического районирования Европейской России по К.И. Арсеньеву (слева) и П.П. Семёнову (справа)[1].

После Октябрьской революции экономическое районирование получило новую теоретическую базу, основной идеей которой стал принцип приближения обрабатывающей промышленности к источникам топлива и сырья, приводящий в конечном итоге к экономии труда от стадии добычи ресурсов до производства конечного продукта. Это положение было впоследствии развито Н.Н. Колосовским в теории энергопроизводственных циклов [Лапидус и др., 2010, с. 12]. Первым опытом новой концепции районирования стало выделение в 1920 г. восьми крупных районов при разработке плана ГОЭЛРО (данные районы не покрывали полностью всю территорию страны). Впервые в мировой практике это районирование имело не только научно-познавательный характер, но было предназначено, прежде всего, для решения задач государственного планирования экономики.

В 1922 г. специально образованной комиссией после предварительного уточнения был утверждён проект разделения страны на 21 экономический район,

[1] Источник: Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона [электронный ресурс]. – [М.]: Адепт, 2002. – 6 CD-ROM.

разработанный специалистами Госплана под руководством Г.М. Кржижановского и И.Г. Александрова. Данная система районов, охватывающая всю территорию государства, учитывающая историю формирования отечественной экономики и географические особенности отдельных частей нашей страны, послужила основой для создания неоднократно пересматривавшихся последующих сеток районирования, основные характеристики которых указаны в таблице 15.

Таблица 15 – Таксономические сетки экономических районов, использовавшиеся в СССР[1]

Год введения	Годы использования	Количество крупных экономических районов
1922	1922 – 1928	21
1928	1929 – 1932 (первая пятилетка)	24
1933	1933 – 1937 (вторая пятилетка)	32
1938	**Предполагаемое:** 1938 – 1942 (третья пятилетка); **фактическое:** 1938 – 1940	9 (РСФСР) и 10 союзных республик
1940	**Предполагаемое:** 1940 – 1957 (с 1943 г. намечалось осуществление пятнадцатилетнего плана); **фактическое:** 1940 – 1942	9
1943	**Предполагаемое:** 1943 – 1957 (четвёртая, пятая и шестая пятилетки); **фактическое:** 1943 – 1959	13
1960	1960 – апрель 1961	16
1961	1961 – 1962	17 и Белорусская ССР, Молдавская ССР
1963	1963 – 1982; в 1966 г. сетка была уточнена	18 и Молдавская ССР
1982	1982 – 1991	19 и Молдавская ССР

После 1991 г., несмотря на произошедшие в стране радикальные экономические и политические изменения, не было предпринято попыток актуализации экономического районирования Российской Федерации. Как отмечает А.Н. Демьяненко [2010, с. 194], «…сложившаяся система регулирования экономики может позволить себе (во всяком случае, пока) игнорировать пространственное разнообразие ведения экономической деятельности».

Более того, выделение в России в мае 2000 г. семи федеральных округов (к которым в 2010 г. добавлен восьмой – Северо-Кавказский) внесло заметный

[1] При составлении таблицы автором использованы текстовые и картографические материалы из монографии П.М. Алампиева [1959, 1963]. Изменения 1982 г. приведены по А.Н. Лаврищеву [1986].

диссонанс в ранее сравнительно единые представления о территориальной организации экономики страны. Органы государственной статистики переключились на обобщение региональной статистической информации по федеральным округам. В учебной, а впоследствии и в научной литературе также произошёл отказ от традиционной сетки экономических районов, которая была заменена сеткой федеральных округов. Однако следует учитывать, что *федеральные округа и экономические районы – это разные системы территориального деления страны*. Одна введена в административно-политических целях для координации деятельности федеральных органов исполнительной власти с региональными, а другая – в экономических, их следует различать [Перепеченко, 2011, с. 17].

По нашему мнению, оправданием использования деления на федеральные округа в экономико-географических исследованиях может служить только отсутствие актуального экономического районирования России; так, в частности, данное деление было использовано нами при изучении изменений в географии размещения железных дорог общего пользования Российской Федерации, произошедших с 1990 по 2009 годы [Чибряков, 2008, 2011а]. Отметим, что, несмотря на то, что научное обоснование деления страны на федеральные округа отсутствует (в основу был положен «мобилизационный», а не экономический принцип[1]), при надлежащем обосновании границ данных образований их можно было бы рассматривать как таксономическую единицу более высокого ранга, чем экономический район (т.н. *«макрорайон»*[2]).

Для настоящего исследования понятие «макрорайон» представляет значительный интерес. Очевидно, что система экономических районов в историческом плане тем более подвержена изменениям, чем более дробной является сетка районирования. Границы же макрорайонов являются относительно

[1] На момент создания федеральных округов, их границы практически полностью совпадали с границами военных округов, а центры вновь созданных территориальных образований совпадали с местами дислокации штабов военных округов. Исключением являлись города Самара и Чита, где в то время располагались штабы Приволжского и Сибирского военных округов [Акопов, Бабаева, 2000]. В основу же выделения в 2010 г. Северо-Кавказского федерального округа был положен этнический принцип.

[2] Понятие «макрорайона», как группы крупных экономических районов, не следует смешивать с неудачным использованием некоторыми авторами этого термина как синонима самого понятия «крупный экономический район», на что справедливо обращал внимание П.М. Алампиев [1963, с. 205].

стабильными на протяжении больших промежутков времени. Именно этим и объясняется использование крупных таксономических единиц в опытах районирования 1940 и 1943 гг., рассчитанных на дальний горизонт планирования (см. таблицу 15).

Определение границ макрорайонов возможно при помощи использования одного из традиционных способов выделения многофакторных районов, предложенного немецким географом и геополитиком Отто Маулем (Maul), на основе приёмов картографического метода исследования. Суть методики Мауля заключается в том, что «сначала для любой территории составляют ряд карт с границами районов, выделенных по одному признаку, после чего эти карты накладывают на общую основу. Там, где приблизительно совпадает заданное (или большее) число границ, и проводят контур выделяемого географического района» [Григ, 1971, с. 204]. В нашем случае на электронную карту России накладывались границы экономических районов по таксономическим сеткам разных лет (т.е., в качестве признаков задавались периоды действия конкретного районирования), а затем определялось преимущественное вхождение конкретной административно-территориальной единицы 1-го порядка (в границах современного административного деления[1]) в тот или иной район. Далее полученные «усреднённые» экономические районы объединялись в макрорайоны, размеры которых учитывали опыт «макрорайонирования» страны в 1940–1959 гг., а также систему федеральных округов 2000 г. Использовались также экспертные оценки отечественных учёных, давших взвешенную критику современной сетки федеральных округов [Гохберг, 2002, с. 7–10; Перепеченко, 2011, с. 17–18].

Таким образом, автором были выделены 11 макрорайонов, на которые может быть подразделено историко-экономическое пространство нашего государства (см. рисунок 27). Назовём их *интегральными историко-экономическими макрорайонами*.

---

[1] Данное допущение кажется нам вполне приемлемым. Б.Б. Родоман [1999, с. 154] отмечает, «что в результате многократного перекраивания в нашей стране АТД [административно-территориальное деление – *Я.Ч.*] заметно улучшилось, и теперь приходится не столько пенять на его искусственность, сколько удивляться тому, что оно всё же отражает интересные географические закономерности…».



Рисунок 27 – Историко-экономические макрорайоны России

Как видно из представленной карты, в целом границы выделенных макрорайонов совпадают с границами экономических районов нашей страны, соответствующих сетке 1982 г. Исключением является территория, соответствующая нынешней Нижегородской области (Горьковской области, Нижегородской губернии), которая ещё со времён исследований К.И. Арсеньева и П.П. Семёнова (см. рисунок 26) традиционно относилась экономико-географами к Центру России, и только начиная с 1960 г. после разукрупнения Центра и выделения Волго-Вятского экономического района была включена в состав последнего. В гораздо меньшей степени границы макрорайонов соответствуют сетке федеральных округов, что лишний раз свидетельствует о «неисторичности» границ этих административных образований.

Калининградская область нами рассматривается в составе Запада России. Часть бывшей Восточной Пруссии, после вхождения в СССР (1945 г.), была включена в экономический район «Запад» (впоследствии – Прибалтийский экономический район). В настоящее время эксклавное положение Калининградской области, а также статус особой экономической зоны также делают нецелесообразным включение этой территории в состав Северо-Запада.

Кроме того, представляется целесообразным выделение в качестве отдельных макрорайонов Западной и Восточной Сибири, так как в хозяйственном отношении Сибирь не представляла и не представляет собой единого целого, что доказывает отсутствие в советских сетках районирования единого экономического района «Сибирь»[1] (причём в сетке районирования 1940 г. Западная и Восточная Сибирь разнесены даже по разным макрорайонам). Отсутствие же подразделения Сибири на экономические районы в подавляющем большинстве дореволюционных исследований объясняется невысоким на тот период уровнем географической изученности данной территории – «Сибирь составляет собою […] особый мир, ещё мало знаемый, но вполне достойный тщательнейших розысканий…» [Арсеньев, 1848, с. 219].

[1] С 1929 по 1937 гг. (первая и вторая пятилетки) в составе РСФСР выделялся Сибирский край, который, в соответствии с практикой тех лет, представлял собой одновременно и административно-территориальную единицу, и экономический район. Однако он также не охватывал всё пространство Советской Сибири – в его состав не входила Бурят-Монгольская АССР.

3.3.2 Построение модели эволюции железнодорожной сети России

С учётом сказанного выше, рассмотрим порядок определения временных границ стадий эволюции железнодорожной сети.

В соответствии с основными положениями эволюционно-морфологического направления в изучении транспортных сетей, для сетей наземных видов транспорта (в том числе, железных дорог) возможно два основных тренда развития – *пространственный рост* (структурирование) и *пространственный распад* (деструкция). Пространственный рост определяется сетеобразующими процессами, представляющими собой совокупность коннекционных, древообразующих и циклообразующих актов, для пространственного распада же характерны сетеразрушающие процессы (совокупность дисконнекционных, древоразрушающих и циклоразрушающих актов). Подробно указанные процессы описаны С.А. Тарховым [2005, с. 117–124]. Для нашего исследования наибольший интерес представляют важнейшие циклообразующие и циклоразрушающие акты, приводящие соответственно к возникновению либо к ликвидации топологических ярусов, количество которых является мерилом класса сложности сети (см. стр. 46).

На рисунке 28 в качестве примера приведены схемы топологических моделей железнодорожной сети Поволжского макрорайона. Данные модели, соответствующие ключевым моментам развития железнодорожной сети Поволжья, составлены на основе географических карт в соответствии с принципами, изложенными нами в разделе 3.2.

Начало формирования железнодорожной сети Поволжья было положено строительством островной (изолированной) линии Царицын (ст. Волжская) – Калач (ст. Донская) в 1862 г. (коннекционный акт), а связь с единой сетью России макрорегион получает в 1870 г. после продления ветви Грязи – Борисоглебск до ст. Филоново (первый древообразующий акт). Далее происходил мощный рост железнодорожной сети в результате множественных древообразующих актов, а в 1898 г. совершился первый циклобразующий акт (см. рисунок 28а). Уже через три года железнодорожная сеть приобретает первый топологический ярус

(см. рисунок 28б), т.е. теперь $T = 1$, где T – класс сложности сети. Неоднократные циклообразующие акты на протяжении длительного времени в итоге привели в 1969 г. к возникновению второго топологического яруса (см. рисунок 29в). Несмотря на дальнейшее развитие железнодорожной сети Поволжья, в настоящее время класс сложности сети остаётся прежним ($T = 2$).

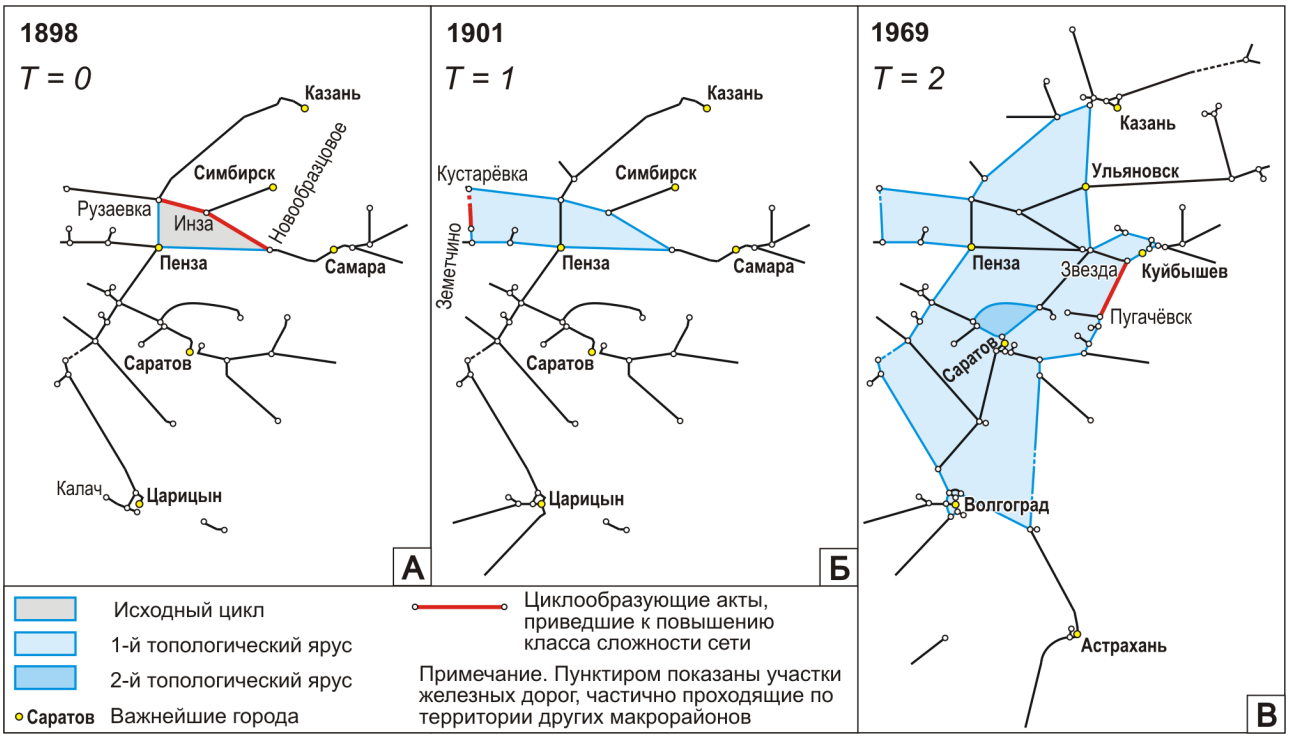


Рисунок 28 – Ключевые моменты развития железнодорожной сети Поволжья[1]

В.Г. Михайловский [1898, с. 143–144] выделял два типа *роста* железнодорожной сети – *экстенсивный* (строительство новых линий на территории, не охваченной до этого железнодорожной сетью) и *интенсивный* («сгущение» сети на уже освоенной в железнодорожном отношении территории). Фактически количественной интерпретацией экстенсивного роста является развитие сети с отсутствием циклического остова – сети-«дерева» либо сети с отдельными циклами; для интенсивного же роста характерно формирование циклического остова и дальнейшее увеличение количества топологических ярусов в нём. Исходя из современных представлений эволюционно-морфологического направления о возможности как восходящего, так и нисходящего развития

[1] Северная часть макрорегиона – Кировская область (бывшая Вятская губерния) на схемах не представлена.

транспортных сетей, нами предложено в деструкции железнодорожной сети также выделять *экстенсивный распад* (когда сеть сохраняет класс сложности) и *интенсивный распад* (уменьшение класса сложности сети).

Очевидно, что при пространственном росте железнодорожной сети в разных частях страны параллельно протекают и интенсивный, и экстенсивный типы роста – в то время как на староосвоенных территориях происходит улучшение структуры сети, для территорий нового освоения характерно простое удлинение и ветвление линий. На основании вышесказанного, границами фаз в модели развития железнодорожной сети России нами приняты *моменты перехода от экстенсивного развития сети к интенсивному в* очередном макрорайоне, а именно образование на его территории циклического остова. Для избежания получения слишком малых по продолжительности фаз наложено дополнительное условие – продолжительность стадий эволюции не может быть меньше десяти лет.

Общий алгоритм построения модели, описывающей эволюционное развитие железнодорожной сети России с учётом использования методологии С.А. Тархова [2005, с. 125], выглядит следующим образом.

1. При помощи источников информации, рассмотренных в главе 2, необходимо получить исчерпывающие сведения о хронологии открытия и закрытия всех участков железнодорожной сети, а также об их пространственном размещении.

2. Пошагово воспроизвести весь процесс развития сети с учётом применения топологической модели, основанной на втором отображаемом уровне сложности. Каждое событие должно быть оценено с точки зрения вклада вновь открытого (или закрытого) участка в изменение конфигурации сети каждого из макрорайонов России.

3. Выявить моменты образования на территории каждого из макрорайонов циклического остова.

Практическая реализация данного алгоритма была осуществлена при помощи составленной автором диссертации электронной карты «Российские железные дороги», на которой представлены важнейшие станции, звенья сети железных

дорог с указанием ряда технических параметров. В соответствии с практикой геоинформационного картографирования, моделирование данных включало три различных уровня абстракции: концептуальный, логический и физический [Fischer, 2004, p. 392–393]. Представление пространственной информации на электронной карте основано на традиционной для транспортных исследований концептуальной сетевой (линейно-узловой) модели, представляющей сеть как совокупность дуг с узлами, созданными на пересечениях дуг. В качестве логической модели применена георелляционная модель, как известно, характеризующаяся разделением данных на отдельные модели – пространственную векторную и атрибутивную реляционную. Что же касается физического исполнения, то в качестве программного обеспечения использована универсальная ГИС-система MapInfo 7.8.

Особенности построения указанной электронной карты, которая успешно используется в ОАО «ИЭРТ» (ранее – Гипротранстэи ОАО «РЖД»), подробно описаны нами в публикации [Чибряков, 2003, с. 38–40]. Здесь же отметим, что необходимость представления данных о железнодорожной сети на разные периоды времени (т.е. создания динамической электронной карты) потребовала ввести в базу данных дополнительные атрибуты – годы открытия и закрытия железнодорожных участков, а требования к территориальной дифференциации страны – дополнительный слой макрорайонов. Соблюдение же при создании карты необходимой топологической точности (соответствующей топологической модели, основанной на втором отображаемом уровне сложности) позволяет применять данную карту как в качестве модели для расчёта показателей, так и в качестве основы для отображения результатов исследования.

В заключение этой главы приведём таблицу, в которой даны рассчитанные указанным способом показатели, характеризующие развитие железнодорожной сети России (см. таблицу 16). Ключевые моменты развития сети, принятые в качестве границ стадий эволюции, выделены в таблице полужирным шрифтом.

Интерпретация полученных результатов с использованием картографического метода исследования будет приведена в заключительной главе.

Таблица 16 – Ключевые моменты развития железнодорожной сети по макрорайонам

Макрорайон	Год начала интенсивного развития сети (Т = 1)	Год достижения Т = 2	Год достижения Т = 3
Центр	**1870**	1897	1934
Запад	1873	1902	–
Юго-Запад	1878	1900	1916
Северо-Запад	**1881**	1919	–
Поволжье	**1901**	1969	–
Кавказ	1916	1978	–
Урал	**1916**	1946	–
Западная Сибирь	**1934**	–	–
Восточная Сибирь	**1965**	–	–
Казахстан и Средняя Азия	1972	–	–
Дальний Восток	**1989**	–	–

Выводы к главе 3

В данной главе в соответствии с поставленными задачами были рассмотрены вопросы моделирования железнодорожной сети для изучения её пространственной структуры. Для решения этих вопросов помимо картографического метода исследования потребовалось привлечение и других методов – математического (теория графов), экономического районирования, а также эволюционно-морфологического подхода, основанного на системной интеграции исторического и математического методов.

Автором **установлена необходимость учёта единства сети железных дорог в экономико-географических исследованиях и социально-экономическом картографировании**, заключающаяся в совместном изучении

железнодорожной инфраструктуры общего пользования и внешнего промышленного транспорта. Среди железнодорожных линий внешнего промышленного транспорта приоритет принадлежит *линиям регионального значения*, имеющим наибольшее экономическое и социальное значение для регионов Российской Федерации. В качестве критерия выделения указанных линий нами принято их расположение, характеризующееся *выходом линий за пределы 20-километровой примагистральной зоны тяготения железных дорог общего пользования,* для определения которой применён картографический метод исследования. **Предложено понятие эффективной железнодорожной сети** и обоснована **формула для вычисления её протяжённости**.

Для традиционного алгоритма перехода от картографического изображения железнодорожной сети к её графу выявлена ограниченность использования при моделировании сложных сетей. Как альтернатива нами **предложена многоуровневая иерархическая модель,** предусматривающая существование *трёх уровней сложности топологической структуры сети.* При выделении этих территориальных уровней **целесообразно применение методов, характерных для картографической генерализации**, а благодаря формализации пространственных свойств железнодорожных сетей возможно не только решение задачи построения модели железнодорожной сети, но и математическое обоснование генерализации изображения железнодорожных линий и узлов.

Разработка экономико-географической основы исследования и многоуровневой модели структуры сети железных дорог сделала возможной построение модели эволюционного развития железнодорожной сети России. В основу данной модели положены принципы эволюционно-морфологического направления в изучении транспортных сетей в сочетании с методом экономико-географического районирования. По проведённым исследованиям, *ключевыми моментами развития железнодорожной сети России являются годы окончания формирования циклических остовов железнодорожных сетей в макрорайонах, составляющих историческое пространство России*. Установлено, что роль

картографического метода исследования в моделировании данного процесса заключается как **в определении границ данных историко-территориальных образований,** так и в **создании рабочих карт, обладающих необходимой топологической точностью для вычисления пространственных характеристик железнодорожной сети**.

Глава 4. Применение карт топологической сложности для анализа размещения железных дорог

Как было показано нами ранее, если на предварительном этапе исследований структуры транспортных сетей используются *существующие карты*, имеющие значение как источник исходной информации, а на основном этапе создаются *производные рабочие карты путей сообщения*, предназначенные для расчёта топологических показателей, то для целей отображения результатов исследования и их последующей интерпретации требуется составление *карт топологической сложности структуры сети*, вопросы создания которых до сих пор практически не были разработаны. Таким образом, данная глава включает:

- ✓ разработку методики создания карт, отображающих топологическую сложность железнодорожной сети России;
- ✓ изучение по полученным картам особенностей эволюции отечественной железнодорожной сети;
- ✓ определение проблем и дальнейших перспектив развития.

4.1 Картографирование структуры железнодорожной сети

Построение модели эволюции железнодорожной сети (раздел 3.3.2) позволило установить ключевые моменты развития сети железных дорог России, на которые будут строиться карты топологической сложности. Для наглядного отображения на данных картах показателей, характеризующих структуру сети, требуется выбор оптимального способа картографического изображения данных явлений.

4.1.1 Дискретные и континуальные способы отображения показателей структуры железнодорожной сети

В соответствии с общей классификацией типов размещения картографируемых явлений, выделяют: а) явления, локализованные в точках; б) явления, локализованные на линиях; в) явления, локализованные на площадях и

имеющие ограниченный (ареальный) характер распространения; г) рассеянные явления; д) явления, имеющие сплошное распространение [Салищев, 1990, с. 99]. Очевидно, что хотя железнодорожная сеть, представляемая в виде линейно-узловой (сетевой) модели, отображается на картах в виде линейных знаков, разнообразные показатели обеспеченности территории железнодорожной сетью, а также показатели, характеризующие структуру сети, уже представляют собой *явления сплошного (а точнее – «условно сплошного») распространения*[1]. В связи с этим рассмотрим известные способы изображения таких явлений на картах (см. рисунок 29) с учётом имеющегося опыта использования как дискретных (картограммы, картодиаграммы и количественный фон), так и континуальных (изолинии и псевдоизолинии) способов картографического изображения в исследованиях транспортных сетей (разделы 1.2.1 и 1.3.3).

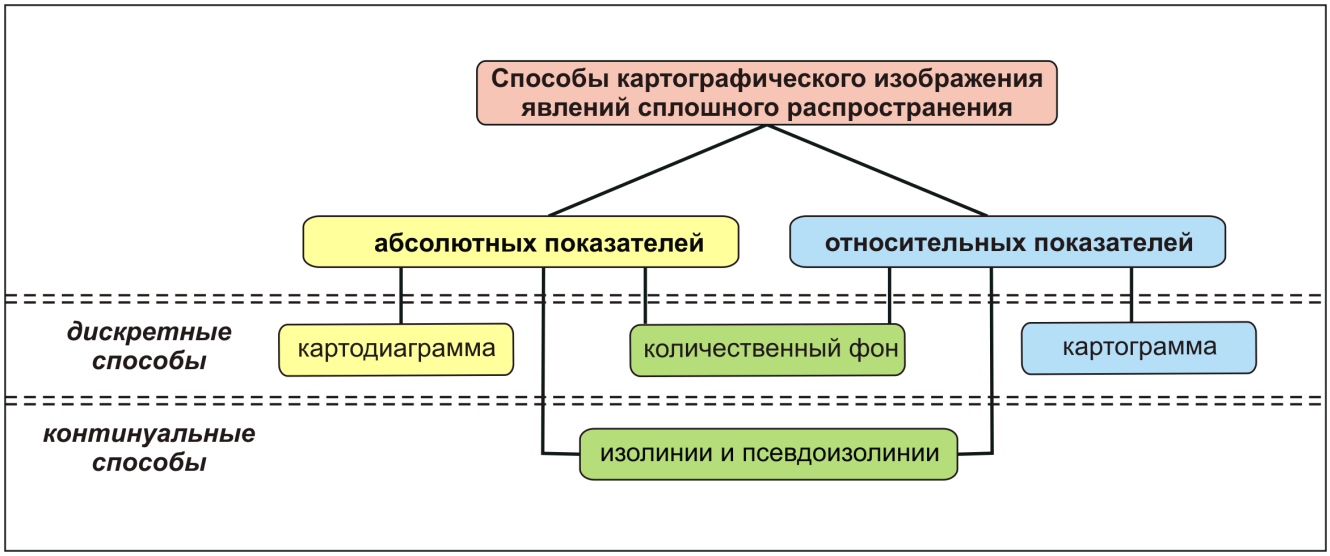


Рисунок 29 – Способы картографического изображения явлений сплошного распространения

Как отмечает В.А. Червяков [2005, с. 162], из всех имеющихся «…способов картографического изображения только один (изолинейный) можно назвать континуальным». Поясняя сказанное, отметим, что дискретные способы картографического изображения предусматривают представление явлений сплошного распространения в виде ячеистой структуры, причём границами ячеек

[1] Непонимание этого послужило причиной неприятия рядом учёных использования псевдоизолинейного способа для отображения показателей густоты транспортной сети [см., например, Грюнберг и др., 1964, с. 102–103].

являются либо *административные границы* (или, как вариант – границы хозяйственных единиц), либо *границы, проведённые на основании пространственных свойств картографируемого явления*, либо *контура некоторого регулярного деления* (например, прямоугольной сетки). Континуальный (непрерывный) способ изолиний позволяет отказаться от установления на карте подобных разграничивающих линий и выявить «…черты непрерывности и взаимосвязанности в размещении […] объектов, часто скрытые от глаз исследователей» [Червяков, 2005, с. 162].

При отображении на картах показателей обеспеченности территории железнодорожной сетью и показателей, характеризующих структуру сети, дискретные способы картографического изображения, использующие административные границы в качестве разграничивающих линий, обладают следующими недостатками.

1. Как отмечалось нами в разделе 1.3.3, сравнение друг с другом показателей, относящимся к различным годам существования железнодорожной сети, затруднено из-за периодического изменения административно-территориального деления.

2. Постоянность показателя в пределах ячеек избранного деления создаёт искажённое представление о характере размещения явления. Для России всегда были характерны чрезвычайно сильные различия в размерах административно-территориальных единиц 1-го порядка и крайняя неоднородность размещения железных дорог в крупных регионах, таких как Хабаровский край, Якутия и др.

3. В общем случае нецелесообразна «привязка» структуры железнодорожной сети к границам административных образований. В разделе 3.2 нами были в качестве примеров рассчитаны показатели связности для Московского региона и Рязанской области, но, тем не менее, как известно, железные дороги (в отличие, например, от местных автодорожных сетей), обладают ярко выраженной экстерриториальностью. Железнодорожные линии, как правило, прокладываются без учёта границ регионов, зачастую многократно

пересекают их. Это затрудняет расчёт показателей структуры железнодорожной сети для административно-территориальных единиц и может привести к неверным выводам.

Карты, создаваемые с использованием сетки регулярного деления, лишены упомянутых выше недостатков. Однако следует иметь в виду, что по своей сути, такие карты можно рассматривать как промежуточный этап создания карт псевдоизолиний; об этом подробнее будет сказано в разделе 4.1.2.

Что же касается карт, использующих в качестве разграничивающих линий границы, проведённые на основании пространственных свойств картографируемого явления, то можно утверждать, что данные карты практически всегда являются результатом районирования отображаемого явления по определённому показателю, т.е. требуют его предварительного нанесения на карту. В нашем случае для этого опять-таки необходимо преобразование дискретной информации в континуальную, из чего следует, что карты, отображающие показатели структуры сети способом количественного фона являются вторичными по отношению к картам изолинейным, а также картограммам и картодиаграммам, создаваемым с использованием сетки регулярного деления.

Таким образом, оптимальным способом картографического изображения показателей топологической структуры сети является способ изолиний.

4.1.2 Изолинейное картографическое моделирование при создании карт топологической сложности железнодорожной сети

При создании изолинейных карт топологической сложности нами использован алгоритм картографо-морфометрического (изолинейного) моделирования, разработанный В.А. Червяковым, состоящий из операций, объединённых в три уровня:

1) **картометрический** (снятие информации с исходных карт);

2) **морфометрический** (вычисление морфометрических – в нашем случае топоморфометрических – показателей);

3) **картографический** (получение производных изолинейных морфометрических карт) [Червяков, 2005, с. 164].

Рассмотрим практическое применение данного алгоритма для создания карт топологической сложности железнодорожной сети с учётом особенностей объекта нашего исследования.

1) Картометрический уровень. Для снятия информации с исходных карт предварительно осуществляется расчленение исследуемой территории на ячейки, в пределах которых дискретная информация будет преобразована в континуальную. Данные ячейки называют «операторами преобразования»[1] [Самойленко, Нокелайнен, Прохорова, 1989, с. 33].

Доказано, что оптимальной формой оператора преобразования является круг. Круговая форма ячейки имеет то преимущество перед квадратной, шестиугольной и любой другой формой, что только при такой идеальной форме значение вычисляемого показателя определяется однозначно независимо от ориентации ячейки, т.е. от поворота её вокруг своего геометрического центра [Червяков, 1978, с. 71]. Многочисленные эксперименты В.А. Червякова показали, что достаточную точность обеспечивает половинное перекрытие кругов по их диаметрам. Что же касается размера оператора преобразования, то при его выборе желательно, прежде всего, руководствоваться необходимостью отражения на составляемых картах исследуемых «структур», которые часто заметны ещё на исходной карте (круг по размеру должен быть сопоставим со «структурами») [там же, с. 95].

Нами предложен и опробован следующий способ выбора размера оператора преобразования. Сначала на исходной карте путей сообщения ограничивается *территория, обеспеченная железнодорожным транспортом*. Исходя из опыта, накопленного социально-экономической географией, будем считать данной территорией «полосу влияния», находящуюся в пределах 100 км от ближайшей

[1] Используются также термины «ячейка осреднения» [Червяков, 1978, с. 71] (по нашему мнению, неудачный, так как он не отражает всех возможностей использования данных ячеек) и «операционная ячейка» [Червяков, 2005, с. 165].

железной дороги [Андреева, Машбиц, Шлихтер, 1987, с. 45–46]. Далее по известной формуле, приведённой П. Хаггетом [1968, с. 282] было рассчитано значение среднего расстояния (Δ) между соседними железнодорожными линиями. В нашем случае

$$\Delta = \frac{s_{осв}}{l_{\lambda=2}}, \tag{6}$$

где $s_{осв}$ – площадь территории, освоенной железнодорожным транспортом, $l_{\lambda=2}$ – сумма длин рёбер топологической модели эффективной железнодорожной сети, основанной на втором отображаемом уровне сложности.

Удвоенное значение среднего расстояния можно принять за оптимальный радиус окружности, «вмещающей» идеальную элементарную сетевую структуру ортогонального (см. рисунок 30а), радиально-кольцевого (см. рисунок 30б) или древовидного типа:

$$R = 2\Delta \tag{7}$$

Для достижения сплошного снятия информации с исходных карт перекрытие операторов преобразования осуществлялось нами следующим образом (см. рисунок 30в).

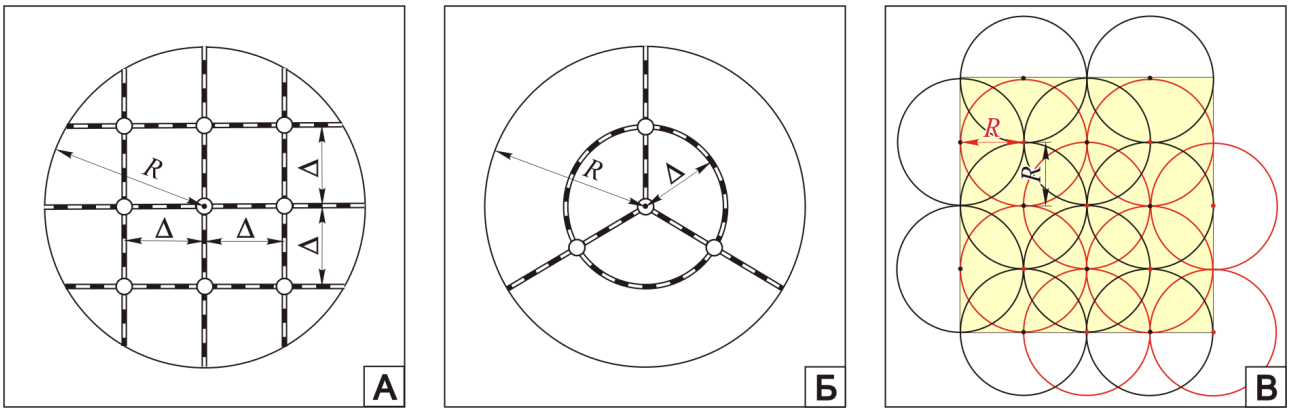


Рисунок 30 – Определение размера оператора преобразования и размещение ячеек на исходной карте

Расчет размера оператора преобразования для карт топологической сложности на годы, соответствующие ключевым моментам развития железнодорожной сети, а также на 2012 г. (современное состояние) приведён в таблице 17.

Таблица 17 – Вычисление размеров оператора преобразования

Год	$s_{осв}$ (тыс. км^2 на конец года)	$l_{\lambda=2}$ (тыс. км на конец года)	Δ (км)	R (км)
1870	1587	11,21	142	284
1881	2703	23,92	113	226
1901	5170	59,71	87	174
1916	6748	84,51	80	160
1934	7226	84,52	86	172
1965	9333	136,21	69	138
1989	10840	154,01	70	140
2012	7105	89,60	79	158

2) Морфометрический уровень. После подсчёта внутри каждой окружности количества рёбер и вершин в топологической модели железнодорожной сети, основанной на созданной автором электронной карте «Российские железные дороги» (см. раздел 3.3), по соответствующим формулам вычисляются топоморфометрические показатели. В настоящем исследовании были рассчитаны значения β-индекса, характеризующего связность транспортных сетей (см. разделы 1.2.2 и 3.2). Полученные значения присваиваются точкам регулярной сетки, в которых находятся центры окружностей.

3) Картографический уровень. На основе интерполяции значений таблицы точечных данных программой Vertical Mapper 3.1.1 генерируется файл поверхности (grid-файл), на основе которой далее строятся псевдоизолинии значений топоморфометрических показателей (для псевдоизолиний, отображающих распределение β-индекса, нами предложен термин **бета-изоплеты**, или, более кратко, **изобеты**). Применён способ интерполяции, известный под названием «метод естественного соседа» (natural neighbour – в английском оригинале). Этот способ наиболее подходит при интерполяции данных, основанных на использовании линейных моделей. Всего было построено восемь изолинейных карт распределения β-индекса, на примере которых в

следующем подразделе при помощи визуального анализа будут кратко показаны особенности эволюции отечественной железнодорожной сети.

4.2 Анализ размещения железнодорожной сети при помощи карт топологической сложности

Для достижения успешных результатов применения визуального анализа в картографическом методе исследования необходимо составление заранее продуманной схемы описания, образующей алгоритм анализа [Салищев, 1990, с. 267]. В нашем случае при использовании составленных карт для описания пространственной дифференциации сложности железнодорожной сети особое внимание будет обращено на:

а) различия в железнодорожной освоенности различных районов нашей страны;
б) сопоставление показателей связности сети в наиболее типичных районах;
в) характер изменений, произошедших в конкретном районе по сравнению с предыдущим этапом развития сети.

4.2.1 Железнодорожная сеть Российской Империи в 1870 году

По состоянию на 1870 г. железнодорожная сеть охватывала исключительно Европейскую часть Российской Империи; более того, подавляющая часть Северо-Западных районов страны и Поволжья не была обеспечена железнодорожным транспортом, причём даже на территории наиболее экономически развитых частей России – Центра и Запада – сплошного освоения не наблюдалось (см. рисунок 31). Большинство освоенной в железнодорожном отношении территории характеризовалось значениями β-индекса, находящимися в интервале между 0,75 и 0,90, что, в общем, характерно для древовидного типа железнодорожной сети, находящего в стадии активного древообразования. Последнее происходило на каркасе, образованном старейшими магистралями страны – линиями Санкт-Петербург – Варшава, Санкт-Петербург – Москва,

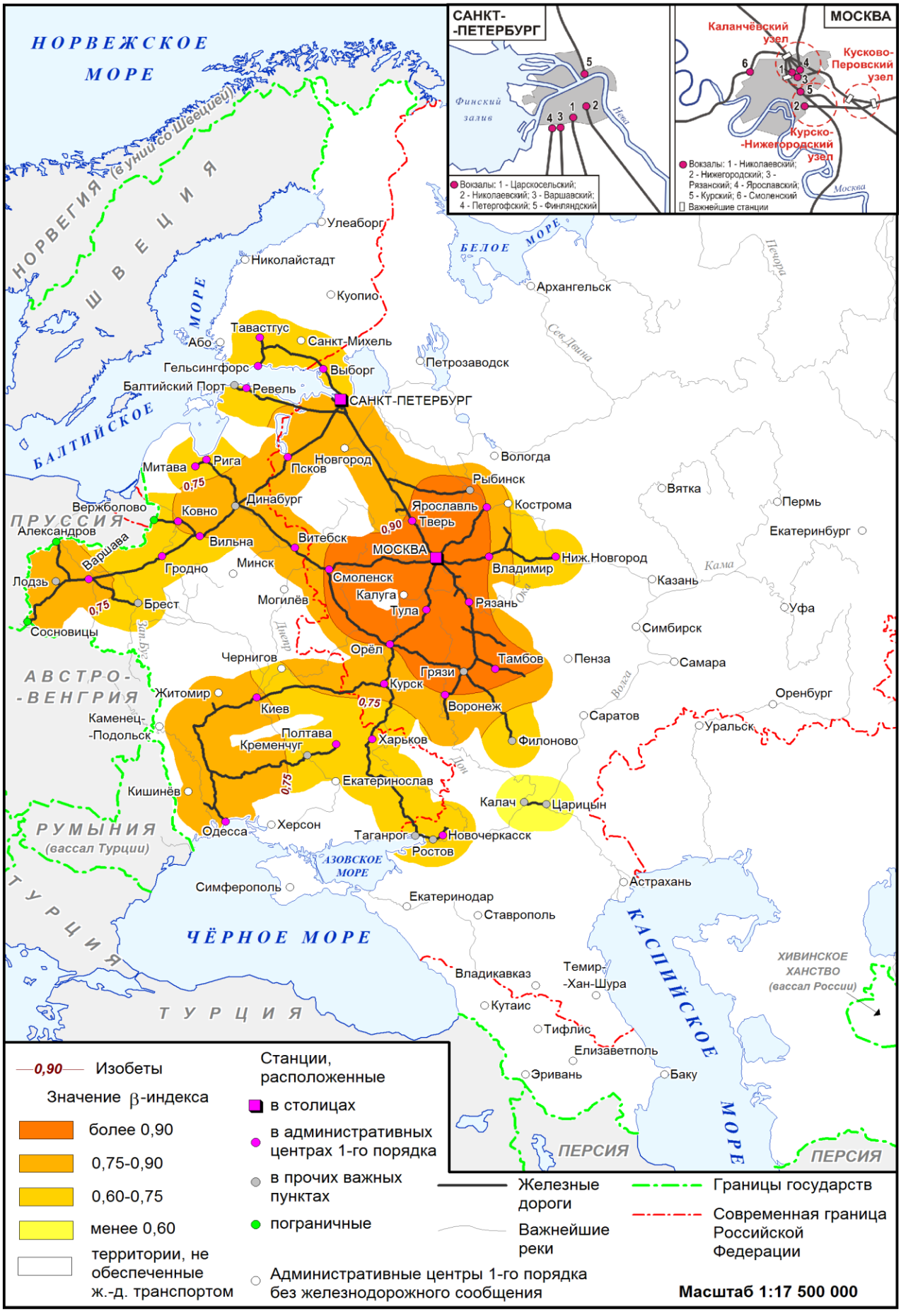


Рисунок 31 - Распределение показателя связности железнодорожной сети (бета-индекса) на территории Российской Империи в 1870 г.

Москва – Нижний Новгород, Москва – Воронеж, Москва – Курск – Харьков – Ростов и Одесса – Киев – Курск. Однако начавшееся интенсивное развитие железных дорог в центральных районах страны получило отражение в значениях β-индекса, превышающих 0,90. Это объясняется следующим.

Во-первых, несмотря на то, что центрами формирования железнодорожной сети радиального типа в нашей стране стали и Москва, и Санкт-Петербург [Чибряков, 2008, с. 3], железнодорожная сеть Центра России имела больше предпосылок для развития в силу более благоприятного географического положения «первопрестольной» столицы по сравнению с относительно периферийным положением Санкт-Петербурга. Это выразилось и в том факте, что сразу после постройки железной дороги Москва – Владимир в 1861 г. началось формирование полноценного Московского железнодорожного узла (все появлявшиеся направления изначально связывались между собой соединительными ветвями). Напротив, Санкт-Петербург в 1870 г. вместо железнодорожного узла всё ещё представлял собой совокупность совершенно не связанных друг с другом расходящихся от города линий (см. карты-врезки на рисунке 31)[1], что и обусловило невысокое значение β-индекса.

Второй же причиной приоритета Центра России в формировании достаточно сложной по тем временам железнодорожной сети стало появление магистрали Грязи – Орёл – Смоленск – Динабург – Рига. Она обеспечила возможность вывоза грузов (прежде всего, хлебных и лесных) из центральных районов страны через Рижский порт на экспорт в Европу по кратчайшему пути и положила начало формированию смешанной (радиально-ортогональной) конфигурации сети.

4.2.2 Железнодорожная сеть Российской Империи в 1881 году

К 1881 году железнодорожная сеть «выходит» за пределы Европейской России. Основной вектор развития сети – Юго-Восток (см. рисунок 32).

[1] На врезках этой и последующих карт названия компонентов второго уровня, входящих в состав Санкт-Петербургского и Московского железнодорожных узлов, предложены нами по аналогии с наименованием «Каланчёвский узел», употреблённым в статье А.Скокана [2013].

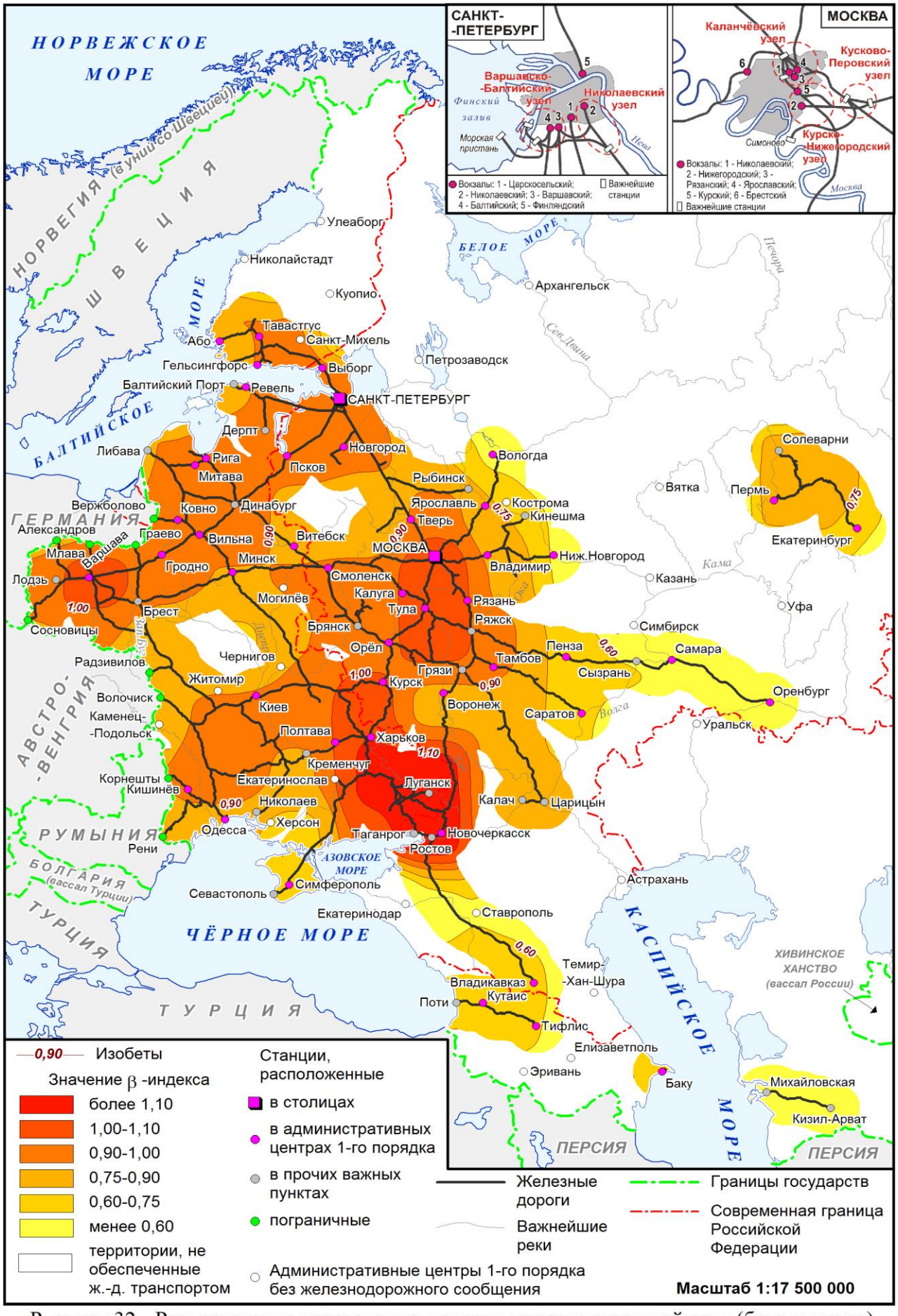


Рисунок 32 - Распределение показателя связности железнодорожной сети (бета-индекса) на территории Российской Империи в 1881 г.

Появляются многочисленные изолированные (островные) участки железных дорог – на Кавказе (магистраль Поти – Тифлис, пригородная сеть возле Баку), в Средней Азии (стратегическая Закаспийская линия), на Урале (Горнозаводская железная дорога). Железнодорожное сообщение получают такие крупные торговые города, как Саратов, Самара, Оренбург, Владикавказ.

Однако наряду со строительством линий нового освоения (экстенсивное развитие сети – см. стр. 122) чрезвычайно большой размах получает интенсивное развитие железнодорожной сети на Западе и Юго-Западе России, получившей отчётливую квазиортогональную структуру (хотя даже в этих макрорайонах по-прежнему остаются обширные не освоенные железными дорогами территории, прежде всего, Полесье). Несмотря на то, что Центр России продолжает сохранять относительно высокий уровень связности (значение β-индекса к югу от Москвы превышает 1,0), появляются новые очаги высокосвязной железнодорожной сети. На Западе это районы, прилегающие к Варшаве ($1{,}0 \leq \beta < 1{,}1$), где наблюдается интенсивное развитие обрабатывающей промышленности. Но набольшую сложность приобретает сеть в районе Донбасса ($\beta \geq 1{,}1$), что связано с резко возросшим спросом на каменный уголь и массированным строительством магистральных линий и подъездных путей от них к месторождениям (использование древесного угля промышленностью Европейской России уходило в прошлое).

В 1870 г. сооружение магистрали Тосно – Ревель – Балтийский Порт обеспечило переход железнодорожной сети Северо-Запада от радиального типа к радиально-полукольцевому, а через одиннадцать лет строительство Портовой ветви в Санкт-Петербурге, соединившей три радиальных направления в черте города (см. карты-врезки на рисунке 32), положило начало интенсивному развитию сети железных дорог в этом макрорайоне. Однако слабое развитие Санкт-Петербургского железнодорожного узла (Царскосельское[1] и Финляндское

[1] С момента своего строительства в 1837 г. Царскосельская железная дорога имела ширину колеи 1828 мм, что впоследствии затрудняло её интеграцию в единую железнодорожную сеть.

направления по-прежнему не связаны с основной сетью страны) объясняет значение β-индекса, не превышающее 1,0.

4.2.3 Железнодорожная сеть Российской Империи в 1901 году

В 1901 году железные дороги в большей или меньшей степени имеются уже во всех без исключения макрорайонах России. Интересно, что, несмотря на ликвидацию островного положения многих железнодорожных участков (так, соединились с основной сетью страны дороги Кавказа и Уральская Горнозаводская дорога), общее количество их увеличилось, так как в целях ускорения строительства многие линии по-прежнему сооружаются как островные (см. рисунок 33). Наиболее характерными примерами является Транссибирская магистраль, составные части которой – Уссурийская и Забайкальская железные дороги были сданы в эксплуатацию как отдельные линии, с перспективой дальнейшего включения в единую сеть, а также Среднеазиатская железная дорога.

Продолжается интенсивное развитие и усложнение железнодорожной сети Запада и Юго-Запада Российской Империи. Наряду с Донбассом, на Юго-Западе страны появляется новый очаг железнодорожной сети высокой связности к юго-востоку от Винницы ($1{,}0 \le \beta < 1{,}1$). Это связано, прежде всего, со строительством обширной узкоколейной сети общего пользования, обеспечивавшей вывоз продукции бурно развивавшегося сельского хозяйства Подольской губернии – прежде всего зерна и свекловичного сахара. Однако наивысших значений в стране индекс связности достигает в районе Варшавы ($\beta \ge 1{,}2$), что связано с продолжающимся развитием железнодорожной сети в Привислинском крае, имеющем важное промышленное и транзитное значение.

Особенностью развития железных дорог Центра России является очевидный южный вектор его развития – за счёт наложения радиально-направленных линий, ведущих от Москвы к югу, и новых магистралей, связывающих Поволжье с

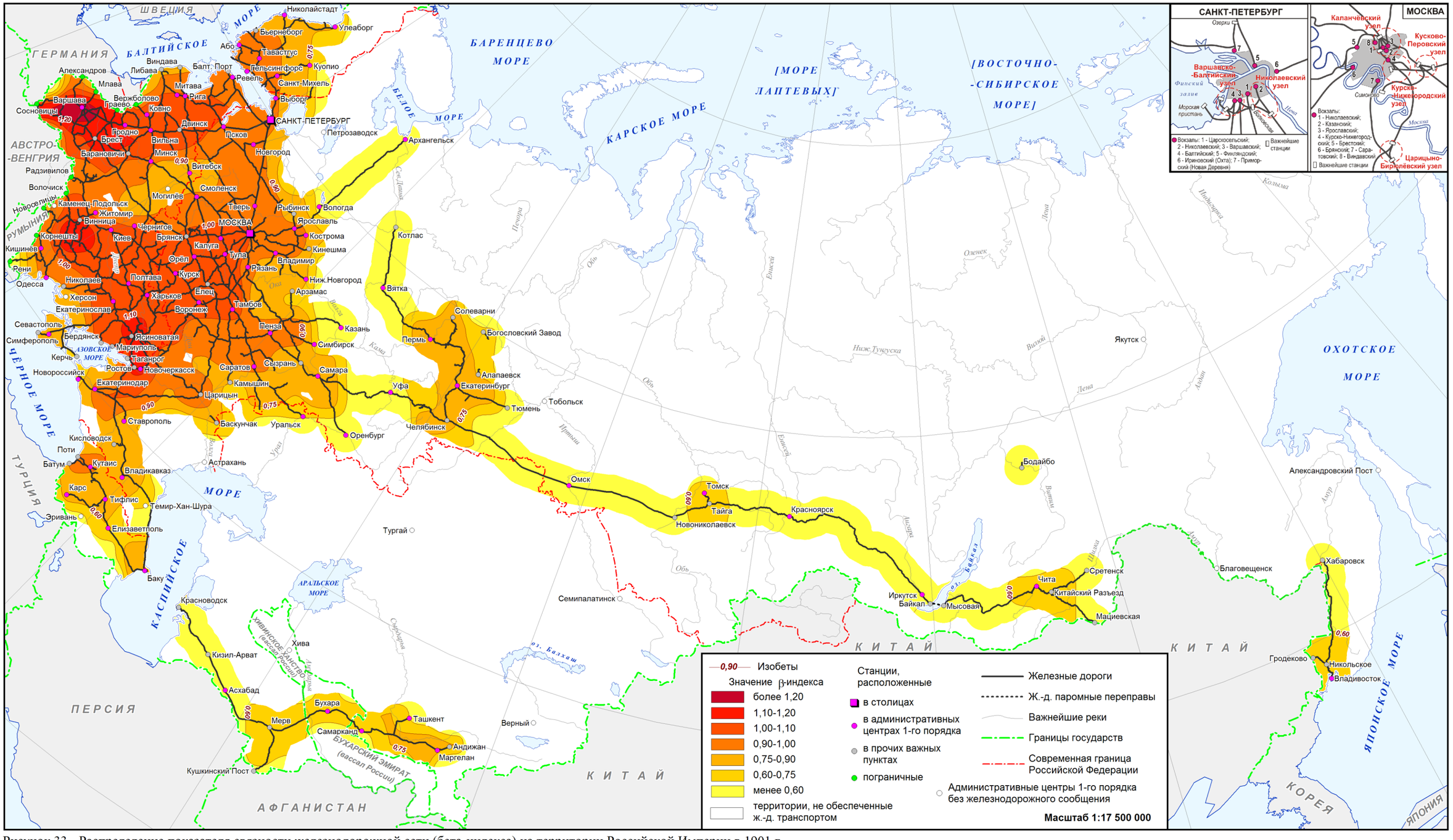


Рисунок 33 - Распределение показателя связности железнодорожной сети (бета-индекса) на территории Российской Империи в 1901 г.

Западом России (основным назначением которых является вывоз зерна на экспорт), происходит образование весьма эффективной железнодорожной сети, окончательно приобретшей черты квазиортогонального типа конфигурации с усложнением по радиальному типу.

В интенсивную фазу переходит развитие железнодорожной сети Поволжья, до сих пор имевшей квазилинейную структуру, хотя в данном макрорайоне по-прежнему процессы древообразования преобладают над циклообразующими, что обуславливает значения β-индекса, не превышающие 1,0. Что же касается Северо-Запада России, то обращает на себя внимание расширение железнодорожной сети на север (важнейшие магистрали Тавастгус – Улеаборг и Вологда – Архангельск). В районах, прилегающих к Санкт-Петербургу, по состоянию на 1901 г. коэффициент связности остаётся невысоким ($0{,}75 \leq \beta < 0{,}9$) – вновь построенные Ириновская и Приморская Санкт-Петербурго-Сестрорецкая железные дороги не были соединены с основной сетью.

4.2.4 Железнодорожная сеть Российской Империи в 1916 году

Важнейшим результатом развития железнодорожной сети в период 1901–1916 гг. является ликвидация последних крупных «островных» участков и создание надёжной связи Дальнего Востока и Средней Азии с основной частью страны (см. рисунок 34).

Таким образом, все макрорайоны России оказались связаны друг с другом посредством железных дорог. Железнодорожная линия Оренбург – Ташкент обеспечила выход в Среднюю Азию. В 1903 г. благодаря постройке Кругобайкальской линии и завершению строительства Китайско-Восточной железной дороги (КВЖД) открыто прямое сообщение между Центральной Россией и портами Тихого океана через территорию Китая, а в 1916 г. после окончания строительства Амурской линии и сдачи в эксплуатацию моста через Амур стало возможно и сквозное движение по территории России [Захаренко, Чибряков, 2012, с. 170–171].

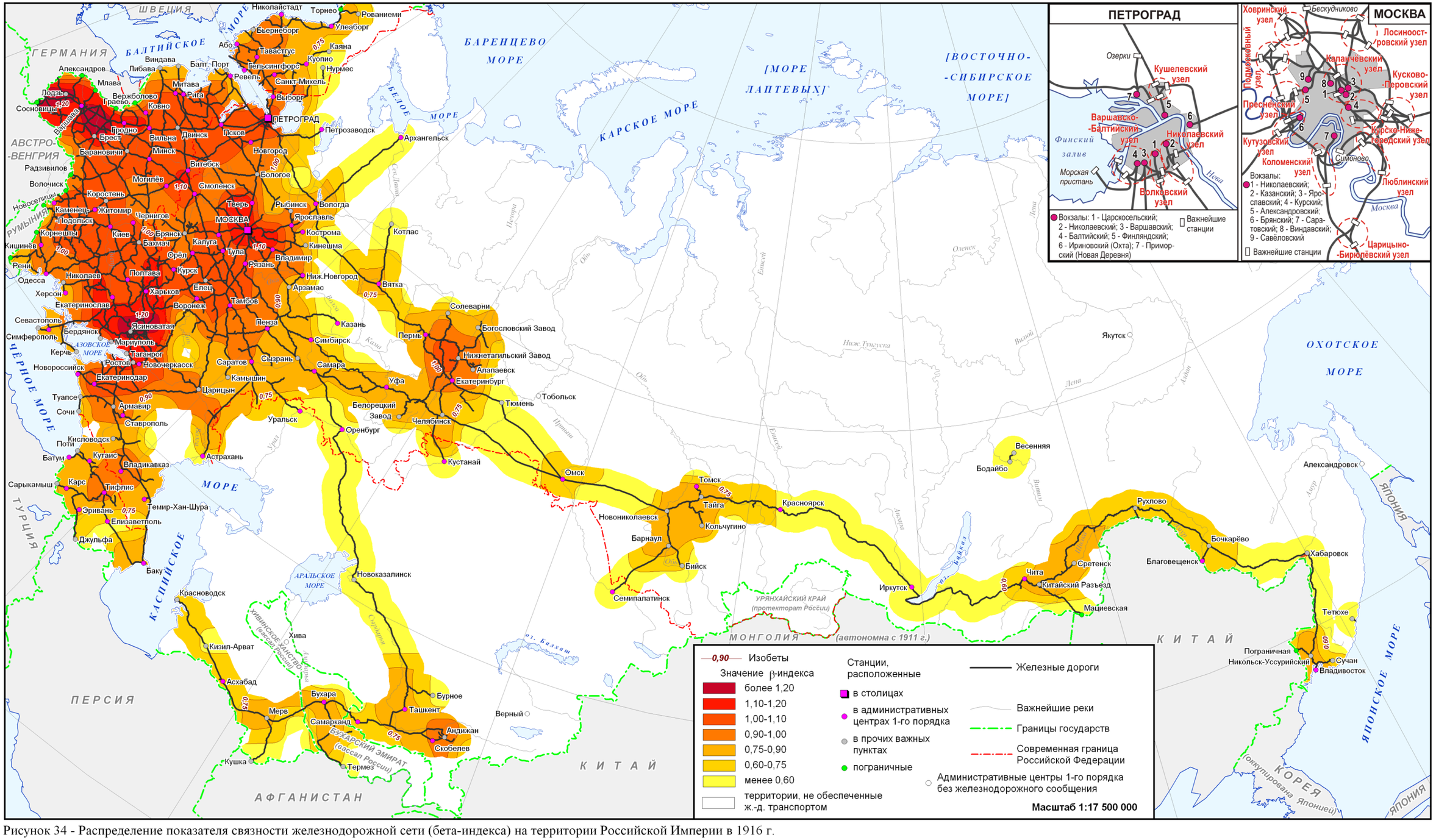


Рисунок 34 - Распределение показателя связности железнодорожной сети (бета-индекса) на территории Российской Империи в 1916 г.

Однако в этот период продолжается сильный рост сети и на уже освоенных в железнодорожном отношении территориях страны. Завершение создания северного широтного хода Санкт-Петербург – Вологда – Вятка – Пермь установило надежную транспортную связь Урала и Северо-Запада России. В результате продолжившееся после длительного застоя развитие промышленности Уральского макрорайона способствовало переходу его железнодорожной сети в интенсивную фазу развития и формированию квазиортогонального типа сети (значения β-индекса начинают превышать 1,0). В это же время на интенсивный путь развития становится и железнодорожная сеть Кавказа с формированием достаточно сложной конфигурации сети, сочетающей квазиортогональный и радиальный типы с центрами в Екатеринодаре и Ростове.

Реализация таких проектов, как строительство стратегических магистралей Москва – Митава – Виндава, Царское Село – Витебск – Шепетовка – Каменец-Подольск и ряда других линий оборонного значения привела к образованию железнодорожной сети, обладающей хорошими показателями связности, на большинстве территории Центра, Запада и Юго-Запада Европейской части России ($\beta \geq 1,0$). Вместе с тем на карте обращает на себя внимание дальнейшее усложнение и расширение (в сторону крупнейших промышленных центров Харькова и Екатеринослава) высокосвязной железнодорожной сети Донбасса ($1,1 \leq \beta < 1,3$). На Западе страны наряду с районами, прилегающими к Варшаве, появился новый очаг высокосвязной железнодорожной сети ($1,2 \leq \beta < 1,3$), причиной развития которой послужило бурное развитие текстильной промышленности в Лодзинской агломерации и разработка новых месторождений каменного угля в Верхнесилезском бассейне.

Улучшению показателей связности в Центральном и Северо-Западном макрорайонах способствовало развитие Московского и Петербургского (Петроградского) железнодорожных узлов. Строительство Московской Окружной железной дороги и соединительной Финляндской линии в Петрограде (см. карты-

врезки на рисунке 34) увеличило связность железнодорожной сети в прилегающих районах до значений β, находящихся в интервале между 1,1 и 1,2.

4.2.5 Железнодорожная сеть Союза ССР в 1934 году

Сеть железных дорог нашей страны в период 1916–1934 гг. в основном формировалась в соответствии с направлениями развития, намеченными в 1910-е годы, хотя Первая мировая война, смена политического режима, восстановление народного хозяйства после Гражданской войны и начало индустриализации наложили свой отпечаток на конфигурацию железнодорожной сети (см. рисунок 35).

Интенсивное железнодорожное строительство в Европейской части страны, обусловленное задачами военного времени, а впоследствии также оборонными потребностями в результате ухудшения геополитического положения России после Рижского мирного договора 1921 г. и территориальных потерь в западных районах, привело к расширению полигона связной железнодорожной сети. Теперь вся территория Западного и Юго-Западного макрорайонов (кроме приграничной полосы, Новороссии и Крыма) обладала сетью, для которой $\beta \geq 1{,}0$.

Заметным явлением в этот период стало резкое усложнение железнодорожной сети Северо-Западного макрорайона, прилегающей к Ленинграду (Петрограду), ставшим после отделения Финляндии фактически приграничным городом. На территории СССР сформировался второй (наряду с Донбассом) очаг высокосвязной железнодорожной сети ($1{,}2 \leq \beta < 1{,}3$). Это было следствием завершившейся, в основном, реконструкции Ленинградского железнодорожного узла, важнейшими элементами которой стало строительство ряда соединительных ветвей (в первую очередь, Южного обхода) и включение в единую железнодорожную сеть ранее изолированных Ириновской и Приморской железных дорог. Таким образом, впервые за всю историю Ленинградский узел по сложности превзошёл Московский (см. карты-врезки на рисунке 35).

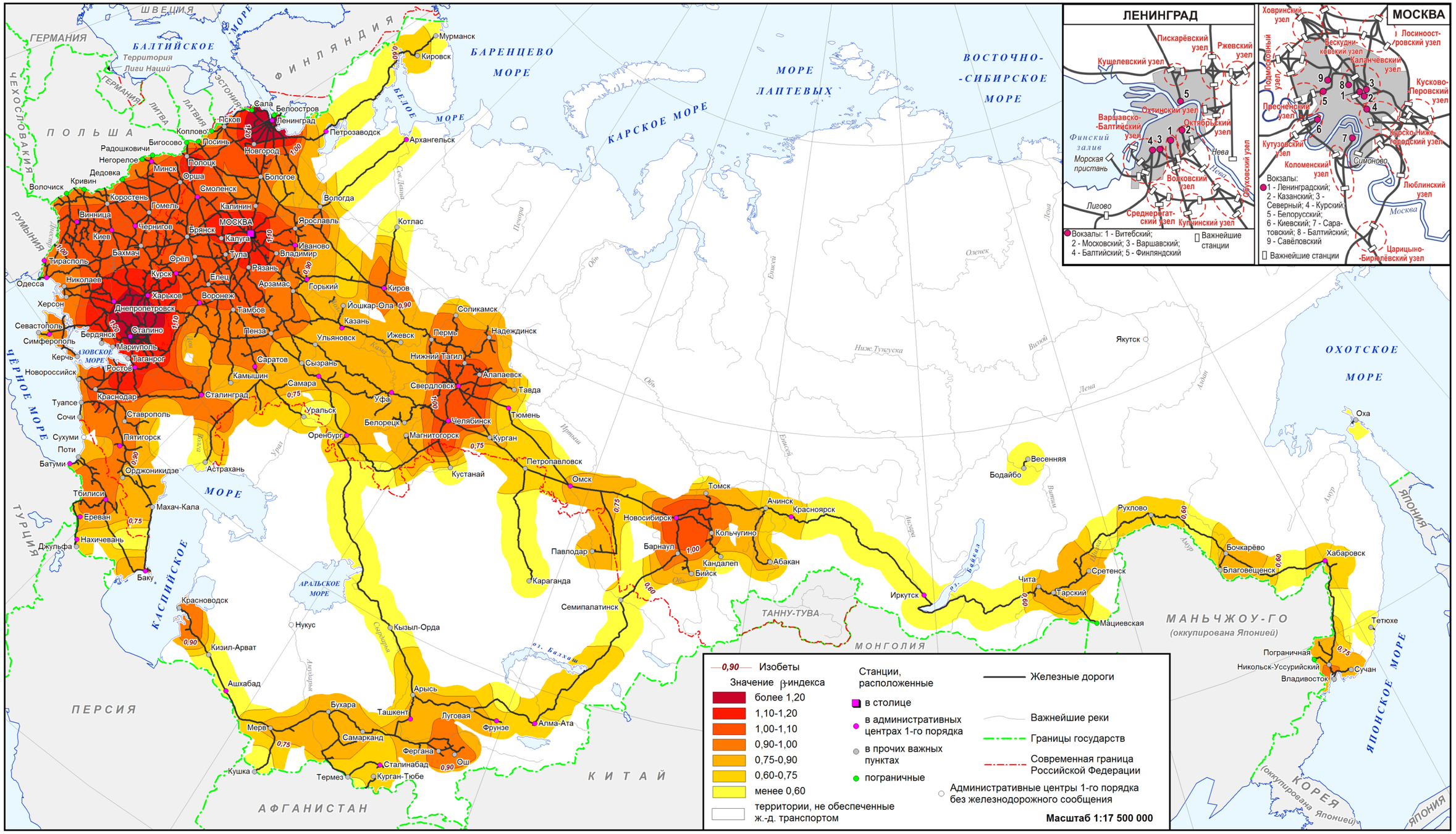


Рисунок 35 - Распределение показателя связности железнодорожной сети (бета-индекса) на территории Союза ССР в 1934 г.

Кроме усложнения сети на уже освоенных в железнодорожном отношении территориях, в этот период продолжалось и экстенсивное расширение сети железных дорог. Наиболее существенно площадь территории, освоенной железнодорожным транспортом, увеличилась на территории Северо-Западного макрорайона после сдачи в постоянную эксплуатацию в 1917 г. стратегической магистрали Званка – Петрозаводск – Романов-на-Мурмане, вышедшей за Северный Полярный круг. Завершение строительства железнодорожных линий Арзамас – Шихраны – Казань – Екатеринбург (1924 г.) и Нижний Новгород – Котельнич (1927 г.) не только оптимизировало транспортные связи Центра Европейской части СССР с Поволжьем и Уралом, но и дало толчок развитию промышленности районов, через которые прошла железная дорога.

Характерной особенностью данного периода стало развитие железнодорожной сети Азиатской части СССР, связанное с вовлечением в хозяйственный оборот богатейших природных ресурсов Казахстана, Кузбасса и Южного Урала и созданием там мощной металлургической базы [Чибряков, 2008, с. 4]. Был построен Турксиб; сданы в эксплуатацию линии Петропавловск – Караганда, Оренбург – Орск – Золотая Сопка с ответвлением на Магнитогорск. Создание второго выхода в Кузбасс (Новосибирск – Кольчугино) положило начало интенсивному развитию железнодорожной сети Западной Сибири ($\beta \geq 1{,}0$) и её переходу к квазиортогональному типу конфигурации.

4.2.6 Железнодорожная сеть Союза ССР в 1965 году

Основным трендом развития железнодорожной сети страны в период 1934–1965 гг. является обширное строительство магистральных линий в не охваченных до этого железными дорогами районах Северо-Запада, Восточной Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии и Казахстана (см. рисунок 36). Так, освоение новых угольных бассейнов потребовало строительства магистралей Коноша – Воркута и Известковая – Чегдомын; вывоз металлургического сырья с новых рудных месторождений обеспечили железнодорожные линии Жарык – Джезказган,

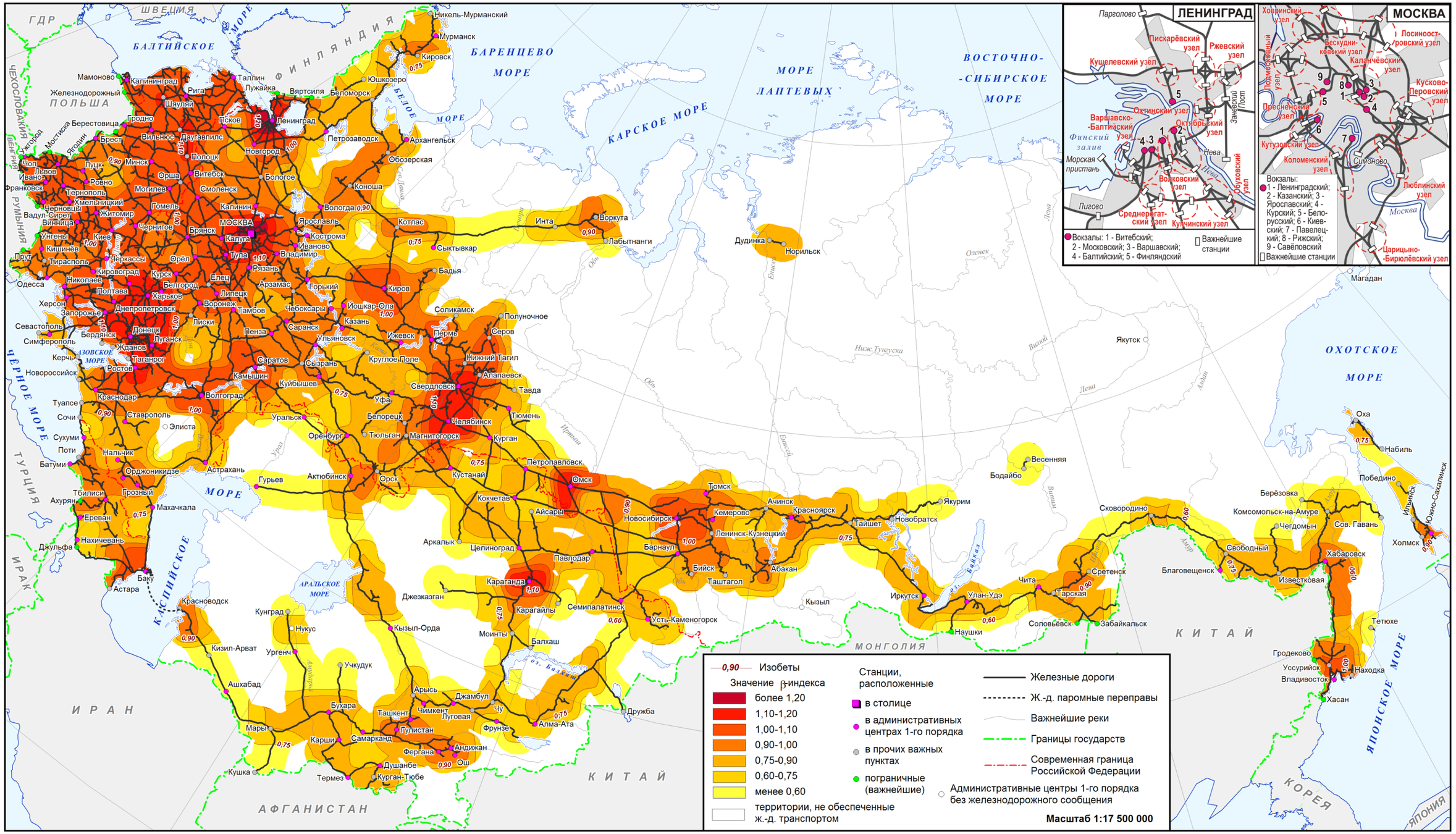


Рисунок 36 - Распределение показателя связности железнодорожной сети (бета-индекса) на территории Союза ССР в 1965 г.

Солонички – Карагайлы, Есиль – Аркалык; доступ к новым лесосырьевым базам был открыт благодаря прокладке Западно-Карельской магистрали (Суоярви – Юшкозеро), ведомственных Гайно-Кайской, Монзенской и других железных дорог. Хотя, как правило, на новоосвоенных территориях показатель связности железнодорожной сети невысок ($\beta<0,6$), на карте видно, что к концу рассматриваемого периода во многих развивающихся районах он превысил 0,75 (Северный Сахалин, Норильский промышленный район) и даже приблизился к единице (Воркутинская агломерация). Это обусловлено, прежде всего, бурным развитием ведомственных железных дорог регионального значения.

Рост межрайонных перевозок потребовал строительства альтернативных разгружающих железнодорожных направлений, как широтного – Южносибирской магистрали (1943–1965 гг.)[1], так и меридионального – линии Моинты – Чу (1953 г.). Кроме того, были созданы новые выходы к Тихому океану (линии Угольная – Находка, Комсомольск – Советская Гавань), границам с Монголией (Улан-Удэ – Наушки, Борзя – Соловьёвск), Китаем (Актогай – Дружба), Кореей (Барановский – Хасан). Расширение сети по интенсивному типу в Азиатской части СССР происходило преимущественно за счёт усложнения структуры железнодорожных узлов крупнейших промышленных центров – Свердловска, Челябинска, Омска, Караганды ($\beta>1,1$).

Что же касается интенсивного расширения сети Европейской части страны, то последнее, в основном, было обусловлено обеспечением потребностей страны в воинских перевозках в годы Великой Отечественной войны. Большая часть фронтовых линий была сооружена на уже освоенной в железнодорожном отношении территории. В частности, постройка западной части Большого окружного кольца вокруг Москвы (восточная часть была построена до войны) повысила связность железнодорожной сети Подмосковья до $\beta>1,2$ и окончательно сформировала радиально-кольцевой тип конфигурации сети Центра.

Однако с Великой Отечественной войной связано и противоположное явление – уменьшение связности сети железных дорог в ряде районов. Так, при

[1] Сдача в эксплуатацию последнего участка Южносибирской магистрали – линии Абакан – Тайшет (1965 г.) послужила началом развития железнодорожной сети Восточной Сибири по интенсивному типу.

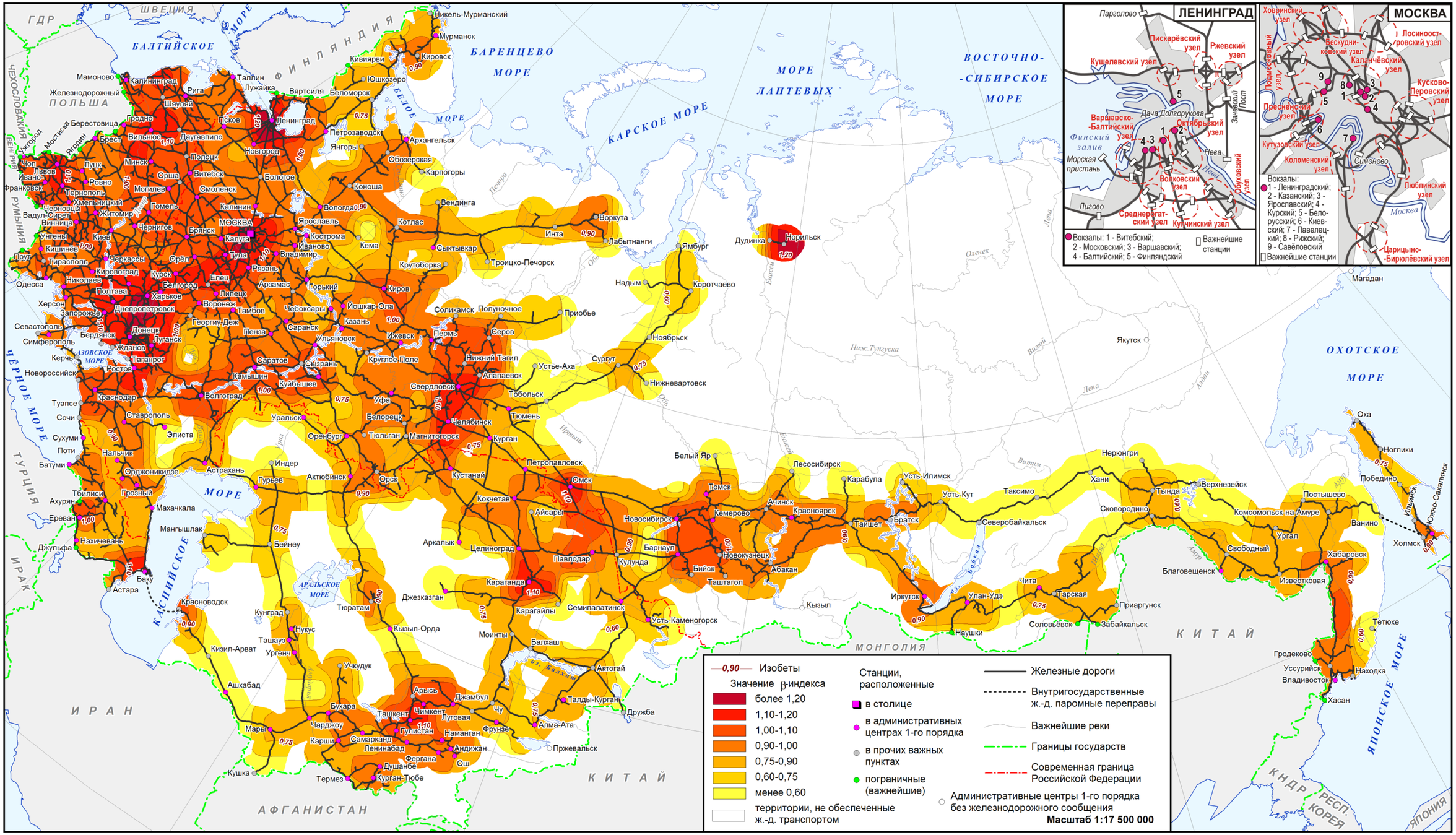
сравнении карт распределения β-индекса за 1934 и 1965 гг. заметно резкое сокращение площади территории высокосвязной железнодорожной сети (1,2≤β<1,3) на большой части Северо-Запада. Причиной этого явилось принятое в послевоенный период решение о экономической нецелесообразности восстановления некоторых линий (Веймарн – Псков – Полоцк, Новгород – Старая Русса и др.), разрушенных в ходе боевых действий. Совершенно иную причину имеет сокращение связности сети железных дорог Донбасса, также заметное на карте. Подавляющее большинство железнодорожных магистралей в этом районе было построено до середины 1930-х годов; впоследствии же преимущественно строились короткие тупиковые ветви. Таким образом, преобладание роста количества ветвей (незамкнутых элементов) над ростом количества циклов в топологической модели сети вызвало снижение значений индекса связности сети железных дорог Донбасса.

4.2.7 Железнодорожная сеть Союза ССР в 1989 году

Расширение сети в период 1965–1989 годов осуществлялось преимущественно за счет строительства железнодорожных линий в Азиатской части СССР, связанное как с освоением её ресурсной базы, так и постройкой дублирующих широтных и меридиональных магистральных направлений.

Наиболее активно строительство грузообразующих линий велось в Западной Сибири. В первую очередь это было связано с необходимостью получения доступа к нефтяным и газовым месторождениям в этом районе, ставшем важнейшей сырьевой базой страны. Сданная в эксплуатацию в 1972–1990 гг. магистраль Тюмень – Тобольск – Сургут – Коротчаево послужила основой формирующейся транспортной сети Севера Западной Сибири.

Крупнейшим же реализованным проектом на данном этапе стала Байкало-Амурская магистраль, обеспечившая с 1989 г. начало интенсивного развития железнодорожной сети Дальнего Востока и её переход к квазиортогональному типу конфигурации с образованием почти сплошного массива освоенной в железнодорожном отношении территории (см. рисунок 37).


ЛЕНИНГРАД
Парголово
Пискарёвский узел
Ржевский узел
Кушелевский узел
Дача Долгорукова
Варшавско-Балтийский узел
Октябрьский узел
Финский залив
Морская пристань
Волковский узел
Среднерогатский узел
Купчинский узел
Лигово
Обуховский узел
Вокзалы: 1 - Витебский; 2 - Московский; 3 - Варшавский; 4 - Балтийский; 5 - Финляндский
Важнейшие станции
МОСКВА
Ховринский узел
Подмосковный узел
Лосиноостровский узел
Бескудниковский узел
Каланчёвский узел
Кусково-Перовский узел
Пресненский узел
Кутузовский узел
Коломенский узел
Симоново
Люблинский узел
Царицыно-Бирюлёвский узел
Вокзалы:
1 - Ленинградский;
2 - Казанский;
3 - Ярославский;
4 - Курский;
5 - Белорусский;
6 - Киевский;
7 - Павелецкий;
8 - Рижский;
9 - Савёловский
Важнейшие станции
Изотахи
Значение β-индекса
более 1,20
1,10-1,20
1,00-1,10
0,90-1,00
0,75-0,90
0,60-0,75
менее 0,60
территории, не обеспеченные ж.-д. транспортом
Станции, расположенные
в столице
в административных центрах 1-го порядка
в прочих важных пунктах
пограничные (важнейшие)
Железные дороги
Внутригосударственные ж.-д. паромные переправы
Важнейшие реки
Границы государств
Современная граница Российской Федерации
Административные центры 1-го порядка без железнодорожного сообщения
Масштаб 1:17 500 000
БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ
БАРЕНЦЕВО МОРЕ
МОРЕ ЛАПТЕВЫХ
ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ
КАРСКОЕ МОРЕ
БЕЛОЕ МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
АЗОВСКОЕ МОРЕ
КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
АРАЛЬСКОЕ МОРЕ
ОХОТСКОЕ МОРЕ
ЯПОНСКОЕ МОРЕ
ФИНЛЯНДИЯ
ШВЕЦИЯ
ГДР
ПОЛЬША
ЧЕХОСЛОВАКИЯ
РУМЫНИЯ
ТУРЦИЯ
ИРАК
ИРАН
АФГАНИСТАН
МОНГОЛИЯ
КИТАЙ
КНДР
РЕСП. КОРЕЯ
ЯПОНИЯ
Никель-Мурманский
Мурманск
Кировск
Кандалакша
Кемь
Беломорск
Ю.-Сахалинск
Оха
Ногликы
Победино
Холмск
Ванино
Постышево
Комсомольск-на-Амуре
Сковородино
Тында
Верхнезейск
Нерюнгри
Хани
Таксимо
Усть-Кут
Усть-Илимск
Карабула
Лесосибирск
Белый Яр
Северобайкальск
Братск
Тайшет
Иркутск
Улан-Удэ
Чита
Тарская
Приаргунск
Забайкальск
Соловьёвск
Наушки
Кызыл
Якутск
Магадан
Тетюхе
Гродеково
Уссурийск
Владивосток
Находка
Хасан
Благовещенск
Свободный
Ургал
Известковая
Хабаровск
Амур
Лена
Енисей
Обь
Иртыш
Нижняя Тунгуска
Оленек
Вилюй
Витим
Ангара
Ишим
Ишим
Ишим

В основном завершается формирование сети железных дорог Казахстана и Средней Азии за счет строительства линий Аксарайская – Гурьев и Кунград – Бейнеу – Макат (в 1972 г. положившей начало интенсивному развитию железнодорожной сети в этом макрорайоне) и множества грузообразующих линий.

В то же время продолжалось усложнение сети на значительной части Европейской части СССР, обусловленное строительством новых соединительных линий. На территории Юго-Западного макрорайона на пространстве между Харьковом и Донецком вновь сформировался обширный очаг высокосвязной железнодорожной сети ($1{,}2 \leq \beta < 1{,}3$), в основном повысилась связность сети и на остальной части Украины. Постройка магистралей Карламан – Белорецк, Круглое Поле – Агрыз, Мурапталово – Сакмарская, Пугачевск – Красногвардеец в 1979–1981 гг. завершила формирование квазиортогональной решетки сети Поволжья и Урала.

Повсеместный рост поездопотоков и нужды обороны потребовали строительства обходов крупнейших железнодорожных узлов – Вильнюсского, Минского, Львовского, Куйбышевского, Уфимского, Красноярского и др., дальнейшего усложнения структуры Бакинского, Ростовского, Свердловского узлов, что вызвало увеличение значений β-индекса на прилегающих территориях до 0,9–1,2. На карте (рисунок 37) обращает на себя внимание появление четвёртого в стране очага высокосвязной железнодорожной сети ($1{,}2 \leq \beta < 1{,}3$) в Норильском промышленном районе. Это весьма нетривиальное явление (для полностью ведомственной сети) было обусловлено строительством соединительных линий, в значительной степени предназначавшихся для нужд пригородного сообщения.

В течение рассмотренного периода уменьшение связности сети железных дорог на ряде территорий Западного макрорайона (на карте хорошо заметное для Эстонии) было связано с ликвидацией большей части узкоколейных железных дорог общего пользования и заменой их автомобильными дорогами с твёрдым

покрытием. Однако данное явление не повлияло на общий тренд, характеризующий развитие железнодорожной сети нашей страны в те годы.

4.2.8 Железнодорожная сеть Российской Федерации в 2012 году

Распад Советского Союза и последующий системный кризис, охвативший все отрасли российской экономики в 1991–1999 гг., создали новую реальность для отечественной железнодорожной отрасли. Строительство новых железных дорог почти прекратилось. Более того, многие участки были демонтированы либо переведены в подъездные пути. Несмотря на наметившийся с 2000 г. экономический рост и принятие ряда программных документов по развитию транспортной отрасли, эта тенденция сохраняется и сейчас.

Автором было выполнено исследование, посвящённое анализу новейших особенностей географии размещения железнодорожных линий общего пользования на территории России, включая расчёт β-индекса по территориям, соответствующим федеральным округам [Чибряков, 2008, 2011а]. Здесь же мы рассмотрим современную пространственную дифференциацию эффективной железнодорожной сети при помощи составленной карты распределения показателя связности на 2012 г. (см. рисунок 38).

Постройка железнодорожных линий в не охваченных до этого железными дорогами районах проводилась на территории Северо-Запада (линия Чиньяворык – Тиман), Западной Сибири (Обская – Бованенково – Карская), Восточной Сибири (Борзя – Газимурский Завод), Дальнего Востока (Улак – Эльга, а также линия Нерюнгри – Алдан – Томмот, являющаяся первой очередью Амуро-Якутской магистрали). Характерная особенность современного этапа развития сети – *все указанные железнодорожные линии принадлежат иным, чем ОАО «РЖД» владельцам*. Линия общего пользования Нерюнгри – Томмот находится на балансе ОАО «АК “Железные дороги Якутии”», а остальные участки являются ветвями необщего пользования, эксплуатируются дочерними компаниями крупных корпораций – ОК «РУСАЛ», ОАО «Газпром», ОАО «Мечел» (см. также приложение А).

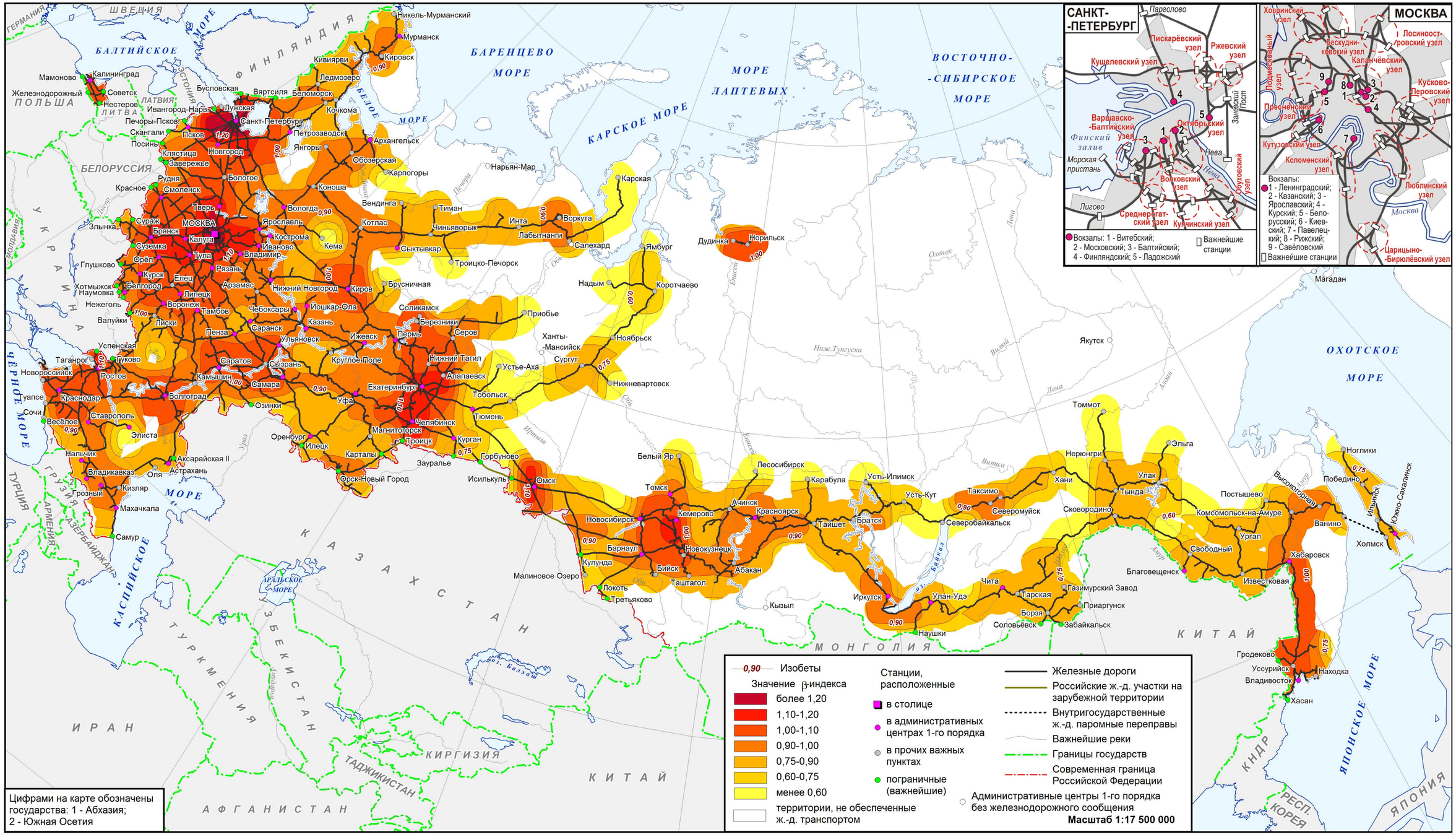


Рисунок 38 - Распределение показателя связности железнодорожной сети (бета-индекса) на территории Российской Федерации в 2012 г.

Помимо экстенсивного расширения сети железных дорог было осуществлено также несколько проектов на уже освоенных в железнодорожном отношении территориях. Проекты, приведшие к улучшению связности железнодорожной сети путём образования новых циклов ($\beta \geq 1{,}0$), после 1989 г. были единичны.

Наиболее значимым из них стал ввод в постоянную эксплуатацию на Северо-Западе России в 2003 г. линии Ледмозеро – Кочкома, оптимизировавшей логистику Костомукшского ГОКа и укрепившей экономические связи с Финляндией; значение β-индекса на территории Карелии впервые превысило единицу. На Северном Кавказе во время проведения антитеррористической операции в Чечне (1997 г.) была сооружена рокадная железнодорожная линия Кизляр – блок-пост Сулак (Республика Дагестан). [Чибряков, 2008, с. 5]. В Западной Сибири связность сети увеличилась за счёт строительства угледобывающими компаниями Кузнецкого бассейна (ставшим после распада СССР основным поставщиком угля в стране) ряда ведомственных соединительных линий, важнейшей из которых явилась ветвь ст. ЦЗХ – пост 51 км – Соколовская (1997 г.). На карте заметен возникший очаг железнодорожной сети с хорошими показателями связности ($1{,}1 \leq \beta < 1{,}2$). К числу проектов, улучшивших топологию сети, можно отнести также строительство Северомуйского (Восточная Сибирь, сдан в 2003 г.) и нового Кузнецовского (Дальний Восток, 2012 г.) тоннелей, а также глубокий обход Березников (Урал, 2009 г.).

В освоенных железнодорожной сетью районах было построено также несколько тупиковых ветвей. Большинство из них представляют собой ведомственные линии регионального значения (полный список можно найти в Приложении А). ОАО «РЖД» построило подходы к новым морским портам Оля (Поволжье, 2005 г.) и Усть-Луга (ст. Лужская, Северо-Запад, 2008 г.), а также ветвь к московскому аэропорту Шереметьево (2008 г.).

Однако основным трендом, характеризующим развитие железных дорог нашей страны в последние двадцать лет, является не строительство новых, а

ликвидация имеющихся линий и, соответственно, ухудшение показателей, характеризующих размещение железнодорожной сети – т.н. *деструкция сети* [Чибряков, 2011а]. В ряде регионов произошло даже сокращение площади территории, обслуживаемой железнодорожным транспортом; это явление позволяет обнаружить сравнение карт топологической сложности за 1989 и 2012 гг. (рисунки 37 и 38). К таким регионам, прежде всего, относятся Республика Коми и Архангельская область (Северо-Запад России), Приморский край и Сахалинская область (Дальний Восток). Это произошло из-за демонтажа в 1995–2009 гг. крупнейших ведомственных лесовозных Мехреньгской, Ерцевской, Гайно-Кайской и Оборской железных дорог, а также железнодорожной сети Северного Сахалина (см. Приложение А).

Ликвидация железных дорог на территориях, после демонтажа линий по-прежнему остающихся обеспеченными железнодорожным транспортом, имеет свои особенности. Ухудшение связности железнодорожной сети, как правило, происходило по причине закрытия отдельных участков сети ОАО «РЖД». Так, в Тульской области (Центральный макрорайон) после перенаправления транзитных грузопотоков на параллельные хода в 2001–2008 гг. появились разрывы на железнодорожной магистрали Смоленск – Раненбург (см. также рисунок 20), в Алтайском крае (Западная Сибирь) в 2003–2006 гг. был разобран магистральный участок Малиновое Озеро – Локоть и др. [Чибряков, 2008, с. 5–6]. На карте заметно уменьшение значений β-индекса на прилегающих территориях. В некоторых случаях ухудшение показателя связности происходило и по причине закрытия ведомственных участков. Наиболее характерен здесь пример Норильского промышленного района, где было разобрано несколько соединительных ветвей, а связность уменьшилась до $1{,}0 \leq \beta < 1{,}1$.

Итак, в таблице 18 приведём сравнение протяжённости железнодорожной сети России за 1989 (в границах РСФСР) и 2012 годы (обозначения те же, что и на стр. 97):

Таблица 18 – Протяженность (в тыс. км) железнодорожной сети России в 1989 и 2012 гг.

Год	Протяжённость ж.-д. линий общего пользования ($l_{пост} + l_{вр} – l_{конс}$)			Протяжённость ведомственных ж.-д. линий регионального значения ($l_{рег}$)	Эффективная длина ж.-д. сети ($l_{эф}$)
	$l_{пост}$	$l_{вр}$	$l_{конс}$		
1989	87,22	0,42	0	7,13	**94,77**
2012	85,47	0,53	0,37	5,83	**91,46**

Существует несколько причин, вызвавших сокращение эффективной длины железнодорожной сети. Железнодорожные линии, составляющие сеть, были классифицированы автором по выполняемым ими функциям и затем определены причины деструкции; кроме того, в таблице 19 указаны аспекты изменения связности, важные при сравнении карт распределения β-индекса на разные годы.

Таблица 19 – Основные причины деструкции железнодорожной сети

Функциональные типы ж.-д. линий	Факторы деструкции	Поведение β-индекса
1	2	3
Магистральные линии (внутренние)	✓ концентрация перевозок, обусловившая закрытие ряда дублирующих линий с небольшими объемами перевозок (т. н. «магистрализация» сети)	Уменьшение значений по причине сокращения количества циклов в топологической модели сети из-за «разрывов» в ней
Магистральные линии (пограничные)	✓ ликвидация единого экономического пространства, существовавшего во времена СССР (объемы межгосударственных перевозок в СНГ значительно меньше объемов аналогичных межрайонных перевозок в Советском Союзе)	В случае древовидного и квазилинейного типов сети – уменьшение значений по причине сокращения количества рёбер и вершин в топологической модели; в случае остальных конфигурационных типов сети – возможно небольшое увеличение значений из-за преобладания сокращения количества ветвей (незамкнутых элементов) над сокращением количества циклов в топологической модели
Грузообразующие ветви	✓ ликвидация (банкротство) или резкое сокращение объемов продукции промышленных предприятий, являвшихся во многих случаях единственными клиентами данной ж.-д. ветви (прежде всего, это касается горнодобывающих отраслей, а также пищевой и лесозаготовительной промышленности) ✓ изменение логистических схем доставки сырья или поставок выпускаемой продукции промышленными предприятиями	

Продолжение таблицы 19

1	2	3
Прочие ветви	✓ прекращение пассажирского пригородного движения на ряде убыточных ж.-д. участков с отсутствием грузовых перевозок; ✓ закрытие ряда оборонных объектов, пользующихся услугами ж.-д. транспорта	То же

4.3 Перспективы развития железнодорожной сети

Таким образом, можно отметить, что уменьшение протяженности железнодорожной сети в России за последние двадцать с лишним лет имеет многофакторный характер и требует взвешенной оценки. В частности, международный опыт свидетельствует, что конкуренция между отдельными видами транспорта привела во второй половине XX века к сокращению протяжённости железных дорог в США, а также во многих государствах Европы[1].

Тем не менее, известно, что наличие железнодорожной инфраструктуры уменьшает транспортные затраты, увеличивает мобильность населения, повышает инвестиционную привлекательность региона, и как следствие, влияет на создание новых рабочих мест, улучшение уровня жизни. В этой связи большое значение приобретает выполнение положений, предусмотренных в «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года»[2] [Стратегическое развитие… , 2008]. Однако, в отличие от предыдущих планов развития железнодорожного транспорта, разработанных в советские годы, нынешний недостаточно ориентирован на интенсивное развитие страны, укрепление военно-стратегического и экономического потенциала, а рассчитан только на обеспечение устойчивого функционирования транспорта [Красковский, Фортунатов, 2013]. Использование картографического метода исследования может способствовать решению следующих приоритетных задач развития сети.

1) *Обеспечение высокой связности железнодорожной сети.* На наш взгляд,

[1] В странах Евросоюза сейчас начинает наблюдаться обратный процесс, в первую очередь, в связи с интенсивным строительством высокоскоростных железнодорожных линий.

[2] Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 № 877-р

решение данной задачи в настоящее время особенно актуально по следующим причинам.

✓ Стратегический аспект. Необходимость ликвидации диспропорций пространственной структуры железнодорожной сети России, возникших после распада СССР, особенно в приграничных районах [Тархов, 2002], а также преодоления процессов регионализации и центробежных тенденций, возникающих в результате социально-экономической дифференциации регионов.

✓ Военный аспект. Необходимость обеспечения функционирования оружия подвижного базирования в соответствии с решением руководства нашей страны о возрождении боевых железнодорожных ракетных комплексов [Ленский, 2013], а также устойчивости сети в военное время. Обращает на себя внимание тот факт, что рассмотренные выше работы В. Гаррисона и К. Канского в области связности транспортной сети проводились при финансовом участии Управления транспортных исследований армии США.

✓ Аспект гражданской обороны. Необходимость строительства и восстановления железнодорожных обходов крупных городов с целью избежания возможных чрезвычайных ситуаций, связанных с возросшими перевозками опасных грузов (прежде всего, нефтяных) по урбанизированным территориям (Саратовская, Смоленская, Брянская и др. агломерации).

✓ Технологический аспект. О необходимости сложной и разветвлённой сети для нужд самой железнодорожной отрасли в целях оперативного регулирования движением поездов писал ещё В.Н. Образцов [1938, с. 21]. Однако сейчас актуальность сказанного возросла в связи с широким применением технологии «закрытого перегона» при капитальном ремонте железнодорожных путей, при которой реконструируемые участки могут закрываться на долгое время.

Для планирования магистральной железнодорожной сети помимо рассмотренных выше карт распределения β-индекса представляет интерес составление изолинейных карт топологической сложности железнодорожной сети по другим показателям, в частности, по предложенному С.А. Тарховым

показателю степени цикличности сети $C = l_C / l$ (где l_C – протяжённость всех участков сети в составе циклов; l – общая протяжённость сети). После составления частных (аналитических) карт возможно создание карт корреляционной зависимости, в т.ч. между различными показателями плотности сети и топологической сложности [Тархов, 1987, с. 172–175].

2) *Обеспечение железнодорожной сетью районов потенциального промышленного развития.* Как отмечал американский географ К. Кларк (Clark), «в прошлом [XIX] веке, особенно до 1870 г., была оправдана такая точка зрения, что необходимо сначала размещать производство, а затем развивать транспорт. Через 100 лет транспорт достиг такого развития, что он теперь контролирует размещение производства» [цит. по: Гольц, 1981, с. 31]. В современной России неразвитость железнодорожной инфраструктуры на большой части страны, особенно в Сибири и на Дальнем Востоке, является препятствием для индустриального развития, так как это ограничивает инвестиционную привлекательность территорий. В связи с этим важной задачей является создание интегральных (синтетических) карт транспортного зонирования России.

При создании таких карт, как и других карт территориальной дифференциации и районирования, возможно использование таксономических методов, кластерного и дискриминантного анализа, теоремы Байеса, ландшафтно-индикационного метода и др. [Билич, Васмут, 1984, с. 294]. В любом случае, для выполнения данной задачи необходимо предварительное создание целого ряда аналитических карт, посвящённых конкретным исходным элементам транспортного зонирования – транспортной доступности, соотношения сетей отдельных видов транспорта, а также карт густоты путей сообщения и топологической сложности транспортных сетей.

Выводы к главе 4

В данной главе были разработаны принципы содержания и оформления карт, назначением которых является представление результатов исследований

пространственной структуры транспортных сетей.

Для решения этих вопросов потребовался тщательный анализ имеющихся способов картографического изображения, с целью выбора оптимального способа, позволяющего наглядно отобразить показатели, характеризующие структуру сети, с учётом задач настоящего исследования. Данные показатели представляют собой явления «условно сплошного» распространения (в отличие от самой сети, традиционно представляемой в виде линейно-узловой модели). Установлено, что **только псевдоизолинейный способ позволяет географически правильно представить показатели топологической сложности железнодорожной сети** с учётом таких факторов как протяжённый временной охват исследования, крайняя неравномерность распределения отображаемого явления на территории страны и его экстерриториальность.

На основании фундаментальных работ В.А. Червякова, предложившего алгоритм картографо-морфометрического моделирования, нами впервые была разработана методика создания изолинейных карт топологической сложности железнодорожной сети. До сих пор в картографо-морфометрическом моделировании основной проблемой был выбор размера оператора преобразования дискретной информации в континуальную. С учётом особенностей объекта исследования при расчёте размера оператора преобразования предложено **учитывать такие показатели, как площадь территории, освоенной железнодорожным транспортом, протяжённость эффективной сети на данной территории и характер элементарных сетевых структур**. Исходя из вышесказанного, при создании серии карт топологической сложности необходимо производить расчёт размера оператора преобразования индивидуально для каждой из карт, соответствующей конкретному ключевому моменту развития железнодорожной сети.

Разработанные принципы были опробованы при создании серии карт, отображающих распределение показателя связности железнодорожной сети (β-индекса) на территории нашей страны, что экспериментально подтвердило

правильность выбранного подхода. Изучение при помощи полученных карт пространственной структуры железнодорожной сети **показало возможность и целесообразность использования картографического метода исследования как при анализе статики пространственной структуры** (сравнительный анализ показателей связности для разных частей страны), **так и её динамики** (сравнение показателей связности некоторой территории на различные моменты времени). В результате **был выявлен и кратко описан пространственный аспект процесса деструкции железнодорожной сети** (то есть сокращения её протяжённости и ухудшения топоморфометрических показателей), происходящий в настоящее время в Российской Федерации. Предложенные карты топологической сложности возможно использовать и при планировании железнодорожной сети.

Заключение

Вопросы применения географических карт при анализе структуры транспортных сетей до сих пор были мало изучены. Нами предложена методика составления и использования карт для изучения пространственной структуры, динамики и перспективного развития железнодорожной сети России.

Сложность транспортной сети как объекта исследования в географии определяет разнообразие используемых подходов и направлений. Здесь существует два основных подхода – изучение обеспеченности территорий транспортной сетью и исследование структуры транспортных сетей.

В зависимости от места картографического метода исследования в системе используемых научных методов внутри первого подхода автором были выделены статистическое, геометрическое и картографическое направления, внутри второго – аналоговое, топологическое и эволюционно-морфологическое направления. Несмотря на то, что в настоящем исследовании решается научная проблема применения географических карт при анализе *структуры* железнодорожных сетей, опыт, накопленный картографией при изучении *обеспеченности территорий* транспортной сетью, также нашёл применение. Это, в частности, отражено в созданной нами классификации карт железнодорожного транспорта.

На различных этапах процесса исследования транспортных сетей, для первичных (исходных) и производных (результирующих) карт степень изученности вопросов применения картографического метода неодинакова. Установлено, что: 1) на *предварительном этапе* исследования основной неизученный вопрос – анализ и оценка качества картографических источников при изучении железнодорожной сети, а также их совместное употребление с другими источниками; 2) на *основном этапе* исследования – использование картографического метода в вопросах моделирования железнодорожной сети для изучения её пространственной структуры; 3) на *заключительном этапе* исследования – проблемы содержания и оформления карт, отображающих

результаты исследований структуры железнодорожной сети. Таким образом, можно сделать следующие выводы по каждой из областей применения картографического метода в исследованиях сети железных дорог.

1) **Значение картографического метода исследования в информационном обеспечении при изучении пространственного размещения и динамики железных дорог**. *Картографические источники* являются основными источниками информации при исследованиях структуры и динамики железнодорожной сети. *Карты путей сообщения* имеют значение основного географического источника при изучении размещения железных дорог общего пользования. Что же касается железнодорожных линий необщего пользования, то здесь приоритетное значение имеют *обзорно-топографические карты*. Кроме того, данные карты особо ценны при изучении железнодорожных узлов.

Однако получение достоверных результатов в исследованиях структуры железнодорожной сети только при помощи картографических материалов невозможно. Большое значение имеют и иные источники. Так, *данные дистанционного зондирования* очень высокого разрешения незаменимы для определения местоположения новых железнодорожных линий, отсутствующих на картах, основное же назначение снимков сверхвысокого разрешения – определение эксплуатационной готовности участков железнодорожной сети.

При изучении динамики железнодорожной сети не обойтись и без *таблично-текстовых данных* (учётно-статистических, литературно-географических и нормативно-правовых источников), позволяющих ввести исследователя в исторические, технические и другие реалии, соответствующие объекту исследования, а также уточнить даты ввода в эксплуатацию и закрытия участков железнодорожных линий.

Разработанная автором методика комплексного использования источников нашла применение для регулярного обновления геоинформационной базы данных по участкам железнодорожной сети России.

2) Использование картографического метода исследования в

моделировании железнодорожной сети. Картографический метод исследования, при содействии других методов – статистического, исторического, математического, экономического районирования, а также эволюционно-морфологического подхода участвует в создании: а) экономико-географической модели исследования; б) модели структуры железнодорожной сети; в) модели эволюционного развития железнодорожной сети.

При создании **экономико-географической модели** железнодорожной сети картографический метод исследования необходим для выделения ведомственных *линий регионального значения*. В качестве критерия выделения указанных линий принимается их расположение, характеризующееся выходом линий за пределы 20-километровой примагистральной зоны тяготения железных дорог общего пользования. Линии регионального значения наряду с участками железных дорог общего пользования, находящимися в постоянной и временной эксплуатации, являются неотъемлемой частью предлагаемого нами понятия – *эффективной железнодорожной сети*.

При создании **топологической модели** железнодорожной сети целесообразно применение методов, характерных для картографической генерализации. Их предлагается использовать для выделения территориальных уровней сложности топологической структуры сети в многоуровневой иерархической модели**.** Данная модель может найти применение для сложных сетей как альтернатива традиционного алгоритма перехода от картографического изображения железнодорожной сети к её графу.

При построении **модели эволюционного развития** железнодорожной сети значение картографического метода исследования заключается в нахождении границ территориальных образований, составляющих историческое пространство России *(историко-экономических макрорайонов)*. По этим территориальным образованиям определяются ключевые моменты развития железнодорожной сети России (ими являются годы окончания формирования циклических остовов в железнодорожных сетях каждого макрорайона), являющиеся границами стадий

эволюции.

Разработанные автором принципы моделирования железнодорожной сети использованы при создании электронной картографической основы, включающей участки железных дорог как общего, так и необщего пользования.

3) **Применение картографического метода исследования при анализе размещения железных дорог по картам топологической сложности.** Показатели, характеризующие структуру железнодорожной сети, представляют собой явления сплошного распространения. Оптимальным способом картографического отображения данных показателей является изолинейный (точнее – псевдоизолинейный) способ. Разработанные нами изолинейные карты топологической сложности железнодорожной сети позволяют:

а) наглядно отображать распределение показателей, характеризующих структуру сети железных дорог, благодаря своей малой знаковой загруженности и рельефной образности;

б) при помощи сопоставления изолинейных карт по различным временным срезам исследовать динамику топоморфометрических показателей, характеризующих эволюцию железнодорожной сети.

в) создавать производные карты, в т.ч. карты корреляционной зависимости между различными показателями плотности сети и топологической сложности, а также карты транспортного районирования России.

Выполненная работа является лишь первым шагом в применении картографического метода в исследованиях структуры и эволюции транспортных сетей. В дальнейшем нами предполагается использование разработанной методологии при создании карт топологической сложности, основанных на других показателях, а также карт топологической сложности на перспективу, что имеет большое практическое значение для решения задач развития железнодорожной сети России.

Список литературы

Авондо-Бодино, Дж. Применение в экономике теории графов / Дж. Авондо-Бодино; под общ. ред. А.А. Фридмана. – М.: Прогресс, 1966. – 160 с.

Адрианов, В.Н. Условные знаки военно-топографических карт (1, 2 и 3-х верстных). С образцами и сборными таблицами листов карт / В.Н. Адрианов. – СПб.: Тип. т-ва «Грамотность», [190-?]. – 29 с., 9 л. карт.

Адров, В.Н. Данные ДЗЗ для топографического картографирования – критерии выбора / В.Н. Адров, Ю.И. Карионов, П.С. Титаров, А.Д. Чекурин // Пространств. данные. – 2005. – № 4. – С. 38–45.

Акопов, П. Сокращение штатов / П. Акопов, С. Бабаева // Известия. – 2000. – 13 мая.

Аксенов, И.Я. Единая транспортная система / И.Я. Аксенов. – М.: Высш. шк., 1991. – 383 с.

Алампиев, П.М. Экономическое районирование СССР [в 2-х кн.] / П.М. Алампиев. – Кн. 1 – М.: Госпланиздат, 1959. – 263 с., 1 вкл.; Кн. 2 – М.: Экономиздат, 1963. – 248 с.

Андреева, Е.Н. Мелкомасштабные карты хозяйственной освоенности территории (концепция, содержание, легенда) / Е.Н. Андреева, Я.Г. Машбиц, С.Б. Шлихтер // Пути совершенствования картогр. изучения природ. среды и ресурсов мира и континентов. – М.: Ин-т географии АН СССР, 1987. – С. 39–52.

Арсеньев, К.И. Статистические очерки России / К.И. Арсеньев. – СПб.: в тип. Императ. Акад. наук, 1848. – 503, [2] с.

Асланикашвили, А.Ф. Метакартография. Основные проблемы / А.Ф. Асланикашвили. – Тбилиси: Мецниереба, 1974. – 125 с.

Баранский, Н.Н. Экономическая география. – Экономическая картография / Н.Н. Баранский. – 2-е изд. – М.: Географгиз, 1960. – 452 с.

Баранский, Н.Н. Экономическая картография / Н.Н. Баранский, А.И. Преображенский. – М.: Географгиз, 1962. – 286 с.

Берлянт, А.М. Геоизображения и их свойства / А.М. Берлянт // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. – 1987. – Т. 119, вып. 5. – С. 403–411.

Берлянт, А.М. Картографический метод исследования / А.М. Берлянт. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. – 257 с.

Берлянт, А.М. Картографический метод исследования / А.М. Берлянт // Геодезия, геоинформатика, картография, кадастр: Энцикл.: в 2-х т. / под общ. ред. А.В. Бородко, В.П. Савиных. – М.: Геодезкартиздат, 2008. – Т. 1. – С. 319–320.

Берлянт, А.М. Картография / А.М. Берлянт. – 3-е изд., доп. – М.: КДУ, 2011. – 464 с.

Бернштейн-Коган, С.В. Очерки географии транспорта / С.В. Бернштейн-Коган. – М.; Л.: Госиздат, 1930. – 348 с.

Билич, Ю.С. Проектирование и составление карт / Ю.С. Билич, А.С. Васмут, Л.М. Бугаевский. – М.: Недра, 1984. – 364 с.

Болашенко, С.Д. Сайт о железной дороге [Электронный ресурс] / С.Д. Болашенко. – URL: http://www.infojd.ru (дата обращения: 30.12.2013).

Бугроменко, В.Н. Графо-аналитический метод оценки конфигурации транспортных сетей / В.Н. Бугроменко // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. – 1985. – Вып. 1. – С. 48–53.

Бугроменко, В.Н. Транспортная доступность как ресурс / В.Н. Бугроменко // География и природ. ресурсы. – 1983. – № 4. – С. 116–122.

Василевский, Л.И. Густота сети путей сообщения; Конфигурация транспортных сетей / Л.И. Василевский // Трансп. система мира. – М.: Трансп., 1971. – С. 25–37.

Василевский, Л.И. Основные проблемы исследований по географии транспорта капиталистических и экономически слаборазвитых стран / Л.И. Василевский // Вопр. географии. – 1963а. – № 61. – С. 153–176.

Василевский, Л.И. Структурный анализ схем территориальной организации транспорта на разных иерархических уровнях / Л.И. Василевский, В.А. Персианов // XXIII Междунар. геогр. конгр. Симп. «География транспорта»: тез. докл. – М.,

1976. – Т. 1. – С. 22–28.

Василевский, Л.И. Транспортная система США: сравнительный экономический анализ / Л.И. Василевский // Соревнование двух систем. Проблемы эконом. науки / отв. ред. В.Н. Храмелашвили. – М.: Изд-во АН СССР, 1963б. – С.182–222.

Верещака, Т.В. Топографические карты: научные основы содержания / Т.В. Верещака. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. – 319 с.

Витгенштейн, Л. Логико-философский трактат / Л. Витгенштейн; пер. с нем. И. Добронравова и Д. Лахути. – М.: Изд-во иностр. лит., 1958. – 133 с.

Воробьев, Э.В. Железная дорога / Э.В. Воробьев, В.Е. Павлов, А.М. Соловьева // Большая Рос. энцикл.: в 30-и т. – М.: Большая Рос. энцикл., 2007. – Т. 9. – С. 747–754.

Выгнанов, А.А. Промышленный транспорт / А.А. Выгнанов, В.И. Тиверовский, А.С. Хоружий // Ж.-д. трансп.: Энцикл. / гл. ред. Н.С. Конарев. – М.: Большая Рос. энцикл., 1994. – С. 335–336.

Геттнер, А. География. Её история, сущность и методы / А. Геттнер; пер. с нем. Е.А. Торнеус; под ред. Н. Баранского. – М.; Л.: Госиздат, 1930. – 416 с.

Гиляревский, Р.С. Информации источник / Р.С. Гиляревский // Большая Совет. энцикл. – 3-е изд. – М.: Совет. энцикл., 1972. – Т. 10. – С. 1036–1037.

Гольц, Г.А. Транспорт и расселение / Г.А. Гольц. – М.: Наука, 1981. – 284 с.

Гохберг, М.Я. Федеральные округа Российской Федерации: анализ и перспективы развития / М.Я. Гохберг. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 360 с.

Григ, Д. Районы, модели и классы / Д. Григ // Модели в географии: сб. ст. под ред. Р. Дж. Чорли и П. Хаггета / сокр. пер. с англ. В.Я. Барласа. – М.: Прогресс, 1971. – С. 287–342.

Грюнберг, Н.В. Содержание и методы составления экономических карт зарубежных стран в научно-справочных атласах / Н.В. Грюнберг, Н.С. Карпов, М.И. Никишов, С.В. Яковлева, Л.Ф. Январева; ред. М.И. Никишов // Тр. ЦНИИГАиК. – М.: Недра, 1964. – Вып. 150. – 144 с., [12 отд. с. ил].

Демьяненко, А.Н. Экономическое районирование: вопросы теории и истории / А.Н. Демьяненко; отв. ред. П.Я. Бакланов; Рос. акад. наук, Дальневосточ. отд-ние, Ин-т эконом. исслед. – Хабаровск: Хабар. краев. тип., 2010. – Ч. 1. – 224 с.

Евтеев, О.А. Проектирование и составление социально-экономических карт / О.А. Евтеев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. – 224 с.

Железнодорожные станции и узлы / под ред. В.Г. Шубко и Н.В. Правдина. – М.: УМК МПС России, 2002. – 368 с.

Захаренко, И.А. Структурообразующее значение коридоров Дальнего Востока / И.А. Захаренко, Я.Ю. Чибряков // Мир транспорта. – 2012. – № 1. – С. 168–179.

Изолиния // Геодезия, геоинформатика, картография, кадастр: Энцикл.: в 2-х т. / под общ. ред. А.В. Бородко, В.П. Савиных. – М.: Геодезкартиздат, 2008. – Т. 1. – С.263–265.

Исторический очерк развития железных дорог в России с их основания по 1897 г. включительно / сост. В.М. Верховским. – СПб.: Тип. М-ва путей сообщ., 1898. – [Т. 1]. – 591 с., 59 с. табл. + карта.

Исторический очерк развития учреждений и работ Ведомства путей сообщения по статистике и карте путей сообщения в 1798–1898 гг. – СПб.: Тип. М-ва путей сообщ., 1898. – 105 с.

История железнодорожного транспорта России и Советского Союза [в 3-х т.]. – Т. 1: 1836–1917 / под общ. ред. Е.Я. Красковского и М.М. Уздина. – СПб.: Петербург. гос. ун-т путей сообщ., 1994. – 336 с.; Т. 2: 1917–1945 / под общ. ред. В.Е. Павлова и М.М. Уздина. – СПб.: Петербург. гос. ун-т путей сообщ., 1997. – 416 с.; Т. 3: 1945–1991 / под общ. ред. В.Д. Кузьмича и Б.А. Лёвина. – М.: Моск. гос. ун-т путей сообщ., 2004. – 632 с.

Картоведение / А.М. Берлянт, А.В. Востокова, В.И. Кравцова и др.; под ред. А.М. Берлянта. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 477 с.

Каючкин, Н.П. Географические основы транспортного освоения территории / Н.П. Каючкин. – Новосибирск: Наука, 2003. – 166 с.

Книжников, Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований / Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2011. – 416 с., [32] с. цв. ил.

Колосовский, Н.Н. Теория экономического районирования / Н.Н. Колосовский. – М.: Мысль, 1969. – 336 с.

Колосовский, Н.Н. Экономическое районирование СССР / Н.Н. Колосовский // Вопр. географии. – 1959. – № 47. – С. 5–18.

Конарев, Н.С. Железнодорожный транспорт / Н.С. Конарев, Л.П. Чарноцкая // Ж.-д. трансп.: Энцикл. / гл. ред. Н.С. Конарев. – М.: Большая Рос. энцикл., 1994. – С. 7–12.

Костыгов, С.В. Васильевский Мох / С.В. Костыгов. – [М.]: Локотранс, 2010. – 38 с.

Красковский, А. России нужен новый «план Мельникова». Ослабление железнодорожных коммуникаций приведёт к необратимому характеру центробежных тенденций в стране / А. Красковский, В. Фортунатов // Гудок. – 2013. – 2 апр.

Краткие сведения о развитии отечественных железных дорог с 1838 по 1990 гг. / Сост. Г.М. Афонина; МПС России, Центр. науч.-техн. б-ка ж.-д. трансп. России. – М., 1996. – 223 с.

Кудрявцев, Л.В. Разработка методики формирования картографической базы данных по объектам дорожной сети: дис. … канд. техн. наук: 25.00.33 / Кудрявцев Леонид Витальевич. – М., 2010. – 127 с.

Кузовков, О.Н. Цифровое картографирование – к вопросу о целях и задачах / О.Н. Кузовков // Информ. бюл. ГИС-ассоциации. – 2009. – № 2. – С. 48–50.

Лаврищев, А.Н. Экономическая география СССР / А.Н. Лаврищев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономика, 1986. – 383 с.

Лаланн, Л. Очерк теории железнодорожных сетей, основанной на наблюдении фактов и основных законов, определяющих сгущения населения / Л. Лаланн; пер. с фр. В.А. Шупера; Замечание о явлениях естественного

распределения вдоль прямых линий в их связи с законами, которые определяют распространение центров населения на земной поверхности / Л. Лаланн; пер. с фр. И.В. Шарковой // В.А. Шупер. Самоорганизация городского расселения: прил. – М.: Рос. открытый ун-т, 1995. – С. 5–24.

Лапидус, Б.М. Регионалистика / Б.М. Лапидус, Ф.С. Пехтерев, Е.М. Махлин. – М.: [б. и.], 2010. – 376 с.

Ленский, И. БЖРК будет в строю? / И. Ленский // Моск. железнодорожник. – 2013. – 20–27 дек.

Логинова, Л.В. Топографические и общегеографические карты / Л.В. Логинова // Картогр. изученность России (топогр. и темат. карты) / под ред. А.А. Лютого и Н.Н. Комедчикова. – М.: Ин-т географии РАН, 1999. – С. 9–31.

Материалы по статистике путей сообщения / НКПС СССР. – Вып. 1–207. – М., 1921–1946.

Миркин, А.Н. О новом издании карты железных, водяных и шоссейных путей сообщения Европейской России, в масштабе 40 верст в дюйме / А.Н. Миркин. – СПб.: Паровая Скоропечатня М.М. Гутзаца, 1913. – 30 с.

Михайловский, В.Г. Развитие русской железнодорожной сети. Доклад, читанный в заседании III отделения Императорского Вольного экономического общества 21-го марта 1898 года / В.Г. Михайловский // Тр. Император. Вол. эконом. о-ва. – 1898. – Т. 1, кн. 2. – С. 117-147.

Никитин, Н.П. Районирование экономическое в дореволюционной России / Н.П. Никитин // Крат. геогр. энцикл. / гл. ред. А.А. Григорьев. – М.: Совет. Энцикл., 1962. – Т. 3. – С. 332–333.

Николаев, С.А. Дорожная сеть и ее изображение на топографических картах: Практическое пособие по составлению топографических карт / С.А. Николаев. – М.: ВТУ ГШ, 1947. – Вып. 4. – 45 с., 26 л. цв. вкл.

Никольский, И.В. География транспорта СССР / И.В. Никольский; ред. Б.Б. Родоман. – М.: Географгиз, 1960. – 406 с.

Никольский, И.В. О картографической оценке транспортного обслуживания

территории / И.В. Никольский, З.В. Самойленко // Оценоч. карты природы, населения и хоз-ва / под ред. К.А. Салищева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. – С. 193–199.

Образцов, В.Н. Станции и узлы / В.Н. Образцов. – М.: Трансжелдориздат, 1938. – Ч. 2. – 492 с., 8 л. вкл.

О железнодорожном транспорте в Российской Федерации: федер. закон Рос. Федерации от 10 янв. 2003 г. № 17-ФЗ // Рос. газ. – 2003. – 18 янв.

Основные положения по созданию и обновлению топографических планов и карт. ГКИНП (ГНТА) – 119-94. – М.: ЦНИИГАиК, 2006. – 51 с.

Перепеченко, В.П. Некоторые вопросы экономического районирования (на примере севера Европейской части страны) / В.П. Перепеченко // Актуал. проблемы соврем. эконом., социал. и полит. географии: Материалы всерос. научно-практ. конф. – М.: МПГУ, 2011. – С. 16–20.

Планы узловых, концевых и др. главнейших пунктов сети железных и водных путей сообщения. – СПб.: МПС, 1890. – 100, [10] с.

Политическая география, по Ратцелю / F. Ratzel; изложил Л. Синицкий // Землеведение. – 1898. – Т. 5, кн. 1/2. – С. 52–108; кн. 3/4. – С. 21–74; 1899. – Т. 6, кн. 3. – С. 78–127.

Попонин, В.И. Методика использования карт в исследованиях и планировании наземного транспорта (на примере районов нового освоения): дис. … канд. техн. наук: 05.24.03 / Попонин Владимир Ильич. – М., 1977. – 150 с.

Постников, А.В. Развитие крупномасштабной картографии в России / А.В. Постников. – М.: Наука, 1989. – 229 с.

Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации: утв. Приказом Минтранса России от 21 дек. 2010 г. № 286. – М.: ТРАНСИНФО ЛТД, 2011. – 255 с.

Прохорова, Е.А. Методика создания и использования мелкомасштабных транспортных и транспортно-экологических карт: дис. … канд. геогр. наук: 05.24.03 / Прохорова Елена Андреевна. – М., 1992. – 169 с.

Преображенский, А.И. Экономическая картография / А.И. Преображенский. – М.: Учпедгиз, 1953. – 205 с.

Пути сообщения России: Журнал Отд. статистики и картографии МПС. – СПб, 1891–1918. – Ежемес.

Родоман, Б.Б. Территориальные ареалы и сети. Очерки теоретической географии / Б.Б. Родоман. – Смоленск: Ойкумена, 1999. – 256 с.

Родоман, Б.Б. Эволюция моноцентрических транспортных сетей / Б.Б. Родоман // Изв. Рос. Акад. наук. Сер. геогр. – 1994. – № 3. – С. 14–23.

Руководство по дешифрированию аэроснимков при топографической съемке и обновлении планов масштабов 1:2 000 и 1:5 000. ГКИНП-02-121-79. – М.: ЦНИИГАИК, 1980. – 240 с.

Савченко, И.Е. Железнодорожные станции и узлы / И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, И.И. Страковский; под. ред. В.М. Акулиничева, Н.Н. Шабалина. – 4 изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 479 с.

Салищев, К.А. Картоведение / К.А. Салищев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 400 с.

Самойленко, З.В. Карты транспорта / З.В. Самойленко // Метод. указания по проектированию и составлению комплекс. научно-справоч. атласов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. – Вып. 19. – С. 3–40.

Самойленко, З.В. Картографический метод определения густоты транспортной сети мира / З.В. Самойленко, Т.С. Нокелайнен, Е.А. Прохорова // Геодезия и картография. – 1989. – № 8. – С. 33–36.

Самойленко, З.В. Транспорт / З.В. Самойленко, Е.А. Прохорова // Прогноз развития темат. картографирования в СССР. – М.: Геогр. о-во СССР, Моск. фил., 1989. – С. 107–119.

Сборник сведений о железных дорогах в России [в 5-и т.]. – СПб.: МПС, 1867–1875.

Скокан, А. Неизвестная Москва. Железным дорогам необходимо вжиться в городскую среду / А. Скокан // Гудок. – 2013. – 31 января.

Скопинцев, Ю.А. Принципы картографирования транспортной обеспеченности территории и населения / Ю.А. Скопинцев // Новое в тематике, содерж. и методах сост. эконом. карт. – М.: Геогр. о-во СССР, Моск. фил., 1970. – С. 122–129.

Смирнов, Л.Е. Теоретические основы и методы географического дешифрирования аэроснимков / Л.Е. Смирнов. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1967. – 214 с.

Солдаткин, Е.И. Применение карт при исследовании и решении вопросов усиления местной дорожной сети / Е.И. Солдаткин // Тр. Ин-та комплекс. трансп. проблем при Госплане СССР. – М.: ИКТП при Госплане СССР, 1970. – Вып. 19. – С. 216–231.

Статистические и картографические издания о путях сообщения России. – СПб.: Отд. статистики и картографии МПС, 1911. – 22 с.

Статистический отчёт о работе железнодорожного транспорта за … год: Материалы по статистике железнодорожного транспорта / МПС СССР. – Вып. 208–581. – М., 1947–1992. – Ежегод.

Статистический отчёт о работе железнодорожного транспорта за … год. – Вып. 1–12 / МПС России; вып. 13– / ОАО «РЖД». – М., 1993– . – Ежегод.

Статистический сборник Министерства путей сообщения. – Вып. [1]–148. – СПб.: МПС, 1877–1920. – Ежегод.

Стратегическое развитие железнодорожного транспорта в России / сост., авт. коммент. Б.М. Лапидус, Д.А. Мачерет, Ю.В. Елизарьев, Ф.С. Пехтерев, В.А. Максимушкин; под ред. Б.М. Лапидуса. – М.: МЦФЭР, 2008. – 304 с. – (Прил. к журн. «Экономика железных дорог).

Суворов, А.К. Топологические методы разработки картографических изображений / А.К. Суворов. – М.: Ин-т географии АН СССР, 1986. – 209 с.

Сухов, В.И. Отбор и классификация путей сообщения зарубежных стран для мелкомасштабных карт / В.И. Сухов // Тр. ЦНИИГАиК. – М.: Геодезиздат, 1945. – Вып. 38. – 88 с.

Тархов, С.А. Подходы к оценке уровня транспортной освоенности территории ЕТС / С.А. Тархов // Территор. орг. хоз-ва как фактор эконом. развития: сб. науч. тр. – М.: Ин-т географии АН СССР, 1987. – С. 170–180.

Тархов, С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей: методы анализа пространственных закономерностей / С.А. Тархов. – М.: Ин-т географии АН СССР, 1989. – 221 с.

Тархов, С.А. Диспропорции пространственной структуры транспортной сети современной России / С.А. Тархов // Третьи сократ. чтения по географии (Старая Русса, 2–5 мая 2002 г.). Россия в соврем. мире: поиск новых интеллектуал. подходов: Сб. докл. – М.: Компания Спутник+, 2002. – С. 145–168.

Тархов, С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей / С.А. Тархов. – Смоленск; М.: Универсум, 2005. – 384 с.

Транспорт в России. … : Стат. сб. / Росстат. – М., 2003– . – Один раз в два года.

Узкоколейные железные дороги общего и необщего пользования, их состояние, работа и перспективы на вторую пятилетку. – М.: Центр. планово-технико-эконом. упр. НКПС, 1933. – 37 с.

Ускова, Л.Н. Оптимизация схем территориальной организации производственно-географических комплексов / Л.Н. Ускова, Н.С. Усков. // XXIII Международ. геогр. конгр. Симп. «География трансп.»: тез. докл. – М., 1976. – Т. 1. – С. 29–33.

Успенский, Ю.И. Будущее железнодорожное строительство, его размеры и порядок осуществления. Доклад, читанный в Собрании инженеров путей сообщения 1–5 мая 1915 г. / Ю.И. Успенский. – Петроград: Тип. М-ва путей сообщ., 1916. – 57 с., 6 л. схем.

Хаггет, П. Пространственный анализ в экономической географии / П. Хаггет; пер. с англ. Ю.Г. Липеца и С.Н. Тагера. – М.: Прогресс, 1968. – 391 с.

Хаггет, П. Сетевые модели в географии / П. Хаггет // Модели в географии: сб. ст. под ред. Р. Дж. Чорли и П. Хаггета / сокр. пер. с англ. В.Я. Барласа. – М.:

Прогресс, 1971. – С. 287–342.

Харари, Ф. Теория графов / Ф. Харари; пер. с англ. и предисл. В.П. Козырева. – Изд. 4-е. – М.: Книж. дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 296 с.

Червяков, В.А. Изолинейное моделирование в свете идей К.А. Салищева и его учеников / В.А. Червяков // Унив. шк. геогр. картографии. К 100-летию проф. К.А. Салищева / под ред. А.М. Берлянта. – М.: Аспект Пресс, 2005. – С. 161–166.

Червяков, В.А. Концепция поля в современной картографии / В.А. Червяков. – Новосибирск: Наука, 1978. – 150 с.

Чибряков, Я.Ю. Деструкция железнодорожной сети в современной России как актуальный предмет изучения в географии транспорта / Я.Ю. Чибряков // Актуал. проблемы соврем. эконом., социал. и полит. географии: Материалы всерос. научно-практ. конф. – М.: МПГУ, 2011а. – С. 40–45.

Чибряков, Я.Ю. Использование геоинформационных технологий для картографирования железнодорожного транспорта / Я.Ю. Чибряков // Бюл. трансп. информ. – 2003. – № 10. – С. 35–40.

Чибряков, Я.Ю. Основные изменения в географии размещения железных дорог общего пользования Российской Федерации / Я.Ю. Чибряков // Бюл. трансп. информ. – 2008. – № 10. – С. 2–9.

Чибряков, Я.Ю. Основные проблемы информационного обеспечения при картографировании инфраструктуры рельсового транспорта / Я.Ю. Чибряков // Геопрофи. – 2009а. – № 4. – С. 20–25.

Чибряков, Я.Ю. Отображение объектов рельсового транспорта на топографических картах / Я.Ю. Чибряков // Геодезия и картография. – 2009б. – № 6. – С. 24–27.

Чибряков, Я.Ю. О целесообразности создания Картографо-геоинформационного центра ОАО «РЖД» / Я.Ю. Чибряков // Экономика железных дорог. – 2006. – № 5. – С. 60–66.

Чибряков, Я.Ю. Проблемы отображения железнодорожной сети на географических картах / Я.Ю. Чибряков // Сб. ст. по итогам научно-техн. конф.:

прил. к журн. «Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка». – М.: Изд-во МИИГАиК, 2011б. – Вып. 4. – С. 90–91.

Шаблій, О.И. Географічні і топологічні особливості залізничної сітки Прикарпаття / О.И. Шаблій // Вісник Львів. ун-та. Сер. геогр. – 1971. – Вип. 6. – С. 59–64.

Шаблий, О.И. Межотраслевые территориальные системы (проблемы методологии и теории) / О.И. Шаблий. – Львов: Вища школа, 1976. – 200 с.

Шварцфельд, В.С. Теория и практика проектирования развития региональной сети железных дорог на основе геоинформационных технологий: автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.22.06 / Шварцфельд Вячеслав Семенович. – Хабаровск, 2001. – 48 с.

Шлихтер, С.Б. География мировой транспортной системы. Взаимодействие транспорта и территориальных систем хозяйства / С.Б. Шлихтер. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. – 104 с.

Январева, Л.Ф Организация государственной топографо-геодезической службы / Л.Ф. Январева // Справочник по картографии / под ред. Е.И. Халугина. – М.: Недра, 1988. – С. 354–359.

Böttcher, H. Maß für die Dichte der Eisenbahn-Netze / H. Böttcher // Geographische Zeitschrift. – 1900. – Bd. 6, heft 11. – S. 635–639.

Cecchini, C. La distribuzione delle ferrovie in Italia / C. Cecchini // Rivista Geografica Italiana. – 1906. – Vol. 13. – S. 10–27.

Eckert, M. Die Kartenwissenschaft: Forschungen und Grundlagen zu einer Kartographie als Wissenschaft / M. Eckert. – Berlin; Leipzig: Walter de Gruyter & Co, 1925. – Bd. 2. – XIV, 880 S.

Euler, L. Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis // Comment. Academiae Sci. I. Petropolitanae. – 1736. – T. 8. – P. 128–140.

Fischer, M. GIS and network analysis // Handbook of transport geography and spatial system / M. Fischer; ed. by David A. Hensher [et al.]. – Amsterdam [ect.]: Elsevier, 2004. – Vol. 5 – P. 391–408.

Garrison, W.L. Connectivity of the Interstate Highway System / W.L. Garrison // Transportation Geography: Comments and Reading / ed. by M.E. Eliot Hurst. – New York: McGraw-Hill, 1974. – P. 81–92.

Geisler, W. Methodik von Eisenbahn-Dichtekarten / W. Geisler // Petermanns Geographische Mitteilungen. – 1932. – Bd. 78, heft 9/10. – S. 241–242; Tafel 8.

Hahn, F.G. Bemerkungen über einige Aufgaben der Verkehrsgeographie und Staatenkunde / F.G. Hahn // Zeitschrift für Wissenschaftliche Geographie. – 1885. – Bd. 5. – S. 114–116, 237–249, 340–348.

Henkel, L. Berechnung der Dichte des Eisenbahnnetzes / L. Henkel // Geographische Zeitschrift. – 1900. – Bd. 6, heft 4. – S. 220–221; heft 7. – S. 396; heft 12. – S. 705.

Kansky, K.J. Structure of transportation networks: relationships between network geometry and regional characteristics / K.J. Kansky // Chicago University. Department of geography. Research Paper. – 1963. – No. r. 84. – X, 156 p.

Kimmel, K. Einige Beiträge zur Eisenbahngeographie Bayerns / K. Kimmel // Petermanns Geographische Mitteilungen. – 1913. – Bd. 59, heft 6. – S. 296–300, 327; Tafels 42, 43 in Beilage.

Kohl, J.G. Der Verkehr und die Ansiedelungen der Menschen in ihrer Abhängigkeit von der Gestaltung der Erdoberfläche: Mit 24 Steinbrucktafeln / J.G. Kohl. – Dresden; Leipzig: Arnoldischen Buchhandlung, 1841. – XIV, 602 S.

Marinelli, O. Über Henkel's Berechnung der Dichte des Eisenbahnnetzes / O. Marinelli // Geographische Zeitschrift. – 1900. – Bd. 6, heft 7. – S. 395–396.

Robinson, A.H. The cartographic representation of the statistical surface // International Yearbook of Cartography / A.H. Robinson; ed. by E. Imhof. – London: George Philip & Son Limited, 1961. – Vol. 1. – P. 53–63.

Taaffe, E.J. Transport expansion in underdeveloped countries: a comparative analysis / E.J. Taaffe, R.L. Morrill, P.R. Gould // Geographical Review. – 1963. – Vol. 53, № 4. – P. 503–529.

Приложение А
Ведомственные железные дороги регионального значения в 1991–2012 гг. на территории Российской Федерации, выделенные при помощи картографического метода исследования

Таблица А.1

Станции, ограничивающие главный ход; *название дороги*	Местонахождение (по современному административному делению)	Годы существо–вания[1]	Основное назначение после 1991 г.	Максимальная длина основных линий[2] (**общая** и главного хода), км	Дополнительные сведения
1	2	3	4	5	6
1) Северо-Запад[3] *(всего 24 дороги):*					
Карпогоры-Пасс. – Явзорская (н.п. Шангас) *(Мезенская ж.д.)*	Архангельская обл.	1986–н.в.	Перевозки леса, спецконтингента и пассажиров	**31** (31)	
Емца – Верховский	Архангельская обл.	1930-е–1994	Перевозки леса и пассажиров	**23** (23)	Закрыта
Плесецкая – площадка «Южная»	Архангельская обл.	1930-е – н.в.	Спецперевозки	**150** (95)	
Пукса – Пурнозеро – Дальняя *(Мехреньгская ж.д.)*	Архангельская обл.	1938–2001	Перевозки леса, целлю-лозы, спецконтингента и пассажиров	**125** (115)	Закрыта
Пукса – Наволок (пос. Оксовский)	Архангельская обл.	1995–н.в.	Перевозки бокситов, леса и спецконтингента	**22** (22)	До 1995 г. – общего пользования
Наволок (пос. Оксовский) – Икса (пос. Североонежск) – Чирцово	Архангельская обл.	1971–н.в.	Перевозки бокситов, леса и спецконтингента	**13** (13)	

[1] Первое число обозначает год ввода первого участка линии в эксплуатацию, второе – год принятия решения о закрытии последнего участка; демонтаж мог производиться в течение следующих лет. В квадратных скобках указаны ориентировочные значения, определённые косвенным путём.

[2] Под основными линиями подразумеваются участки, не являющиеся временными и ограниченные станциями.

[3] Разбивка проведена по выделенным автором историко-экономическим макрорайонам (см. раздел 3.3.1).

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Икса (пос. Североонежск) – Янгоры *(Заонежская ж.д.)*	Архангельская обл.	1979–н.в.	Перевозки леса, спецконтингента и пассажиров	**100** (100)	
Бурачиха – Великая Речка *(Мошинская ж.д.)*	Архангельская обл.	1957–2000	Перевозки леса и пассажиров	**25** (25)	Закрыта
Коноша – Мирный *(Волошская ж.д. до 1960-х гг.)*	Архангельская обл.	1930-е – 2006	Перевозки леса	**16** (16)	Закрыта
Подюга – Звенячий	Архангельская обл.	1951–2000-е	Перевозки леса и щебня	**13** (13)	Закрыта
Юра – Тёгрозеро *(Шоношская ж.д.)*	Архангельская обл.	[1939]–2010	Перевозки леса и пассажиров	**68** (68)	Закрыта
Ерцево – Чужга – Южный *(Ерцевская ж.д.)*	Архангельская и Вологодская обл.	1938–н.в.	Перевозки леса, спецконтингента и пассажиров	**225** (141)	Закрыта в 2004 г., кроме участка Ерцево – Мостовица (18 км)
Вохтога – Истопная – Ламса – Ида – Кема *(Монзенская ж.д.)*	Вологодская и Костромская обл.	1935–н.в.	Перевозки леса, строительных грузов и пассажиров	**268** (238)	
Кочкома – Вача [под. путь МПС]	Республика Карелия	1957–2003	Перевозки леса	**41** (41)	Участок Кочкома – Чёрный Порог (13 км) вошёл в состав линии Ледмозеро – Кочкома; остальная часть закрыта
Чиньяворык – Тиман *(Тиманская ж.д.)*	Республика Коми	2002–н.в.	Перевозки бокситов	**156** (156)	Новая
Мульда – Западная – Лесная (пос. Октябрьский)	Республика Коми	1955–н.в.	Перевозки каменного угля, строительных грузов и (до 1995 г.) пассажиров	**47** (33)	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Воркута – Предшахтная – Лесная (пос. Октябрьский) – Хальмер-Ю	Республика Коми	1950–1997	Перевозки каменного угля и (до 1995 г.) пассажиров	**81** (67)	Участок Лесная – Хальмер-Ю (56 км) закрыт в 1997 г.
Большой Двор – Бокситогорск – Мозолево	Ленинградская обл.	1929–н.в.	Перевозки бокситов, глинозёма и (до 2000 г.) пассажиров	**37** (37)	Участок Бокситогорск – Мозолево (17 км) закрыт около 1999 г.
Волосово – 46-й км	Ленинградская обл.	[1950-е]–[1998]	Перевозки леса	**20** (20)	Закрыта
Луостари – Печенга – Лиинахамари [под. путь РЖД]	Мурманская обл.	1997–н.в.	Грузовые спецперевозки	**28** (28)	До 1997 г. – общего пользования; участок Печенга – Лиинахамари (14 км) закрыт
Салжвыд – Заозёрск	Мурманская обл.	[1985]–2003	Грузовые спецперевозки	**21** (21)	Закрыта
Титан – Кировск-Мурм. – Юкспорръок – Кукисвумчорр, Расвумчорр	Мурманская обл.	1932, 1962–н.в.	Перевозки апатитонефелинового концентрата	**23 (**17)	Участок Титан – Кировск (9 км) до 1996 г. – общего пользования
Титан – Айкувен – Рудная (пос. Коашва)	Мурманская обл.	1982–н.в.	Перевозки апатитонефелинового концентрата	**36** (36)	
Айкувен – Ловозеро (пос. Ревда)	Мурманская обл.	1967–2007	Перевозки спецгрузов и рудного концентрата	**99 (**87)	Закрыта
2) Запад *(всего 2 дороги):*					
Неман-Новый – площадка Балтийской АЭС	Калининградская обл.	[2010]–н.в.	Перевозки строительных грузов	**16** (16)	До 1997 г. – линия общего пользования Неман-Новый – Маломожайск. Восстановлена
Нестеров – Краснолесье [под. путь РЖД]	Калининградская обл.	1997–2012	Перевозки песка и щебня	**38** (38)	До 1997 г. и после 2012 г. – общего пользования

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
3) Центр *(всего 44 дороги):*					
Готня – Малинов Яр – Ивня [станц. путь РЖД]	Белгородская обл.	1997–н.в.	Перевозки пищевых грузов	**50** (44)	До 1997 г. – общего пользования
Томаровка – г. Строитель	Белгородская обл.	1962–н.в.	Перевозки нефтяных и строительных грузов	**24** (24)	
Беленихино – Рудная (Яковлевский Рудник)	Белгородская обл.	2006–н.в.	Перевозки железной руды	**25** (25)	Новая
Клетня – 23-й км *(Мамаевская ветвь)*	Брянская обл.	1884–[2000-е]	Перевозки леса	**22** (22)	Закрыта
Почеп – Рамасуха	Брянская обл.	1920-е – н.в.	Перевозки леса и пассажиров (до 1990-х гг.), сейчас – грузовые спецперевозки	**21** (21) до закрытия **18** (18) после восстановления	С 1928 по 1938 – общего пользования. Закрыта в 1990-е гг., после 2010 г. вновь открыта к заводу по уничтожению химоружия
Дятьково – Стайная – Бытошь	Брянская обл.	1960-е – н.в.	Перевозки леса, стекла и сырья для его производства	**42** (38)	В 1960-е гг. перешита с узкоколейной линии Дятьково – Бытошь (38 км, 1881 – 1960-е гг.)
Суземка – Новенькое – Белая Берёзка, Трубчевск [под. путь РЖД]	Брянская обл.	1920-е – н.в.	Перевозки леса, пищевых грузов и (до 2004 г.) пассажиров	**63** (44)	Участок Новенькое – Бел. Берёзка (22 км) закрыт около 2010 г.
Полпинская – Рессета – Еленск – Дудорево (пос. Дудоровский) [под. путь РЖД]	Брянская и Калужская обл.	1920-е – 2010	Перевозки леса и пассажиров	**93** (88)	Закрыта
Добрятино – н.п. Южный [бывш. Малинский]	Владимирская обл.	1930-е – 1990-е	Перевозки торфа, леса и спецконтингента	**18** (18)	Закрыта

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Бутылицы – Меленки [станц. путь РЖД]	Владимирская обл.	1995–2010-е	Перевозки текстильных грузов, грузовые спецперевозки	**22** (22)	До 1995 г. – общего пользования; закрыта
Улыбышево – н.п. Асерхово, г. Радужный	Владимирская обл.	1961–2011	Перевозки торфа, леса, грузовые спецперевозки	**23** (18)	Закрыта
Россошь – Ольховатка [станц. путь РЖД]	Воронежская обл.	2001–н.в.	Перевозки пищевых и нефтяных грузов	**29** (29)	До 2001 г. – общего пользования
Текстильный – Комсомольск – Ивановская ГРЭС	Ивановская обл.	[1930]–н.в.	Перевозки строительных грузов, металла, пассажиров	**34** (34)	
Горкино – Родники – Хлябово	Ивановская обл.	1945/1955–1990-е	Перевозки леса и текстильных грузов	**32** (32)	Закрыта в 1990-е гг., кроме участка Горкино – Родники (10 км)
Супротивный – Полдневица – Малое Раменье *(Шортюгская ж.д.)*	Костромская обл.	[1938]–н.в.	Перевозки леса и пассажиров	**51** (51)	Участок Сорокинская – Мал. Раменье (11 км) закрыт в 2012 г., остальная часть **не действует**
Казариново – Гагарино	Костромская обл.	1948–2001	Перевозки леса и пассажиров	**14** (14)	Закрыта
Блохино – пос. Любимовка	Курская обл.	1930-е – н.в.	Перевозки пищевых грузов	**18** (18)	
Наугольный – Примыкание – пос. Богородское	Московская обл.	[1957]–н.в.	Грузовые спецперевозки, перевозки стекла и сырья для него, строительных и химических грузов	**23** (19)	
Софрино – Красноармейск [под. путь МПС]	Московская обл.	1958–1994	Перевозки спецгрузов и пассажиров	**15** (15)	В 1994 г. переведён в пути общего пользования

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Красноармейск – Внешняя – 10-я площадка НИИ «Геодезия»	Московская обл.	1966 – 2000-е	Перевозки спецгрузов и пассажиров	**26** (26)	Закрыта за исключением первых 6 км линии
Ногинск (парк Захарово) – пос. Черноголовка	Московская обл.	1950-е – н.в.	Грузовые спецперевозки, перевозки пищевых грузов	**21** (21)	
Авиационная – Карьерная – Раменский ГОК [станц. путь РЖД до Карьерной (искл.)]	Московская обл.	[1969]–н.в.	Перевозки песка, нефтегрузов, стекла и сырья для него	**17** (17)	
Кривандино – Мишеронь (пос. Мишеронский)	Московская обл.	1962–2011	Перевозки стекла и сырья для него, нефтегрузов, торфа	**19** (19)	Закрыта; перешита в 1962 г. с узкоколейной линии 1912 г. постройки
Черусти – Рошаль	Московская обл.	1916–н.в.	Перевозки химических грузов и (до 1996 г.) пассажиров	**17** (17)	
Черусти – Уршель (пос. Уршельский)	Московская и Владимирская обл.	1926–н.в.	Перевозки стекла и сырья для него, торфа и (до 2007 г.) пассажиров	**20** (20)	
Пост 4 км – Заводская (г. Протвино) [станц. путь РЖД]	Московская обл.	[1960]–н.в.	Перевозки строительных грузов	**16** (16)	
Тоншаево – Вахтан – Сява	Нижегородская обл.	1922–2010	Перевозки леса, химических грузов и пассажиров	**48** (48)	Закрыта
Сухобезводное – Постой – Лапшанга [под. путь РЖД]	Нижегородская обл.	1994–н.в.	Перевозки леса и пассажиров	**56** (56)	До 1994 г. – общего пользования
Мордовщик (г. Навашино) – Кулебаки	Нижегородская обл.	1920-е – н.в.	Перевозки металла и (до 2004 г.) пассажиров	**27** (27)	В 1920-е гг. перешита с узкоколейной линии Липня – Кулебаки (1894–1920-е гг.)

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Мордовщик (г. Навашино) – Выкса-Пром. – конец линии	Нижегородская обл.	1920-е – н.в.	Перевозки металла и сырья для его производства	**45** (30)	Участок Выкса-Пром. – Досчатое (9 км) закрыт
Мухтолово – Гремячево	Нижегородская обл.	[1976] – 2000-е	Перевозки щебня и доломитовой муки	**14** (14)	Закрыта
Берещино II (Раз. № 1) – Саров – ОАО «ЭМЗ Авангард-Конверсия»	Нижегородская обл. и Республика Мордовия	1951 – н.в.	Перевозки спецгрузов и пассажиров	**15** (15)	
Чемодановка – Карьерная – ООО «Погореловский карьер»	Рязанская обл.	1954–н.в.	Перевозки щебня и известняка	**16** (16)	
Вослебово – Новомичуринск – Биркино	Рязанская обл.	1969–н.в.	Перевозки бурого угля, мазута, строительных грузов	**47** (47)	Участок Новомичуринск – Биркино (15 км) закрыт в 1990-е гг.
Вослебово – Коготково – Чулково – Поплевино – Арцыбашевская шахта № 3	Рязанская обл.	1922–2011	Перевозки бурого угля, продукции машиностроения	**36** (31)	Закрыта
Валутино – Пост ЭЦ 99 км – Промышленная (пос. Озёрный) [*Сошненская ветвь* – станц. путь РЖД до Промышленной (искл.)]	Смоленская обл.	2002–н.в.	Перевозки нефтегрузов	**103** (103)	До 2002 г. – общего пользования; **не действует**
Аселье – Промышленная (г. Десногорск) – Смоленская АЭС	Смоленская обл.	1973–н.в.	Грузовые спецперевозки	**25** (25)	
Угра – н.п. Якимцево	Смоленская обл.	1980-е – 1990-е	Перевозки известняка	**31** (31)	Закрыта
Иноковка – Инжавино [станц. путь РЖД]	Тамбовская обл.	1997–н.в.	Перевозки пищевых грузов	**41** (41)	До 1997 г. – общего пользования

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Старая Торопа – 23-й км *(Ильинская ветвь)*	Тверская обл.	1943 – 1990-е	Грузовые спецперевозки	**22** (22)	Закрыта
Горбачёво – Тёплое [под. путь РЖД]	Тульская обл.	2005–н.в.	Перевозки пищевых грузов	**34** (34)	До 2005 г. – общего пользования
Щёкино – Липки – Киреевская (г. Киреевск) – Дедилово	Тульская обл.	1924–2007	Перевозки бурого угля и химических грузов	**57** (52)	Закрыта в 2007 г., кроме участка Дедилово – ОАО «КЗЛМК» (12 км)
Арсеньево – н.п. Тула-50	Тульская обл.	[1961]–1998	Грузовые спецперевозки	**35** (35)	Закрыта
Филино – Красный Профинтерн	Ярославская обл.	1926–2005	Перевозки пищевых грузов	**33** (33)	Закрыта
4) Кавказ *(всего 7 дорог)*:					
Ахтари – Садки – ОАО «Завод Ахтарский» [станц. путь РЖД до парка Садки (вкл.)]	Краснодарский край	1930-е – н.в.	Перевозки кормовой ракушки	**18** (18)	**Не действует**
Вышестеблиевская – Железный Рог / Тольяттиазот [два параллельных пути] – Волна	Краснодарский край	2003–н.в.	Перевозки аммиака, нефтегрузов и зерна	**40** (40)	Новая
Чапаевка-Ростовская – шахта «Садкинская»	Ростовская обл.	2007–н.в.	Перевозки каменного угля	**16** (16)	Новая
Волгодонская – Заводская – Ростовская АЭС	Ростовская обл.	[1979]–н.в.	Перевозки продукции машиностроения и спецгрузов	**22** (22)	
Саловский – Малая Мартыновка – пос. Восход	Ростовская обл.	[1952]–н.в.	Перевозки удобрений, нефтяных, пищевых и строительных грузов	**35** (35)	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Отрадо-Кубанская – Завод – ОАО «Карьероуправление «Венцы-Заря» [станц. путь РЖД до парка Завод (вкл.)]	Ставропольский край	[1967]–н.в.	Перевозки песка и щебня	**17** (17)	
Аргун – Шали – пос. Чири-Юрт	Чеченская Республика	[1972]–н.в.	Перевозки строительных грузов	**32** (32)	Закрыта в 1993 г., в 2011 г. вновь открыта
5) Поволжье *(всего 19 дорог):*					
Капустин Яр – Деповская – площадка № 107	Астраханская обл.	1947–н.в.	Спецперевозки	**58** (48)	
Владимировка – площадка «Амур»	Астраханская обл.	1950-е–н.в.	Грузовые спецперевозки	**26** (26)	
Нововолжская (Правый Берег) – г. Нариманов	Астраханская обл.	[1978]–н.в	Перевозки продукции машиностроения	**32** (32)	**Не действует**
Трусово – н.п. Ильинка	Астраханская обл.	[2002]–н.в.	Перевозки нефтегрузов и оборудования для нефтепромыслов	**18** (18)	Новая
Лапшинская – ООО «ЛУКОЙЛ – Коробковский газоперерабатывающий завод»	Волгоградская обл.	[1966]–н.в.	Перевозки нефтегрузов	**26** (26)	
Латышский – Речной	Кировская обл.	[1937]–н.в.	Перевозки леса и спецконтингента	**32** (32)	
Верхнекамская – Лесная – Крутоборка *(Гайно-Кайская ж.д.)*	Кировская обл., Пермский край и Республика Коми	1938–н.в.	Перевозки леса, пассажиров и спецконтингента	**321** (251)	Закрыта, кроме участка Верхнекамская – Лесная – Брусничная (42 км)
Визимъяры – Цинглок – Новый Цинглок – Пиштань *(Килемарская ж.д.)*	Республика Марий Эл и Нижегородская обл.	1928–1990-е	Перевозки леса и пассажиров	**90** (80)	Закрыта

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Суслонгер – Мочалище – Зеленогорск *(Юшутская ж.д.)*	Республика Марий Эл	1930-е – 2004	Перевозки леса и пассажиров	**58** (49)	Закрыта
Потьма – Сосновка – Шалы – Барашево	Республика Мордовия	1924–2006	Перевозки леса, пассажиров и спецконтингента	**59** (52)	Закрыта
Летяжевка – Турки [*Турковская ветвь* – под. путь РЖД]	Саратовская обл.	1999–н.в.	Перевозки пищевых грузов	**13** (13)	До 1999 г. – общего пользования
Балаково – Балаковская АЭС	Саратовская обл.	[1980]–н.в.	Грузовые спецперевозки	**20** (20)	
Карамыш – г. Красноармейск	Саратовская обл.	1980-е–1990-е	Перевозки продукции машиностроения и строительных грузов	**20** (20)	Закрыта
Казань (Вахитово) – Аэропорт [под. путь РЖД]	Республика Татарстан	1973–2012	Перевозки нефтяных, строительных, пищевых и химических грузов	**22** (22)	В 2012 г. переведён в пути общего пользования
Заинск – пос. Камские Поляны	Республика Татарстан	[1980]–1990-е	Перевозки строительных грузов	**69** (69)	Закрыта
Тихоново – ОЭЗ «Алабуга»	Республика Татарстан	[1985]–н.в.	Перевозки продукции машиностроения, металла, строительных грузов	**26** (26)	
Ключики – н.п. Славкино	Ульяновская область	1970-е–2000-е	Перевозки леса	**20** (20)	Закрыта; перешита после 1975 г. с узкоколейной линии 1934 г. постройки
Чебоксары II – Новочебоксарск [под. путь РЖД]	Чувашская Республика	1996–2012	Перевозки химических и строительных грузов	**26** (26)	До 1996 г. – общего пользования, в 2012 г. вновь переведён в пути общего пользования

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Алтышево – Первомайский *(Люльско-Сурская ветвь)*	Чувашская Республика	[1913]–2000-е	Перевозки леса	**23** (23)	Закрыта
6) Урал *(всего 20 дорог):*					
Загородняя – Благовещенская – г. Благовещенск	Республика Башкортостан	[1974]–н.в.	Перевозки металла, нефтяных, химических и строительных грузов	**20** (20)	
Татлы – Пихта-Товарная [под. путь РЖД]	Республика Башкортостан	1998–н.в.	Перевозки строительных грузов	**39** (39)	До 1998 г. – общего пользования; **не действует**
Учалы – Комбинатская (г. Учалы) – Межозёрный – карьер Молодёжный	Республика Башкортостан и Челябинская обл.	1959–н.в.	Перевозки медно-цинковой руды и строительных грузов	**41** (41)	
Верещагино – г. Очёр	Пермский край	1958–[2008]	Перевозки продукции машиностроения	**35** (35)	Закрыта
Вижай – Средняя Усьва	Пермский край	1960-е–2000	Перевозки леса	**71** (71)	Закрыта
Бокситы – Североуральск – Черёмухово	Свердловская обл.	1936–н.в.	Перевозки бокситов, леса, строительных грузов и (до мая 2013 г.) пассажиров	**30** (30)	Участок Бокситы – Стар. Вагран перешит в 1936 г. с узкоколейной линии 1906 г. постройки
Подсобный – н.п. Сосновка	Свердловская обл.	[1946]–2000-е	Перевозки леса	**25** (25)	Закрыта
Сотрино – пос. Боровой	Свердловская обл.	1936–2000-е	Перевозки леса	**23** (23)	Закрыта
Верхняя – Медь (г. Красноуральск) – раз. Александровский – Волковский рудник	Свердловская обл.	1918–н.в.	Перевозки железной и медной руды, строительных грузов	**49** (38)	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Ревда – Заводская – Дегтярск – Крылатовский рудник	Свердловская обл.	1926–н.в.	Перевозки медной руды и строительных грузов	**34** (34)	До 1926 г. общего пользования; участок Дегтярск – Крылатовский рудник (12 км) закрыт в 2004 г.
Раз. № 1 – Турбинная (г. Сысерть)	Свердловская обл.	1944–н.в.	Перевозки продукции машиностроения	**29** (29)	
Бахметское – Ирюм (пос. Ертарский)	Свердловская обл.	1930-е–2000-е	Перевозки леса, стекла и сырья для него	**58** (42)	Закрыта
Ощепково – Бутка *(Ощепковская ветвь)*	Свердловская обл.	1930-е–1990-е	Перевозки различных грузов	**60** (52)	Закрыта
Ува I – Кильмезь [под. путь РЖД]	Удмуртская Республика	1998–н.в.	Перевозки леса	**72** (72)	До 1998 г. – общего пользования
Кварса – Построечная – пос. Новый (бывш. Волковский)	Удмуртская Республика	[1955]–н.в.	Перевозки строительных грузов	**26** (26)	
Еманжелинск – н.п. Коелга	Челябинская обл.	1970–н.в.	Перевозки строительных грузов	**25** (25)	
Раз. Пургино – Озёрная (г. Снежинск) – конец линии	Челябинская обл.	1955–н.в.	Перевозки строительных грузов и спецгрузов	**26** (26**)**	
Кыштым (Южный парк) – Сортировочная – ФГУП ПО «Маяк» – площадка Южно-Уральской АЭС	Челябинская обл.	1946–н.в.	Перевозки строительных грузов и спецгрузов	**48** (25)	
Куйбас – Флюсовая (н.п. Агаповка) – конец линии	Челябинская обл.	1931–н.в.	Перевозки известняка и доломита	**21** (21)	
Бускуль – Бускульская – Огнеупорная	Челябинская обл. (Россия), Казахстан	1941–н.в.	Перевозки огнеупорной глины	**29** (29)	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
7) Западная Сибирь *(всего 22 дороги):*					
Кулунда – Малиновое Озеро – Новоугловское [под. путь РЖД]	Алтайский край	2003–н.в.	Перевозки химических и пищевых грузов	**167** (167)	До 2003 г. – общего пользо–вания; участок Малиновое Озеро – Новоугловское (48 км) закрыт в 2006 г.
Гордеево – Песьянка [станц. путь МПС]	Алтайский край	1987–1990-е	Перевозки леса	**19** (19)	До 1988 г. – общего пользования; закрыта
Буланиха – Соколинская [станц. путь МПС]	Алтайский край	1987–1990-е	Перевозки леса	**53** (35)	До 1988 г. – общего пользования; закрыта
Зональный – пос. Соколово [станц. путь РЖД]	Алтайский край	1936–н.в.	Перевозки пищевых грузов	**18** (18)	
Бийск (парк Чемровка) – Промежуточная – пос. Сорокино	Алтайский край	[1960]–н.в.	Перевозки леса и строительных грузов	**19** (19)	
Неверовская (г. Горняк) – Жезкентский ГОК – Золотушинский рудник	Алтайский край	[1942]–н.в.	Перевозки рудных грузов	**36** (36)	Закрыта в 1998 г., кроме участка Неверовская – Жезкентский ГОК(13 км)
Литвиново – Акация	Кемеровская обл.	1995–н.в.	Перевозки строительных грузов	**17** (17)	До 1995 г. – общего пользования
Черкасов Камень – Восточная – ЦЗХ – Соколовская	Кемеровская обл.	1997–н.в.	Перевозки каменного угля	**47** (47)	Новая
Гурьевск – раз. Гавриловка – Салаир	Кемеровская обл.	1932–н.в.	Перевозки полиметаллических руд	**18** (18)	
Белово, Мереть – Вилки – Каракан – Каракан-Южный	Кемеровская обл.	[1970]–н.в.	Перевозки каменного угля	**82** (61)	Участки Каракан – Каракан-Южн. (10 км) и Мереть – Пестерёво – Фадеевский (21 км) завершены в 2000-е гг.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Ерунаково – Погрузочная II (угольный разрез «Таёжный»)	Кемеровская обл.	[1988]–н.в.	Перевозки каменного угля	**29** (29)	
Мыски – угольный разрез «Сибиргинский»	Кемеровская обл.	[1971]–н.в.	Перевозки каменного угля	**17** (17)	
Междуреченск – Угольная (разрез «Ольжерасский»)	Кемеровская обл.	[1973]–н.в.	Перевозки каменного угля	**20** (20)	
Кокошино – Пенёк – Пихтовка [под. путь МПС]	Новосибирская обл.	1935–1997	Перевозки леса и пассажиров	**179** (179)	Закрыта
Иня-Восточная – Пашино – конец линии	Новосибирская обл.	[1963]–н.в.	Грузовые спецперевозки	**21** (21)	Участок Иня-Вост. – Пашино (8 км) до 2006 г. – общего пользования
Мошково – пос. Ташара	Новосибирская обл.	1963–2002	Перевозки леса	**32** (32)	Закрыта
Любинская – Красный Яр	Омская обл.	[2003]–н.в.	Перевозки пищевых и строительных грузов	**18** (18)	Ориентировочно до 2003 г. – общего пользования
Комбинатская – Береговая (парк Примыкания) – Раз. № 3 (ЗАО «ВСП Крутогорский НПЗ»)	Омская обл.	1950-е–н.в.	Перевозки химических и нефтяных грузов	**45** (45)	
Иртышское – Русская Поляна – Граничная [под. путь РЖД]	Омская обл.	1998–н.в.	Перевозки пищевых грузов	**112** (112)	До 1998 г. – общего пользования; участок Русская Поляна – Гра–ничная (42 км) закрыт в 2012 г.
Томск II – Предзаводская (г. Северск) – ОАО «Сибирский химический комбинат»	Томская обл.	[1949]–н.в.	Спецперевозки	**22** (22)	
Заводоуковск – Раз. 7 км – Сосновка (пос. Новый Тап) *(Таповская ж.д.)*	Тюменская обл.	1937–2010	Перевозки песка	**102** (102)	Закрыта за исключением участка Заводоуковск – Раз. 7 км

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Обская – Хралов – Бованенково – Карская	Ямало-Ненецкий автономный округ	2007–н.в.	Перевозки оборудования для освоения газовых месторождений	**572** (572)	Новая
Восточная Сибирь *(всего 16 дорог)*:					
Челутай – н.п. Атхатай	Республика Бурятия	[1958]–2000-е	Перевозки леса	**34** (34)	Закрыта
Челутай – Шабур – Тугнуй (угольный разрез «Тугнуйский»)	Республика Бурятия	1945–н.в.	Перевозки каменного угля, известняка, леса	**75** (75)	
Новая Чара – Раз. 42 км – Чина – Карьерная [под. путь РЖД]	Забайкальский край	2001–н.в.	Перевозки щебня	**72** (72)	В 2007 г. восстановлен участок Новая Чара – Раз. 42 км; **не действует**
Борзя – Газимурский Завод	Забайкальский край	2010–н.в.	Перевозки грузов для строительства ГОК	**223** (223)	В эксплуатацию не сдана; **не действует**
Усть-Илимск – Промышленная – Усть-Илимский ЛПК	Иркутская обл.	[1973]–н.в.	Перевозки леса и целлюлозы	**21** (21)	
Тулун – разрез «Мугунский»	Иркутская обл.	[1990]–н.в.	Перевозки бурого угля, щебня, леса	**70** (70)	
Залари – пос. Новонукутский	Иркутская обл.	[1958]–н.в.	Перевозки строительных грузов	**25** (25)	
Дудинка – Кайеркан – Норильск – Талнах – Октябрьская *(Норильская ж.д.)*	Красноярский край	1950–н.в.	Перевозки полиметаллической руды, цветных металлов, угля, строительных грузов и (до 1998 г.) пассажиров	**214** (135)	С 1937 по 1953 существовала узк. ж.д. Дудинка – Норильск – Валёк. На 2012 г. общая длина основных линий – 195 км
Шарыпово – Базыр (пос. Горячегорск) [под. путь РЖД]	Красноярский край	1989–н.в.	Перевозки леса	**23** (23)	До 1989 – общего пользования; **не действует**

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Суриково – Суриково II (пос. Рассвет) – 7-й участок Ильинского ЛЗП	Красноярский край	[1967]–2000-е	Перевозки леса	**35** (35)	Закрыта за исключением участка Суриково – Суриково II (12 км)
Красноярск-Северный – Коркино – ПО «Крастяжмаш»	Красноярский край	[1978]–н.в.	Перевозки продукции машиностроения	**18** (18)	Участок Красноярск-Сев. – Коркино (4 км) до 1991 г. – общего пользования
Базаиха – Степная (г. Сосновоборск) – Озёрная (г. Железногорск) – ФГУП «Горно-химический комбинат»	Красноярский край	1950–н.в.	Перевозки химических грузов и продукции машиностроения, спецперевозки	**72** (60)	
Заозёрная – Красноярская ГРЭС-2	Красноярский край	[1958]–н.в.	Перевозки бурого угля и химических грузов, грузовые спецперевозки	**38** (33)	
Черногорские Копи – угольный разрез «Степной»	Республика Хакасия	[1959]–н.в.	Перевозки каменного угля	**24** (24)	
Подсиний – угольный разрез «Изыхский»	Республика Хакасия	[1965]–н.в.	Перевозки каменного угля	**17** (17)	
Камышта – Саяногорск – пос. Черёмушки	Республика Хакасия	1965–н.в.	Перевозки глинозёма, алюминия, каменного угля	**136** (100)	Участок Саяногорск – пос. Черёмушки (34 км) закрыт в 1990-е гг.
Дальний Восток *(всего 14 дорог)*:					
Сковородино – Рейново [под. путь РЖД]	Амурская обл.	2001–н.в.	Перевозки леса	**68** (68)	До 2001 г. – общего пользования
Шимановская – Чагоян	Амурская обл.	1987–2000-е	Перевозки известняка	**45** (45)	Закрыта
Екатеринославка – Ерковцы (угольный разрез «Ерковецкий»)	Амурская обл.	[1991]–н.в.	Перевозки бурого угля	**53** (53)	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
Улак – Эльга-Грузовая	Амурская обл. и Республика Саха (Якутия)	2012–н.в.	Перевозки каменного угля	**321** (321)	Новая
Пост 132 км – Сергеевка *(Сергеевская ветвь)* [под. путь РЖД]	Приморский край	1998–н.в.	Перевозки каменного угля и леса	**47** (37)	До 1998 г. – общего пользования
Артём-Приморский I – Заводская (пос. Заводской)	Приморский край	[1958]–н.в.	Перевозки пищевых и строительных грузов	**13** (13)	
Оха – Москальво – Скобликово	Сахалинская обл.	1934–1999	Перевозки различных грузов	**35** (35)	Закрыта
Победино – Первомайское [колея 1067 мм]	Сахалинская обл.	1991–н.в.	Перевозки нефтегрузов, известняка и (до 2000 г.) пассажиров	**56** (48)	До 1991 г. ширина колеи – 750 мм
Холмск-Сорт. – Шахта [под. путь РЖД – колея 1067 мм]	Сахалинская обл.	2002–н.в.	Перевозки каменного угля и рыбы	**60** (60)	До 2002 г. – общего пользования
Сокол – Быков-Сахалинский [под. путь РЖД – колея 1067 мм]	Сахалинская обл.	2002–н.в.	Перевозки каменного угля и пассажиров	**23** (23)	До 2002 г. – общего пользования
Новоалександровка – Синегорск [под. путь РЖД – колея 1067 мм]	Сахалинская обл.	2002–н.в.	Перевозки каменного угля	**21** (21)	До 2002 г. – общего пользования
Селихин – Чёрный Мыс	Хабаровский край	1953–2000	Перевозки леса	**120** (120)	Закрыта
Кругликово – Дурминский Участок – Золотая – Сукпай *(Оборская ж.д.)*	Хабаровский край	[1934]–2009	Перевозки леса и (до 1993 г.) пассажиров	**170** (158)	Закрыта
Мылки – Комбинат (г. Амурск)	Хабаровский край	[1975]–н.в.	Перевозки леса и спецгрузов	**14** (14)	Ориентировочно до середины 1970-х гг. – общего пользования

Приложение Б
Ведомственные узкоколейные железные дороги, близкие по выполняемым функциям к железным дорогам общего пользования[1]

Таблица Б.1

Название дороги	Местонахождение (по современному административному делению)	Год начала регулярного движения	Год закрытия[2]	Ширина колеи, мм	Основные перевозимые грузы[3]	Максимальная достоверная протяжённость (**общая** и главного хода), км	Дополнительные сведения
1	2	3	4	5	6	7	8
Мальцовская (с 1925 г. – Урицкая)	Брянская и Калужская области	1877	1960-е	914	Железная руда, каменный уголь, металл, стекло, лесные грузы, торф, продукция машиностроения	**289** (1915 г.); 114 (Брянск – Дятьково – Людиново – Песочня)	С 1915 по 1921 годы общего пользования. С 1925 по 1960-е годы поэтапная ликвидация в связи со строительством ж.-д. линий широкой колеи
Богословско-Сосьвинская	Свердловская область	1883	1936	883 (первона-чально – 875?)	Медная руда, железная руда, древесный уголь, бурый уголь, металл	**386** (1932 г.); 187 (Богословский Завод – Турьинские Рудники – Надеж–динск – Сосьва, Воронцовский Рудник – Старый Вагран)	С 1906 по 1936 годы поэтапная перешивка на широкую колею (на Серовском заводе – 1960-е гг.)

[1] Приведены дороги значительной длины (свыше 50 км каждая), стабильно работавшие на протяжении более 50 лет и имевшие комплексное значение для экономики региона большую часть этого периода.

[2] Указан год принятия решения о закрытии последнего участка; демонтаж мог производиться в течение следующих лет.

[3] По всем указанным дорогам осуществлялись также перевозки пассажиров, продовольствия и товаров народного потребления.

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Нижне-Тагильская (Висимо-Уткинская)	Свердловская область	1895	2007	884 (к 1960 г. перешита на 750)	Лесные грузы, древесный уголь, торф, дунит	**≈90** (1930-е гг.)***;** 64 (Кедун-Быково – Висимо-Уткинск)	С 1935 по 1942 годы являлась линией НКПС
Бодайбинская	Иркутская область	1896	1967	914 (позже перешита на 750)	Оборудование для золотых приисков, лесные грузы	**130** (1917 г.); 81 (Бодайбо – Надеждинская – Весенняя)	С 1916 по 1918 годы общего пользования
Алапаевская	Свердловская область	1898	Действует	750	Лесные грузы, древесный уголь, флюс, железная руда, металл, асбестовые материалы	**≈620** (1970-е гг.); 149 (Алапаевск – Калач)	В 2012 г. общая протяжённость действующих линий – 213 км. Осуществляются только пассажирские перевозки
Серпуховская	Московская и Калужская области	1900	1960	750	Лесные грузы, бурый уголь, хлопок, пряжа	**76** (1930-е гг.) 45 (Серпухов II – Угодский Завод, Терники)	
Тетюхинская	Приморский край	1911	2006	600 (позже перешита на 750)	Руда цветных металлов, машины и оборудование для рудников, лесные грузы	**≈70** (1930-е гг.) 38 (Тетюхе – Тетюхе-Пристань)	В 2012 г. оставались изолированные участки в г. Дальнегорск (бывш. Тетюхе) – 5 км и в пгт Рудная Пристань (бывш. Тетюхе-Пристань) – 1 км, для перевозки руды

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Белорецкая	Республика Башкортостан и Челябинская область	1912	2002	750	Железная руда, металл, торф, известняк, лесные грузы	**≈375** (1930-е гг.)* 271 (Запрудовка – Тирлян – Белорецк – Ишля – Инзер)	
Узкоколейная железная дорога Министерства автомобильного транспорта Таджикской ССР	Хатлонская область Республики Таджикистан	1931 (Ниж. Пяндж – Курган-Тюбе)	1990-е	750	Хлопок, зерновые грузы, нефтегрузы	**377** (1955 г.); 267 (Душанбе-Южн. – Курган-Тюбе – Куляб)	По направлению Курган-Тюбе – Куляб с 1999 г. действует железная дорога широкой колеи
Узкоколейная железная дорога треста «Сахалиннефть»	Сахалинская область	1953 (главный ход)	2006	750	Оборудование для нефтепромыслов, горючее, стройматериалы, лесные грузы	**≈300** (ок.1970 г.)* 247 (Оха – Катангли – Набиль)	

Примечания.

А. Основные источники информации:

- Болашенко, С.Д. «Сайт о железной дороге» [Электронный ресурс] / С.Д. Болашенко. – URL: http://www.infojd.ru (дата обращения: 30.12.2013);
- Узкоколейные железные дороги общего и необщего пользования, их состояние, работа и перспективы на вторую пятилетку. – М.: Центр. планово-технико-эконом. упр. НКПС, 1933. – 37 с.

Б. Значения общей протяжённости железных дорог, помеченные символом (*), определены автором диссертации по топографическим картам масштаба 1:200 000. Данный масштаб вполне удовлетворяет потребностям картометрических работ, так как практика показывает, что изменение длины дорог при изображении их на картах масштабов 1:200 000 и крупнее, почти неощутимо [Николаев, 1947, с. 29].