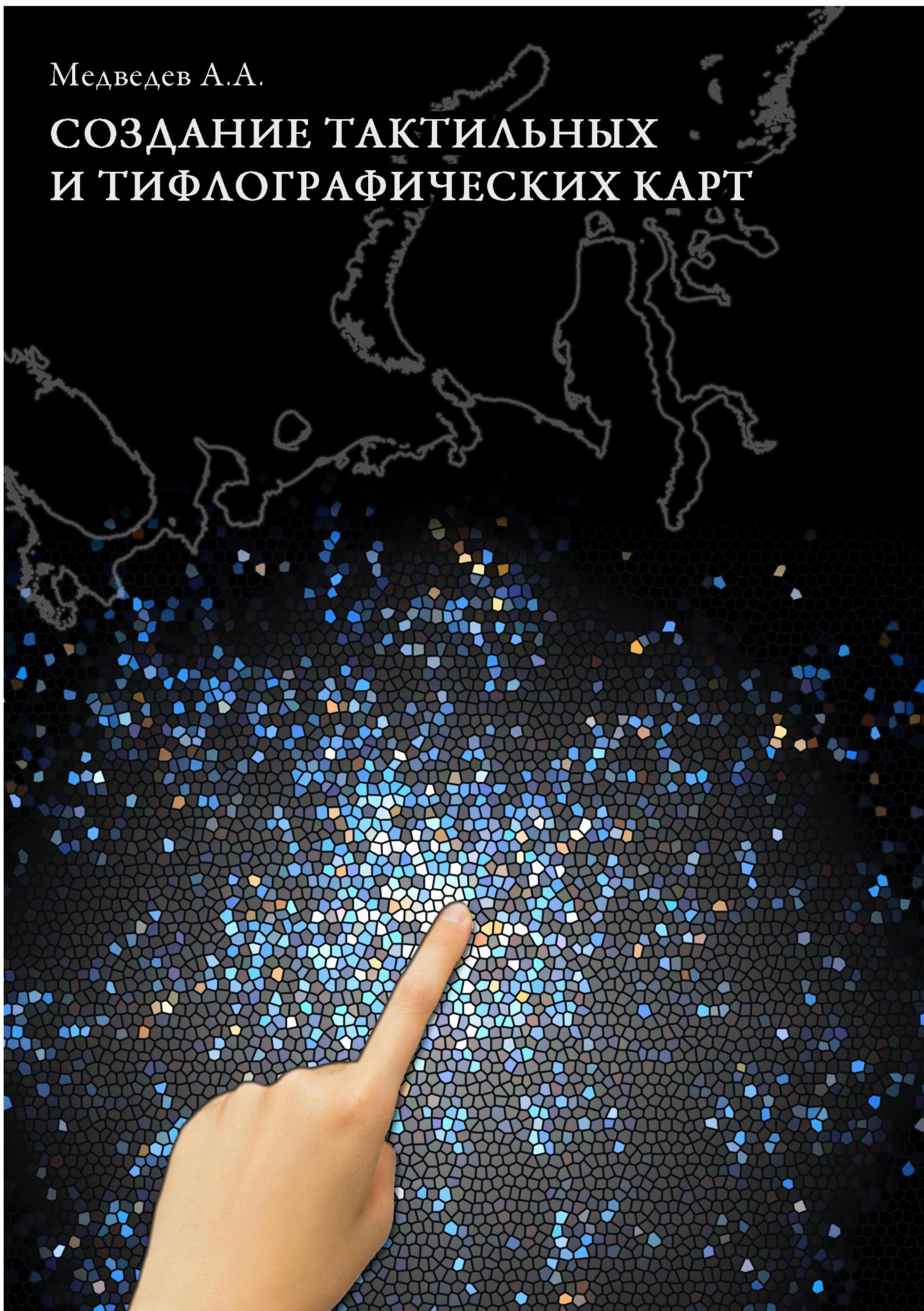
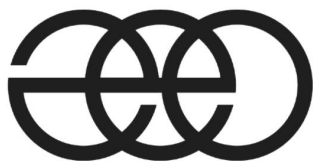


Медведев А.А.

СОЗДАНИЕ ТАКТИЛЬНЫХ И ТИФЛОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ





**ИНСТИТУТ
ГЕОГРАФИИ**
Российской
академии наук
основан в 1918 году



Медведев А.А.

СОЗДАНИЕ ТАКТИЛЬНЫХ И ТИФЛОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

Москва 2019

УДК 528.94

ББК 26.17

Книга подготовлена и издана при финансовой поддержке Благотворительного фонда «Искусство, наука и спорт» в рамках программы «Особый взгляд»

Рецензенты: *канд. геогр. наук Н.А.Алексеевко* доцент кафедры картографии и геоинформатики

Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

канд. пед. наук О.А.Карлина заместитель директора ФГБ ПОУ «Кисловодский медицинский

колледж» Минздрава России

Редактор: Правоторов В.В.

Утверждено к печати Ученым советом Института географии РАН

Исследование проводилось в рамках темы Госзадания №АААА-А19-119022190168-8

Медведев А.А. Создание тактильных и тифлографических карт. – М.: Полиграфия "СВС-Дизайн", 2019. – 166 с.

ISBN – 978-5-89658-060-7

DOI – 10.15356/Tasmaps

Книга предназначена для специалистов, работающих в области тифлопедагогики, реабилитации, образования и переподготовки людей с ограниченными возможностями по зрению (ОВЗ). В ней осуществлена попытка совместить принципы и нормы картографии с требованиями тактильной графики и тифлопечати. Материалы данной книги могут послужить методическими рекомендациями к созданию и изготовлению тактильных и тифлографических карт. Книга дает представление об этапах проектирования и составления карт, способах передачи информации с помощью тактильных переменных, вариантах печати специальных карт. Автор пытался учесть новейшие достижения в рассматриваемой области, чтобы в дальнейшем читатели могли самостоятельно создать тактильные и тифлографические карты. Методические рекомендации основываются на передовых разработках специализированных учреждений, собственных наработках автора и лаборатории картографии Института географии РАН.

© Медведев А.А., 2019

© Институт географии РАН, 2019

© Благотворительный фонд «Искусство, наука и спорт», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	1
Понятия и термины	2
Введение	3
Тактильная картография и восприятие пространства	6
Ментальное картографирование и ментальные карты	11
Ограничения по зрению	17
Технологии производства	22
Типы карт	34
Составление карт	38
Условные знаки и способы изображения	58
Использование карт	72
Заключение	77
Список рекомендуемой и использованной литературы	79
Иллюстрации (примеры тактильных карт)	117

ПРЕДИСЛОВИЕ

Тактильные карты составляют сотую долю процента всего мирового фонда картографической продукции, хотя в мире насчитывается почти 40 млн. слепых и слабовидящих людей. В России эта цифра достигает 300 тыс. человек, и это только официально зарегистрированных инвалидов по зрению.

Данная книга предназначена прежде всего для специалистов, работающих с людьми с ограниченными возможностями по зрению, в области тифлопедагогики, реабилитации, образования и переподготовки. В ней излагаются в сжатой форме научно-методические основы и рекомендации по составлению и изданию тактильных карт. Автор надеется, что книга будет полезна различным специалистам, которые работают с тактильной и тифлографией. Материалы книги основаны на разработках автора и многочисленных отечественных и зарубежных исследованиях в данной области.

Автор выражает искреннюю благодарность своим коллегам, друзьям и родственникам: сотрудникам лаборатории картографии Института географии РАН, доценту кафедры картографии и геоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова к.г.н. Алексеенко Н.А., инженеру-исследователю Института географии РАН Кудикову А.В., аспиранту Института географии РАН Васёву М.К., основателю и руководителю студии тифлографии "Тифлограф" Мареку Якубовски, сотрудникам специализированных учреждений для слепых и слабовидящих, где проводилась апробация разработанных карт.

Особую благодарность автор выражает Благотворительному фонду «Искусство, наука и спорт» за поддержку исследований автора и помощь в издании данной книги.

«Я слышал, что мир прекрасен», — сказал слепой.
«Кажется», — ответил зрячий.
Станислав Ежи Лец

ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ

Тактильная графика – рельефные изображения, различимые тактильно (на ощупь) для слепых и слабовидящих людей.

Тактильная информация – информация, предназначенная для тактильного восприятия, и может быть воспринята (опознана) человеком путем прикосновения к источнику этой информации (тактильному объекту).

Тактильная карта – рельефная модель местности, передающая различные качественные и количественные характеристики пространства через тактильные переменные.

Тактильная картография (тифлокартография) – междисциплинарная область знаний, находящаяся на стыке картографии, геоинформатики, когнитивной географии, тифлопедагогике, дефектологии, психологии и нейрофизиологии, и занимающаяся вопросами составления, производства и использования тактильных и тифлографических карт.

Тактильная мнемосхема – рельефный план движения, предназначенный для ориентирования в помещении или на улице людьми с ограниченной функцией зрения.

Тактильное общение – это способ общения и взаимодействия посредством сенсорных рецепторов, которые находятся в коже, суставах, мышцах, сухожилиях.

Тифлографика – теория построения рельефных изображений, применяемых в качестве пособий при обучении незрячих работе с ними. Тифлографика знакомит с пространственной ориентировкой на рисунке, со способами оценки величины и формы изображенных предметов.

Тифлокарта – рельефная модель местности, использующая для передачи пространственных характеристик тактильные переменные и визуальные графические переменные (для слабовидящих и с частичной потерей зрения).

Тифлопедагогика – наука о воспитании и обучении лиц с нарушением зрения. Является частью специальной педагогики и одним из разделов дефектологии.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, когда визуализация является основным каналом коммуникации, карты, геоизображения и инфографика могут помочь разработать концепцию пространства и расширить знания о нашем мире. Большинство пространственных данных недоступны для слабовидящих, в связи с чем их необходимо перевести в тактильную форму. Тактильные и тифлографические карты становятся все более востребованы, так как помогают преодолевать информационные барьеры для тех, кто не может видеть, облегчая им путь в школу, на работу и в целом повседневную жизнь.

Лишенный зрения человек не имеет иного выбора, кроме как восприятие мира посредством тактильных, слуховых и обонятельных ощущений. Он с большим успехом использует эти чувства для навигации в пространстве, а также для изучения мира. Этот факт усиливает необходимость перехода от тактильной к многосенсорной картографии. Передача информации через зрение и различные варианты визуализации полностью доминирует в современном мире. Новая эра информации, основанная на компьютерах и сетевой коммуникации, повышает потребность полагаться на визуальное восприятие, что делает зрение главным инструментом познания окружающей действительности и передачи информации.

Слепым или слабовидящим людям необходимо знать больше о своем окружающем пространстве, чтобы ориентироваться в комнате, здании, городе или стране для самостоятельного передвижения. Адекватное восприятие пространственной информации без использования визуальной сенсорной системы возможно. Любой элемент географической карты (пространственный ориентир, масштаб, название географического объекта, условное обозначение) является условным раздражителем, благодаря которому у пользователя возникает ментальное восприятие карты и построение пространственно-временной связи.

Глаз может различить элементы, которые тактильно обнаружить нельзя из-за их размеров. Сведения о том, что незрячие

зачастую обладают более развитым тактильным ощущением, являются неверными. Речь идет скорее о большом опыте работы с тактильной графикой и развитым навыкам ее чтения. Однако тактильные графические элементы, которые не может различить среднестатистический человек, слепой тоже не различит. Поэтому тактильные изображения будут занимать места больше, чем их визуальные аналоги.

Тактильные карты являются отличным примером, подчеркивающим значение коммуникативной концепции в картографии, которая широко распространена в прошлом. В рамках этой концепции картограф, отображающий реальность, должен был ответить на вопросы, что, как и кому коммуницировать. К этим трем основным вопросам можно добавить и еще несколько – например, когда, где, почему и с какими результатами. Когда у пользователя наблюдается нарушение зрения, тактильно графический язык, как и «язык» карт, является самым эффективным инструментом восприятия пространства и приобретения географических знаний.

Умение читать и понимать тактильную карту не является автоматическим навыком для людей с нарушением зрения. Пользователя необходимо обучать распознавать и понимать рельефный материал, символы в виде точек и линий, работать текстурой и легендой, раскрывающей информацию, представленную на конкретной карте. Различные методы помогают обучать читателей работать с тактильными картами.

При создании тактильных карт необходимо учитывать множество факторов, которые не значимы при создании обычных, традиционных карт. Помимо отбора подходящих тематики, масштаба и проекции, в первую очередь необходимо учитывать особые требования к созданию тактильной графики. Для слепых порой проблематично разобрать объекты на карте размером менее 1 кв. см., так как слишком тонкие линии не распознаются кончиками пальцев. Все подписи производятся шрифтом Брайля, что является одним из ключевых этапов создания и компоновки тактильных карт.

Главные принципы тактильной и тифлотехники – перекодирование зрительной информации в осязательную. Основные методы такой техники базируются как на общих

инженерно-психологических основах проектирования средств отображения и вывода информации, так и с учетом естественных возможностей компенсации, коррекции и восстановления нарушенных или плохо развитых функций у слепых и слабовидящих.

По мнению некоторых тифлопедагогов, тактильные карты являются частным случаем рельефно-графических пособий (тактильной графики), и к ним применимы многие из этих требований к содержанию, оформлению, нанесению подписей. Однако с точки зрения картографов тактильные и тифлографические карты – это особое направление картографии, использующее свой «язык» карты, который описывает пространство комбинацией особых норм и правил.

ТАКТИЛЬНАЯ КАРТОГРАФИЯ И ВОСПРИЯТИЕ ПРОСТРАНСТВА

Тактильная картография – это особая система коммуникации. Картографы, которые создают тактильные карты, могут лишь косвенно догадываться, как слабовидящие люди «читают» карту [97, 231, 248]. Существует также косвенное понимание того, как слепые и слабовидящие люди воспринимают пространство, как «выглядит» их ментальное представление окружающей среды [5, 17, 33, 71, 92-93, 174, 183, 232].

Пространственное восприятие отличается у слепых и слабовидящих людей, для которых создаются тактильные карты, чтобы мобильность и знания человека не ограничивалась физическими возможностями. Пространственная мобильность является важным аспектом в жизни незрячего человека [23, 104, 119-120, 134, 184, 211]. Он должен быть «целенаправленным и целеустремленным», чтобы безопасно путешествовать, изучать пространство, расположение объектов и их характеристики [77, 95, 104, 183]. Слабовидящие люди полагаются только на свои чувства, такие как осязание или слух, чтобы компенсировать зрение и собрать всю информацию об окружающем пространстве [79, 95, 119, 131, 137, 153].

Однако слепые люди обладают теми же когнитивными пространственными способностями, что и зрячие, но их конфигурационные знания менее сложны из-за различного доступа к информации и прошлому опыту. Слабовидящий человек последовательно кодирует информацию о пространстве с помощью сопоставления объектов местности между собой и элементами окружающей среды, а не воспринимает окружающую местность как единую картину [52, 59, 63-63, 88, 148, 224, 265].

Ментальные образы пространства слабовидящего человека имеют иную форму, чем у зрячего человека, из-за различных методов, используемых для понимания отношений между окружающей средой и самим собой. Тактильное восприятие – это «фрагментарный и последовательный процесс получения полезной информации об окружающей среде», требующий активного

изучения пространственных ориентиров и маршрутов движения через пальцы рук. По этой причине незрячими пространство последовательно изучается, как описывается в теории графов, и требует использования памяти для изучения ключевых точек (узлов) и метрики пространства (расстояний) [5, 8, 17, 29, 40-41, 52, 71, 133, 174, 232]. Акцент делается на последовательности ориентиров, а не на площадном распределении, как это было бы для зрячего человека. В результате восприятие пространства слабовидящих должно пониматься как концептуальное, а не как перцептивное.

Для того чтобы тактильная карта решала задачи пространственной мобильности, человек должен знать свое местоположение, желаемый маршрут и пункт назначения. В этом отношении ориентация в пространстве становится ключевым навыком. Она определяется как способность определять расстояния и направления до конкретных объектов. Слабовидящие люди оперируют "эгоцентрическим мышлением", поскольку их пространственное знание зависит от локализации объектов по отношению к себе, а не от общей географической картины местности, что приводит к пространственным искажениям. Существуют различные уровни нарушения зрения в зависимости от возраста человека, которые, в свою очередь, влияют на уровень предыдущего зрительного опыта и приобретение перцептивного компонента. Кроме того, люди с остаточным зрением могут видеть различные объекты, которые могут помочь в ориентации в пространстве. Однако этим людям становится трудно ориентироваться на маршрутах, которые имеют единообразную подстилающую поверхность, а единственными доступными ориентирами являются препятствия [8, 20, 32, 79, 94-95, 100, 147].

В конце 20 века разработано три теории, которые касаются сопоставления между слабовидящими и зрячими людьми, способными понять концепцию "пространства". Первая называется теорией дефицита. Она утверждает, что слабовидящие люди не имеют возможности разработать систему пространственной привязки. Вторая теория – это теория неэффективности, которая утверждает, что слабовидящие люди обладают способностью создавать систему пространственной привязки, несмотря на то, что

она не так сложна, как у зрячего человека. И третья теория – это теория различий, которая объясняет, что у людей с нарушениями зрения пространственные понятия только частично сокращаются, но не устраняются. Происходит акцентирование внимания на такие характеристики, как запахи, звуки, изменения текстуры. Последняя теория получила более широкое признание, и в результате отличительной чертой тактильной картографии является представление информации, которое повысит мобильность пользователя карты путем включения элементов, которые помогут создать точные знания о расстояниях и направлениях [5, 17, 29, 40-41, 92-93, 183, 224, 265].

Отталкиваясь от того, что тактильные карты – это представление о движении и местоположении, направлениями, на которые следует обратить больше внимания, являются оценка расстояния, запоминание карты, расположение условных знаков, собственное местоположение в пространстве и знание маршрута. Однако они будут варьироваться: во-первых, в зависимости от цели карты (если цель – создание общего представления о модели местности; если цель – навигация/движение; если карта будет использоваться до или во время перемещений в пространстве); во-вторых, в зависимости от возможностей и потребностей пользователя карты [23, 104, 116, 147, 156-157, 200, 225, 251, 261].

Для успешного чтения тактильных карт необходимы три основные способности человека по оценке пространства:

- распределение пространственных объектов или форм;
- расположение объектов по отношению к себе;
- расположение объектов относительно друг друга.

Пользователь карты должен судить о расстоянии, которое он должен пройти, в зависимости от времени, необходимого для перехода от одной контрольной точки к другой [8, 17, 29, 40-41]. Пользователь карты должен посвятить некоторое время, чтобы прочитать и понять карту заранее, используя свои пальцы, чтобы исследовать и читать «рельефные» (выпуклые) изображения. Во время тактильного исследования пользователи могут понять, что изображено, только если они способны чувствовать каждую часть «рельефного» изображения и различать их. Поэтому важность

четкости и различия условных знаков будет основой для правильного изучения пространственного распределения отображаемой на карте территории.

Концептуально, задачей тактильной картографии является проектирование карт как прямой перевод визуального образа пространства через тактильные переменные, как чрезвычайно простую модель действительности. Однако, поскольку фокус на некоторых тактильных картах должен быть сосредоточен на мобильности и навигации пользователей, прямой перевод традиционной карты в тактильную карту может привести к путанице. По этой причине существует необходимость продуманно произвести оформление карты, чтобы уменьшить такие проблемы, как неразборчивость элементов, перегруженность информацией, несоответствие топологии и нечитаемость условных знаков. Важно выбрать только соответствующие данные, чтобы карта была эффективной и полезной [97, 231, 248].

Одним из наиболее сложных вопросов в работе с тактильной картой является восприятие расстояния на карте. Существует два типа масштаба, которые могут быть использованы в тактильной карте: карта фиксированного масштаба, которая эквивалентна обычной карте, или карта-схема гибкого масштаба, которая представляет топологическое представление пространства. Поскольку люди с ослабленным зрением организуют информацию посредством познания пространства и расстояния, то некоторые объекты местности на карте могут иметь немасштабное представление и варьироваться от назначения карты, но при этом сохраняя топологию пространства [8, 17, 29, 63-64, 88, 92-93, 174].

Более того, масштаб может быть искажен в некоторых частях карты, чтобы позволить оптимизировать распределение тактильных условных знаков, и поэтому встречаются случаи, когда масштаб тактильной карты может быть свободно интерпретирован. Поэтому любые изменения масштаба следует апробировать и проконсультироваться с пользователями карты, чтобы узнать, насколько комфортно им работать с ним. Выбор масштаба влияет на размер карты и, в свою очередь, на объем информации, которая будет отображаться [94, 116, 183].



Рис. 1. Связь тактильной и тифлокартографии с другими науками и дисциплинами.

Почти вся тактильная картография построена на вопросах восприятия пространства и тесном взаимодействии между составителем тактильных карт и пользователем, поскольку для создания эффективной и качественной карты необходимо в полной мере понимать потребности и способности (рис. 1), включая физиологические, пользователей [97, 237, 248]. Одна из основных проблем тактильной картографии заключается в том, что исследования проводятся зрячими и порой на нерепрезентативных фокус-группах. Работа с пространственным восприятием людей с нарушениями зрения имеет решающее значение при разработке тактильной карты [183], чтобы помочь им выйти за рамки эгоцентрического подхода и получить пространственные знания и, что более важно, повысить их мобильность с помощью карты, которая эффективна в форме канала передачи информации о расстоянии, местоположении и направлении.

МЕНТАЛЬНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И МЕНТАЛЬНЫЕ КАРТЫ

На пространственную ориентацию любого человека значительно влияют нарушения зрения. В то же время, пространственная мобильность зависит от развитости низших и высших компенсаторных функций [34]. Для успешной ориентации у людей с ограниченными возможностями по зрению развивается пространственное ментально-когнитивное мышление. В этом смысле процесс ментального картографирования и форма ментальной карты имеют определенную специфику [71, 92-93, 148, 224, 265].

Человек с нарушением зрения — это человек, страдающий от дефекта глаз или заболеваний, влияющих на зрение, которые вызывают проблемы в обычной жизни. Люди с ограниченными возможностями по зрению не могут легко и точно воспринимать всю визуальную информацию – это измерение внешнего мира либо не существует для такого индивида, либо ограничено. Следует отметить, что внешний мир имеет много измерений для человека с нарушениями зрения. Эти измерения используются для восприятия и обработки информации различного качества и количества [8, 17, 40-41, 59, 133]. Согласно теории информации, это включает в себя комплексный подход к личности в контексте био-психо-социально-духовного информационного аспекта, который очень тесно связан с компенсаторными функциями и возможностями.

Компенсация понимается как замена снижения производительности одного органа за счет увеличения производительности другого. Низшие компенсаторные функции включают слух, осязание, обоняние и вкус. Более высокие компенсаторные функции включают память, внимание, мышление и воображение [34, 46, 53, 76, 111, 181]. Все вышеперечисленные функции влияют на процесс пространственного психического восприятия действительности. Аналогично, воля и эмоции существенно влияют на то, как человек использует информацию при разработке собственной ментальной карты.

Пространство можно определить как явление, в которое вписаны объекты и определены границы. В пространстве человек совершает движения и выполняет ежедневные процедуры. Успешная ориентация зависит от внутренних факторов личности и внешних аспектов – механизмов в дорожном движении, общественных помещений, зданий. В зарубежной литературе «ориентация и мобильность» в образовательном контексте определяются как концепция обучения, способности и приемы, необходимые для безопасного и эффективного перемещения человека с нарушением зрения в пространстве, в различных условиях и ситуациях. В то же время, ориентация рассматривается как способность индивидуально использовать различные чувства, чтобы понять местоположение в пространстве в определенный момент. Мобильность — это набор движений, которые позволяют перемещаться. В случае человека с нарушением зрения это приводит к повторной адаптации во всех сферах жизни [40-41, 79, 88, 183].

Методы обучения пространственной ориентации и мобильности включают различные техники движения и получения информации, технику длинной трости и ориентационной аналитико-синтетической активности. Ориентационная аналитико-синтетическая деятельность предполагает работу с точками и знаками отсчета, воспринимаемыми через органы чувств. Следует отметить, что в «ориентационный анализ» входит определенная основа пространственного ментального восприятия и картографирования лицами с нарушениями зрения [29, 94-95, 130, 193].

Пространственное ментальное восприятие у людей с нарушением зрения очень специфично. Процесс создания ментальных карт в голове у людей с нарушением зрения происходит с использованием более низких компенсаторных механизмов. Движение в пространстве включает в себе измерение внешней среды, которая окружает человека [92-93, 174, 232, 265]. Процесс разработки ментальной карты в голове человека предполагает взаимодействие внутреннего и внешнего измерения, и эти пространства и системы отсчета могут пересекаться [40-41, 63-64, 224].

Процесс ментального картографирования окружающей действительности охватывает пространство восприятия и действия. Пространство восприятия — это субъективная ментальная модель окружающей среды. В такой среде каждый человек выбирает различные ключевые моменты (интерес к различным вещам и ситуациям, разные эмоции, опыт, воспоминания). Область действий определяется представлениями, имеющимися в настоящее время у человека. Практика пространственной ориентации и мобильности также включает определенные пространственные стереотипы, что означает, что в большинстве случаев человек имеет тенденцию использовать обычные привычные места.

Процесс разработки ментальной карты основан на информации из внешней среды, воспринимаемой человеком через органы чувств. Эта информация передается в мозг для обработки и развития пространственных представлений. Процесс пространственного ментального отображения определяется следующими четырьмя основными этапами:

1. Получение информации через органы чувств (компенсаторные функции и/или остаточное зрение).
2. Отбор и сознательная обработка (использование высших компенсаторных функций).
3. Хранение в виде пространственного представления.
4. Пространственная ориентация и мобильность человека с использованием пространственного ментального отображения.

Результат процесса ментального картографирования в контексте пространственной ориентации и мобильности у человека с нарушением зрения — это ментальная карта. Форма ментальной карты человека зависит от уровня развития низших и высших компенсаторных функций. С точки зрения высших компенсаторных функций, решающим аспектом является уровень памяти, внимание и воображение [52, 71, 92-93, 183, 265].

При разработке ментальных карт человек использует два основных типа стратегии: стратегию маршрута и стратегию карты. Стратегия маршрута основана на линейных пространственных объектах, в то время как стратегия карты охватывает территорию в целом. Люди с нарушением зрения склонны использовать первую

стратегию, хотя восприятие соответствующей пространственной информации через компенсаторные сенсорные каналы способствует ментальному картографированию пространства, которое может улучшить показатели пространственной ориентации.

Проблема ментального картографирования соотносится со следующими тремя направлениями: развитие мультисенсорной виртуальной среды (через которую люди с нарушением зрения могут ознакомиться с пространством); систематическое исследование, направленное на комплексное развитие способностей у человека с нарушением зрения с использованием виртуальной среды; исследование преимуществ картографирования для слепых людей в отношении развития их осязания. Тактильная виртуальная среда позволяет человеку активно учиться развивать ментальное пространственное картографирование через компенсаторные сенсорные каналы (компенсаторные функции). Истинное пространство, в котором человек живет, моделируется с помощью мультисенсорной виртуальной среды [79, 100, 174, 232].

В контексте пространственной ориентации человек с нарушением зрения должен быть способен к немедленной концентрации внимания, оценке и контролю реальной пространственной ситуации. Люди, естественно, используют ментальные карты, однако процесс их разработки и применения можно усовершенствовать. Очень важным является тренировка компенсаторных функций, а также способности к концентрации и использованию всей доступной информации как из внутренней, так и из внешней среды. Различные упражнения могут служить стимуляцией высших компенсаторных функций, что в свою очередь может быть использовано для поддержки низших компенсаторных функций в практических ситуациях. Внимание человека есть состояние активации тела, которое позволяет сознательные адаптивные реакции. Следует добавить, что тренировка внимания у человека с нарушением зрения требует внешних, а также внутренних раздражителей [34, 76, 111, 181, 228].

Нарушение или отсутствие зрения влияет на воображение, которое состоит из текущего зрительного восприятия и предыдущего опыта человека. Зрительное восприятие человека с

нарушением зрения резко отличается от восприятия нормально видящих. Воображение улучшается на протяжении всей повседневной жизнедеятельности, выполняемой человеком с нарушением зрения, в соответствии с компенсаторными функциями, благодаря непосредственному опыту. Эффективное использование воображения напрямую связано с ментальными картами, которые формируются в голове человека [71, 133, 265]. Так, человек, ослепший в течение жизни, изучая шрифт Брайля, может представить, например, как пальцы скользят по бумаге. Аналогично, такая визуализация может применяться при работе с тифлографическими материалами, включая чтение тактильных и тифлографических карт и планов [10, 45-49, 60].

Тифлографическое обучение, то есть работа с тифлографическими пособиями и материалами, способствует развитию воображения [27, 38, 56]. То же самое относится и к моделируемой виртуальной среде, сочетающей в себе собственную индивидуальную деятельность и информационно-коммуникационное пространство.

Что касается памяти, стоит вспомнить вышеупомянутый процесс разработки ментальной карты пространства у человека с нарушением зрения относительно механизмов памяти. Процесс выполняется следующим образом: получение информации через низшие компенсаторные функции или оставшееся зрение → применение высших компенсаторных функций при отборе и обработке данных → хранение пространственного представления → пространственная ориентация и мобильность с использованием отображения ментального пространства [92-93, 183, 232, 265]. Процесс использования информации и разработка ментальной карты специфичны для человека с нарушением зрения, однако он не освобожден от общих биологических и психологических принципов. Подходы для развития ментального картографирования имеют тесную связь с «тренировкой памяти и обучением когнитивным функциям», которые могут быть использованы профессиональными тифлопедагогами в обучении слепых и слабовидящих [38, 56, 60]. Таким образом, тренировка памяти и когнитивных функций – неотъемлемая часть повседневной жизни.

Целенаправленное обучение пространственному ментальному картографированию людей с нарушением зрения имеет как теоретические, так и практические обоснования. В то же время, этот вопрос связан с нейробиологическим, а также специальным аспектом образования в области тифлопедагогики. Обучение пространственной ориентации и мобильности лиц с нарушениями зрения требует всегда комплексного подхода и методологии.

ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ЗРЕНИЮ

Создание любой тактильной и тифлографической карты прежде всего ориентировано на пользователя, и на всех этапах составления карт тифлопедагоги и картографы консультируются с людьми с ограниченными возможностями по зрению. Вопрос в том, можно ли сделать идеальную тактильную карту, которая подходила бы пользователям с разными глазными болезнями и степенями нарушения зрения? Разные типы нарушения зрения заставляют использовать разные графические и тактильные переменные, и что подходит одной группе пользователей, может быть абсолютно не применимо для другой. Например, применение цвета на тифлографических картах для людей с частичной потерей зрения абсолютно не применимо для людей с нарушением цветового зрения и бесполезно при полной слепоте.

Представленная ниже классификация нарушений зрения (таблица 1) составлена по функциональным нарушениям зрительного анализатора [34], которые могут повлиять на процесс чтения картографических произведений или создания ментальных пространственных моделей. Логическое деление симптомов по уровням зрительного анализатора, более принятое в профессиональных кругах, не используется в контексте решаемой задачи.

Таблица 1. Виды картографических произведений для пользователей с различными видами ОВЗ

Тип ограничения	Вид картографических произведений
Полная слепота: - врожденная или приобретенная до 3-х лет - приобретенная после 3-х лет	Тактильные и/или звуковые карты
Серьезные нарушения поля и остроты зрения	Мультисенсорные карты, использующие звуковую, тактильную и адаптированную визуальную составляющую

<p>Гностические зрительные расстройства – агнозия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Предметная - Симультанная - Буквенная - Лицевая - Оптико-пространственная 	<p>Создание картографического произведения, адаптированного под конкретную форму агнозии, или использование мультисенсорных карт</p>
<p>Нарушение цветового зрения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Протанопия - Дейтеранопия - Тританопия - Аномалии по всем цветам 	<p>Отказ от цвета как графической переменной или использование цветов, адаптированных под конкретную форму дальтонизма</p>
<p>Монокулярное зрение</p>	<p>Обычные картографические произведения, за исключением использующих стереоэффект</p>

1) *Полное отсутствие зрения.*

В эту категорию в связи с поставленной задачей целесообразно отнести как полную (тотальную) слепоту, так и наличие ощущения световосприятия.

Можно выделить две категории людей с полной слепотой, для которых могут достигаться разные результаты при чтении тактильных карт. Обе категории не используют визуальную сенсорную систему, заменяя ее кинестетической и аудиальной.

1.1 Врожденное

В эту группу входят люди, родившиеся слепыми (слепорожденные) или ставшие ими в возрасте до трех лет (раннеослепшие).

1.2 Приобретенное

Люди, ставшие слепыми после трех лет (позднеослепшие).

Три года – это возраст, в котором, как считается, уже сформировано нормальное восприятие пространства, получены начальные знания о мире, изучены многие понятия и термины, которые могут быть закодированы в условных знаках карты.

2) *Серьезное нарушение остроты или поля зрения.*

В эту группу входят люди, не утратившие зрение полностью, но обладающие недостаточными возможностями для использования обычных карт.

3) *Нарушение цветового зрения.*

Диапазон видимого цвета заключен в промежутке длин волн от 400 нм до 700 нм. В зависимости от конкретных длин волн, воздействующих на сетчатку глаза, возникают ощущения света разных цветов.

Существует много теорий, описывающих механизм формирования этого ощущения, однако наиболее популярна модель трехкомпонентного цветовосприятия Г. Гельмгольца, которая легла в основу цветовой модели RGB.

Согласно этой теории, цветовое восприятие обеспечивается тремя типами сенсоров (колбочек) с различной чувствительностью. Одни из них чувствительны к красному цвету, другие – к зеленому, а третьи – к синему. Всякий цвет оказывает воздействие на все три цветоощущающих элемента, но в разной степени.

Дальтонизм – аномалия восприятия цветов, при котором затруднено или полностью нарушено различение цветов. Если использовать для объяснения аномалии дальтонизма трехкомпонентную модель, то можно сказать, что нарушение цветовосприятия зависит от степени работы цветоочувствительных колбочек.

Существует несколько видов частичного дальтонизма, в зависимости от комбинаций работающих колбочек:

3.1 Протанопия – нарушение работы колбочек, воспринимающих красный цвет.

3.2 Дейтеранопия – нарушение восприятия зеленого цвета.

3.3 Тританопия – нарушение работы колбочек, воспринимающих синий (фиолетовый) цвет.

3.4 Аномалии по всем цветам.

Дальтонизмом различных видов страдают, по разным оценкам, 2-10% мужчин и незначительное (около 0,4%) количество женщин.

Нарушения цветового восприятия могут иметь как локальный характер, затрагивая один глаз (гемиахроматопсия), так и распространяться на все поле зрения и оба глаза (ахроматопсия).

4) *Гностические зрительные расстройства (нарушения узнавания визуальных образов).*

При расстройстве узнавания визуальных образов говорят о визуальной агнозии. Следует отметить, что элементарные зрительные функции – острота, поле зрения, цветовосприятие – могут находиться в пределах нормы. Проблема в том, как мозг распоряжается предоставленной ему органами чувств информацией. Проще говоря, больной видит, но не может понять, что он видит.

Выделяют шесть основных форм нарушений зрительного анализатора:

4.1 *Предметная агнозия* – правильная интерпретация отдельных элементов объекта (или его изображения), но неспособность воспринять его целиком. При предметной агнозии больной может воспринимать линии, точки и геометрические формы, из которых состоит объект, но не может сформировать его целостный образ.

4.2 *Симультанная агнозия* — нарушение, при котором больной может воспринимать только отдельные фрагменты изображения (хотя в пределах этого фрагмента сохраняется целостность образа), причем этот дефект наблюдается и при сохранности полей зрения. Пример – больной замечает только объекты, расположенные справа от него, и игнорирует объекты, расположенные слева.

4.3 *Лицевая агнозия* – вид предметной агнозии, неспособность узнавания лиц и их изображений.

4.4 *Оптико-пространственная агнозия* – плохая ориентация в пространстве и пространственных признаках изображения. Кроме того, сюда же относят искажения по основным пространственным направлениям (вертикали, горизонтالي, сагиттали). Возможны нарушения в определении локализации объектов в пространстве и расстояний. Нарушение зрительно-пространственной ориентации заключается в потере ориентации при рассматривании карт и других материалов, а также во время чтения (пропуск строк, слов).

4.5 *Буквенная агнозия* – невозможность читать буквы, даже при их правильном копировании.

4.6 *Цветовая агнозия* (не путать с дальтонизмом) – различение цвета, но неспособность определить, какие предметы окрашены в этот цвет.

Агнозии часто находят у людей, родившихся слепыми, но вернувшими зрение. Причина подобных аномалий сложна, но метафорически ее можно описать с помощью процесса дешифрирования снимков. В рамках этой метафоры изображение, воспринимаемое больным – это снимок, дешифрирование которого происходит с помощью эталонов образов, большая часть которых незаметно накапливаются в детстве. Разумеется, будучи слепым, производить накопление эталонов (визуальных образов) невозможно, поэтому бывший слепой не может классифицировать изображение, произвести узнавание образа. Оно для него представляет смесь красок и форм, несущих минимум информации.

5) *Монокулярное зрение.*

Бинокулярное зрение позволяет использовать для визуального восприятия оба глаза. Если второй глаз использовать по какой-либо причине нельзя, зрение называется монокулярным. Бинокулярное зрение позволяет гораздо точнее определять расстояния, формы и размеры. Восприятие стереоэффекта возможно только в случае использования бинокулярного зрения.

Следует отметить, что очень часто у незрячих наблюдается сразу несколько типов нарушений. Типичной является ситуация, когда у слабовидящего снижена острота и ограничено поле зрения, наблюдаются аномалии в восприятии цветов [34].

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

Беспрецедентный рост картографической продукции, особенно цифровой, и доступность различных видов карт стала реальностью последние десятилетия. Миллионы людей ежедневно используют веб-картографические сервисы, такие как GoogleMaps и Яндекс. Доступны бесплатные онлайн-картографические сервисы, включая открытые данные, которые позволяют самостоятельно составлять карты и публиковать их. Несмотря на это, классические методы проектирования и составления карт, которые изложены в различных монографиях, учебных пособиях и руководствах, все меньше используются при создании и производстве карт.

Картография является одной из старейших дисциплин, которая в течение своей долгой истории решала множество научно-методических и производственных вопросов, включая разработку, производство и использование карт. Один из принципов картографии заключается в том, что карта кардинально отличается от простой графики, включая в себя огромный объем информации. Человеческий мозг обрабатывает картографическую информацию иначе, чем другую графическую информацию. Поэтому совершенно неверно предположение, что к карте можно применить те же принципы проектирования, что и к графике. Пользователь карты часто должен интерпретировать качественные и количественные данные, представленные на карте, а также условные обозначения, которые фактически представляют эти данные. Это звучит относительно просто, но «чтение» карты – сложная задача, требующая от пользователя интерпретации значения условных знаков, а затем понимания пространственного распределения этих знаков.

Задача любого картографа – изучить пространственное распределение картографируемого явления и обработать имеющиеся данные, а затем выбрать наиболее подходящий способ изображения и набор условных обозначений. Множество учебников были написаны, чтобы можно было не ошибиться в процессе выбора соответствующего способа изображения при составлении карты. Оформление карты влияет на то, насколько хорошо она будет

интерпретироваться пользователем. Наряду с учебниками, опубликованы тысячи научных статей, в которых описывается модель коммуникации между создателями и пользователями карт.

Любой картограф понимает, что карта сама по себе является не реальностью, а всего лишь моделью. Коммуникативная концепция в картографии предназначена для того, чтобы помочь картографам понять важность картографического процесса, важность их решений и то, как эти решения повлияют на получение знаний конечным пользователем.

В тактильной картографии коммуникативная концепция играет самую главную роль, так как в центре внимания всегда находится пользователь – незрячий и слабовидящий человек [97, 231, 237, 248]. Все подчинено потребностям и возможностям пользователя тактильной карты – объем информации, способы изображения (тактильные переменные) и условные обозначения, масштаб, охват и степень генерализации/обобщения.

История тактильной картографии насчитывает уже не десятки, а сотни лет, но по-прежнему остаются открытыми научно-методические вопросы и проблемы при создании тактильных карт. Во-первых, зачастую не применяются классические принципы и нормы картографии. Это хорошо заметно на примере навигационных крупномасштабных тактильных карт и планов, когда при использовании одних и тех же условных обозначений нарушается логика отображения объектов и явлений. Во-вторых, не используется геоинформационное программное обеспечение для производства тактильных карт [25]. Наличие и доступность данных, картографических основ, инструментов пространственного анализа и географических баз данных почти не задействовано при создании тактильных карт [90, 98-99, 149, 184, 228, 259], хотя это может существенно сократить время производства и обновления карт. Результатом является совершенно мизерная доступность тактильных карт.

Отсутствие тактильных карт во многих странах можно списать на время и затраты, связанные с созданием моделей, на недостаток информации о том, как делать карту или шаблон (матрицу) для массового производства карт, или на отсутствие техники или

материалов для создания таких карт. Причиной нехватки тактильных карт может быть также недостаток информации о методах создания карт, которые уже производят в одной части страны, но о которых не знают в другой. Кооперация производителей может снизить затраты на производство и увеличить доступность карт для большего количества пользователей [1, 25, 72, 119-120, 195].

В последние десятилетия произошел большой технологический скачок в направлении создания и тиражирования тактильных и тифлографических карт. К таким традиционным методам создания рельефно-графических карт, как термоформование пластика на гравированной поверхности и печать на специализированной бумаге, добавились новые способы – быстро затвердевающие лаки, устройства по тиснению бумаги и 3D-принтеры. Однако на процесс составления рельефно-графических карт сильно влияет технология издания. От нее зависит тактильная различимость и четкость прорисовки условных знаков. Технология также оказывает воздействие на выбор тактильных переменных, которыми можно оперировать при составлении карты. Некоторые технологии не позволяют накладывать на карту цвет. Кроме того, от выбранной технологии зависит процент брака и итоговая цена конечного произведения. Фактически, создателям тактильных и тифлографических карт приходится учитывать три фактора – метод производства, материал и формат издания. Эти технологические моменты впоследствии определяют масштаб карт, влияют на способы изображения и уровень генерализации [67, 144, 195, 207].

На данный момент в мире существует 6 способов изготовления тактильных карт для незрячих:

1. Тактильные карты на рельефообразующей бумаге, полученные методом термоформования.
2. Тиснение.
3. Аппликация (коллаж).
4. Термоформование на пластиковых пленках на основе матриц, изготавливаемых из гипса, дерева и прочих материалов.
5. Тактильные лаки.
6. 3D-принтеры.

Каждая вышеперечисленная технология создания тактильных и тифлографических карт имеет свои достоинства и недостатки. Некоторые напрямую зависят от трудоемкости создания матрицы – заготовки, которая будет на последующих этапах тиражироваться. Не меньше на качество конечного продукта влияют и материалы изготовления, которые иногда имеют ограничения по формату или, как в случае с капсульной бумагой, проблемы с износостойкостью. Тактильные быстро затвердевающие лаки отличаются сильным запахом, сохраняющимся на протяжении всего времени существования произведения, что ограничивает использование этой технологии в некоторых странах. Передовые технологии 3D-печати еще недостаточно адаптированы на данную аудиторию, что требует отдельных методических проработок, кроме того, они не всегда финансово доступны для быстрого и массового производства.

Почти во всех странах, где создают тактильные карты, эти производства приурочены к реабилитационным центрам, специализированным школам или национальным ассоциациям слепых и слабовидящих [1, 25]. Это зачастую вызвано производственной необходимостью, так как на многих этапах создания тактильных карт необходимо их тестирование на пользователях. С другой стороны, тиражи тактильных карт напрямую связаны с количеством слепых и слабовидящих, поэтому локализация производств и потребителей решает сразу две задачи.

Доступность тактильных карт обусловлена сочетанием факторов, которые включают производственные расходы (себестоимость расходных материалов), производственные трудности (многоступенчатость технологии производства), низкую покупательную способность (крупные картографические производства не ориентируются на эту группу пользователей) и слишком небольшое количество людей, которые имеют технологическую линейку для производства и опыт создания тактильных карт. Одним из вариантов решения вышеперечисленных проблем является малотиражное производство в специализированных компаниях по производству тактильных карт. Часто эти карты имеют высокую цену и могут иметь большой срок производства, что, конечно же, сказывается на покупательной

способности и их востребованности. Другим методом является создание тактильной карты самостоятельно подручными способами (например, коллаж, тиснение или микрокапсульная бумага). Эти производственные процессы являются трудоемкими и приводят к созданию карт одного типа, которые не подходят для многократного использования в таких задачах, как навигация и мобильность. Производство тактильных карт может быть трудным процессом, главным образом потому, что почти каждый этап процесса сложен как методологически, так и технологически.

Существует множество методов и технологий для производства тактильной графики. Ни одна технология не может воспроизводить все типы материалов. Поэтому важно знать с различные технологии изготовления.

Метод аппликации или коллажа

Коллаж создается путем приклеивания различных материалов к подложке. Подложкой коллажа может быть лист плотной бумаги, картон, тонкий деревянный лист. Особенно важно при выборе подложки подобрать материал, который не деформируется и не сильно гнется. Создание тактильного изображения выполняется послойно и с использованием разнообразных материалов. Иногда даже используют наждачную бумагу, текстурированную ткань, проволоку, кусочки картона и пластика, полимерную глину и фольгу для тиснения. Есть даже примеры использования тифлопедагогами различных видов макаронных изделий и других пищевых продуктов для создания эффектов различных текстур. Очень важно при выборе материалов не забывать и про выбор специального клея для изготовления коллажа, потому что иногда материал будет нагреваться для фиксации элементов.

Тиснение

Этот способ создания тактильной графики использовался много десятков, если не сотен лет. Все элементы изображения или карты (точки, линии, полигоны, текст, фигуры и рисунки) «выбиваются» или выдавливаются в материале специальными устройствами. Существуют даже специальные комплекты по

аналогии с готовальной, предназначенные для тиснения материалов. Конечно, требуются определенные навыки и практика, чтобы владеть методом тиснения и хорошо разбираться в его ограничениях.

Существует много различных технологий тиснения, различающихся по способам и используемым материалам. Чаще всего изображение «выбивается» с помощью множества мелких точек (иголок) различной высоты (обычно 1-2 градации). Для печати используются различные материалы, включая обычную плотную бумагу или фольгу, а результат зависит от плотности материала. Преимущество данной технологии – возможность совмещения тактильной и визуальной печати. Тактильная составляющая уступает по качеству изображениям, полученным способом термоформования или на микрокапсульной бумаге, так как текстуры сложнее различить между собой.



Рис. 2. Принтер для тиснения графики Emprint SpotDot.

Некоторые специализированные принтеры для тиснения шрифта Брайля могут создавать тактильную графику. Наиболее известным из них является линейка принтеров производства ViewPlus Technologies. Эти тиснители способны создавать точки различной высоты и расстояния. В результате изображения могут иметь различные тактильные переменные и цветовое оформление. ViewPlus также предлагает специализированное программное

обеспечение, которое позволяет переводить текстовые метки на шрифт Брайля.

Микрокапсульная бумага

В последние десятилетия микрокапсульная бумага стала популярным средством для создания тактильной графики, которое позволяет достаточно быстро и легко создавать тактильные произведения. Микрокапсульная бумага – это общее название различных бумажных и тканевых изделий, обработанных покрытием из микрокапсул, каждая из которых заполнена спиртом. Чернила на основе углерода используются для печати изображения на одной стороне бумаги. При воздействии инфракрасного света микрокапсулы, которые были окрашены, поглощают свет, нагреваются и расширяются за счет испарения спирта внутри них.



Рис. 3. Устройство PIAF для нагревания микрокапсульной бумаги.

Действие устройства представляет собой мелкомасштабную версию процесса термического расширения (рис. 3). В результате получается тактильное изображение. Печать на микрокапсульной бумаге возможна даже на стационарном принтере, чернила которого содержат углерод. Также можно скопировать изображение на микрокапсульную бумагу с помощью ксерокса или копира. Необходимо особо внимательно относиться к температуре печати, так как при массовой печати в принтерах и копировальных

аппаратах достаточно высоко поднимается температура элементов устройств, что очень сильно влияет на микрокапсульную бумагу и может привести к ее повреждению. При использовании микрокапсульной бумаги необходимо следовать конкретным инструкциям поставщика и рекомендациям по оборудованию.

Термоформование

Термоформование используется в основном для копирования коллажей и «рельефных» матриц (шаблонов). Исторически сложилось так, что термоформование использовалось как способ копирования материалов тактильной графики. Процесс обманчиво прост, так как достаточно оперативно можно создавать большое количество экземпляров, но много времени уходит на создание матрицы. Матрица помещается в установку (рис. 4), а сверху часто кладут лист пластика. Рамка прижимает края пластмассы к матрице и в установке начинает повышаться температура, пока пластик не расплавится и не произойдет обтекание матриц. Примерно через десять секунд вакуумный насос удаляет воздух между пластиком и матрицей. В результате получается копия. Матрица должна быть прочной, потому что высокие температуры и давление могут привести к ее деформации.



Рис. 4. Портативное устройство для термоформования.

Температура в термоформовочной машине может варьироваться от 120 до 170 градусов по Цельсию. Можно также использовать другие типы пластмассы, например, поливинилхлорид (PVC). Желательно использовать термоформовочные машины в хорошо проветриваемом помещении, так как температура и испарения пластмассы могут быть опасны для здоровья.

Фрезерно-гравировальные технологии

Фрезерно-гравировальная обработка с числовым управлением (ЧПУ) – это процесс производства матриц или шаблонов, из которых могут быть созданы большие тиражи тактильной графики с помощью термоформования. Основным оборудованием в данной технологии являются фрезерные станки с различными граверами (рис. 5). В качестве программного обеспечения используются графические редакторы для создания изображения, по которому затем происходит резка или литье. На этих станках происходит обработка материала (легкого металла, пластика, дерева) путем поэтапного вырезания элементов.



Рис. 5. Гравировально-фрезерный станок.

Полученное рельефное изображение в свою очередь используется в качестве матрицы (шаблона) в термоформовочной машине. Основным недостатком данной технологии является трудозатратность при создании изображения в цифровом виде и продолжительное время производства. Фактически, создание одной матрицы (шаблона) может занять несколько месяцев, а то и лет. Данная технология производства подразумевает большую линейку оборудования, которое может располагаться в специализированных цехах, что исключает создание тактильной графики в домашних условиях. Большая технологическая линейка также заставляет использовать данный метод только при изготовлении больших тиражей тактильной графики.

Быстрозатвердевающие материалы

Новейшая технология линейки принтеров Roland DG LEC использует эпоксидные чернила и ультрафиолетовый свет. Чернила наносятся по технологии, аналогичной той, которая используется на струйных принтерах. Для создания тактильного изображения послойно наносятся чернила по определенной макету, а каждый слой нанесения обрабатывается ультрафиолетовым светом. Принтеры LEC могут производить качественный шрифт Брайля, а также рельефные линии различных форм и текстур. Конечным результатом является то, что эта технология может производить продукцию, используемую как слепыми, так и зрячими.

В коммерческих целях принтеры LEC широко используются для нанесения тактильных знаков и изображений на упаковки (фарминдустрия). Преимуществом данной технологии, конечно же, является оперативность и себестоимость изготовления тактильной графики. Недостатком принтеров LEC является высокая стоимость затрат. В результате, это оборудование может быть использовано только на больших производствах.

Технология 3D-печати

3D-печать основана на разработке метода под названием стереолитография, изобретенного в 1983 году. 3D-принтер использует процесс аддитивного производства, который создает 3D-

объект из цифровых моделей путем добавления последовательных слоев материала в заданных формах. Этот процесс отличается от технологий обработки материалов, в которой объекты формируются из «удаления» материала с помощью фрезерно-гравировальных работ.

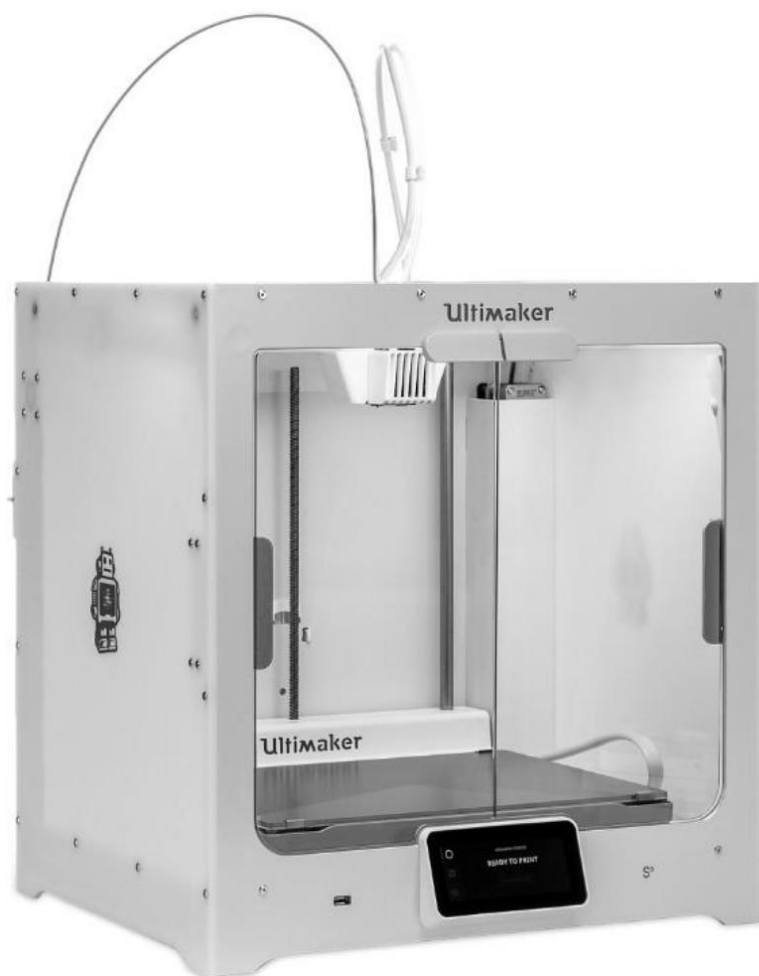


Рис. 6. 3D-принтер.

Хотя 3D-принтеры существуют уже не первое десятилетие, только в последнее время такие устройства стали более распространенными в коммерческом отношении (рис. 6). Сегодня принтеры доступны и используются для широкого спектра задач, включая производство деталей самолетов, медицинских инструментов и прочих изделий. Технология 3D-печати нашла свое применение в искусстве, строительстве, промышленном дизайне, биотехнологиях, военных и медицинских технологиях, пищевой,

аэрокосмической и многих других областях промышленности. В последнее время 3D-печать используется в образовании, чтобы изготавливать наглядные пособия. 3D-печать для людей с ограниченными возможностями по зрению используется относительно недавно. Главное препятствие для использования этой технологии при создании тактильной графики и объектов местности – получение и адаптация цифровых моделей, которые изготавливаются на 3D-принтерах. На данный момент существуют огромные библиотеки цифровых моделей для 3D-принтеров, но ни одна из них не адаптирована для незрячих. Фактически, все существующие модели перегружены мелкодетальной информацией, которая избыточна и не нужна для незрячих.

Другой вариант использования этой технологии для создания тактильной графики и объектов местности – создание собственных упрощенных моделей, которые легко могут быть использованы слепыми и слабовидящими. Для этого необходимо для 3D-печати создать стереолитографический файл, или STL-файл, состоящий из горизонтальных срезов печатаемого объекта снизу вверх. Существует несколько методов, которые можно использовать для создания STL-файла для 3D-печати. Наиболее распространенным подходом является создание 3D-объекта в специализированном программном продукте для трехмерного моделирования или проектирования. Полученный файл STL может быть легко напечатан на любой модели 3D-принтера [130, 184].

ТИПЫ КАРТ

Существует несколько типов тактильных карт – используемые в обучении географии, для ориентирования и мобильности. Карты мобильности (навигационные карты) доминируют по количеству и востребованности, потому что слепым и людям с нарушением зрения необходимо знать окружающую среду, в которой они находятся, чтобы самостоятельно передвигаться [200, 234].

Карты мобильности (навигационные) содержат данные о расположении объектов местности или планы помещений и показывают связь различных элементов друг с другом. Их часто называют картами безопасного передвижения, потому что они предоставляют достаточно информации для независимого передвижения людей с нарушением зрения [23, 104, 106, 116, 126, 147, 152, 156-157, 212, 216, 225]. Карты улиц включают информацию о зданиях, улицах, опасностях, препятствиях и заметных объектах; карты помещений включают информацию о входах в здания, лестницах, лифтах, расположениях и номерах помещений, коридорах, туалетах и телефонах. С точки зрения классической картографии это в основном крупномасштабные карты, планы и мнемосхемы.

Топологически данные карты показывают маршрут для незрячих, включая все внешние детали. Представленная информация предназначена только для людей с нарушением зрения, так как оно носит сильно детализированный характер, и избыточна для обычного пользователя. Для некоторых элементов этих карт масштаб и расстояния могут отличаться от фактических для упрощения и повышения читаемости тактильных переменных.

Карты ориентирования также относятся к группе навигационных карт и предлагают общий обзор местности. Они содержат меньше детальной информации, чем карты мобильности, но охватывают большую площадь [8, 20, 32-32 79, 94-95, 100, 138, 147, 193, 225, 268].

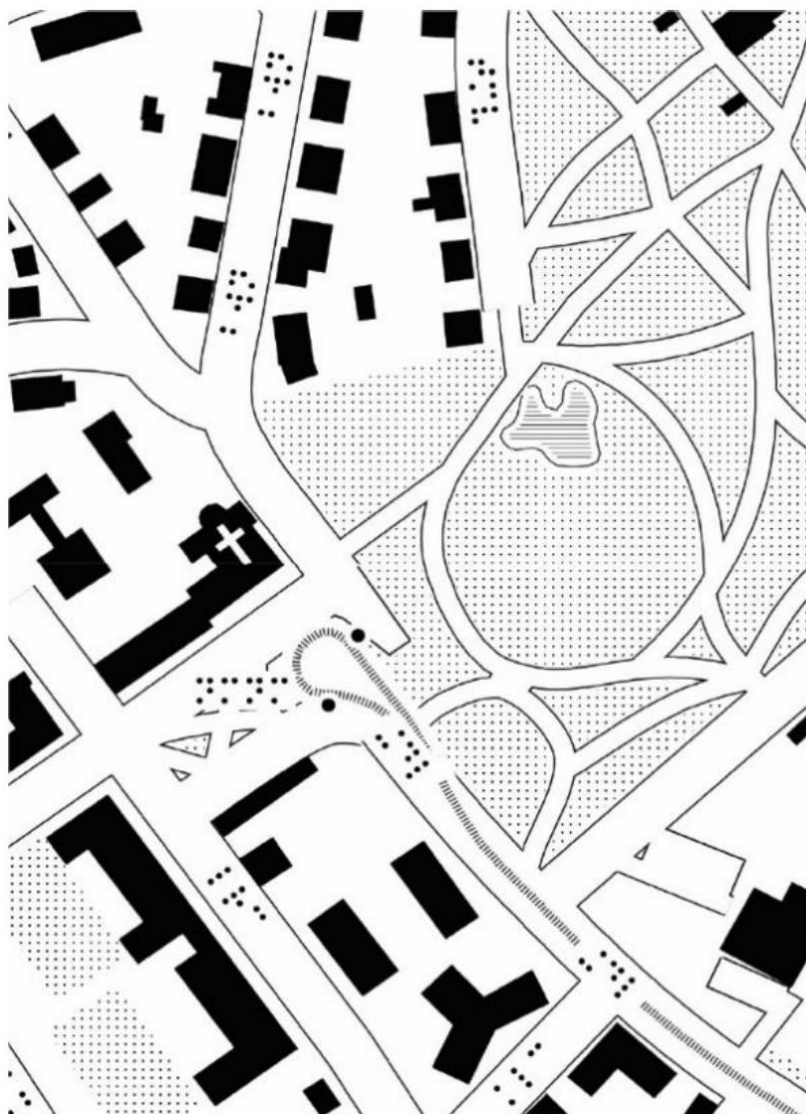


Рис. 7. Пример тактильной карты города.

Их назначение такое же, как и у карт мобильности – предоставить информацию человеку для свободного перемещения и показать связь различных участков местности и элементов друг с другом (рис. 7). Карта ориентирования может содержать данные о транспортных сетях, сети улиц, торговых центрах, рекреационных зонах и компонентах природной среды, таких как леса и парки. Они также в основном представлены крупномасштабными картами, которые имеют пространственный охват на уровне улицы, района и части города (рис. 8).

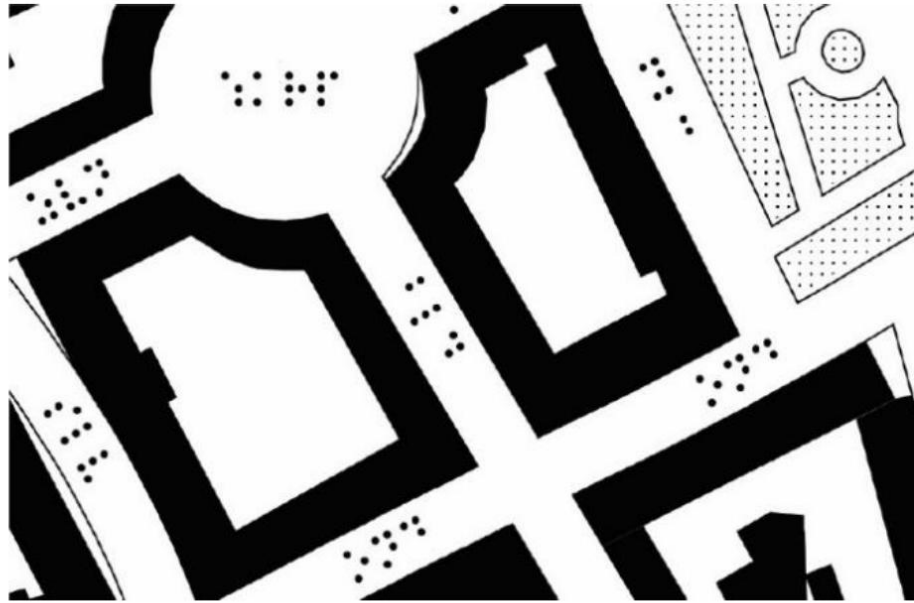


Рис. 8. Фрагмент тактильной карты улиц города.

По содержанию карты бывают двух типов: тематические и общегеографические. В общегеографические карты входит большое количество географических карт – от карт региона до карт мира [119, 191, 202, 228, 271, 276]. Общегеографические карты дают описание физико-географических характеристик страны или местности – рек, озер, каналов, гор, вулканов, возвышенностей и т.д. Политические карты содержат данные о городах, дорогах, административных границах и т.п. При создании серии карт на какую-либо местность пространственный охват и масштаб политической и общегеографической карты отдельной страны или местности должен быть одним и тем же. Тематические карты (рис. 9) представляют качественную или количественную тематическую информацию о населении, промышленности, природных условиях и т.д. Это обычно средне и мелкомасштабные карты в зависимости от объема представленной информации.

На карте информация может быть представлена различными способами изображения в зависимости от типов нарушения зрения читателей. У людей, слепых от рождения, у людей с нарушением зрения, диабетом и, как следствие, меньшей чувствительностью пальцев, или у людей, не владеющих шрифтом Брайля: у всех у них различные требования к чтению карт.

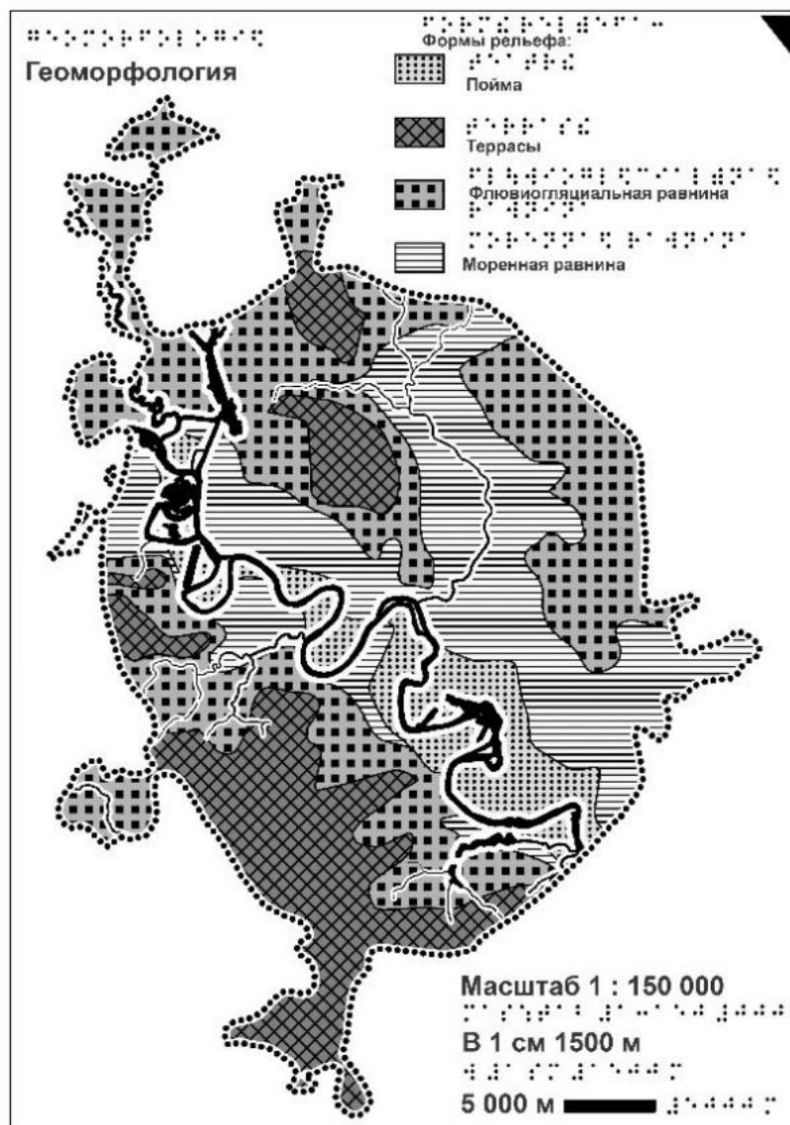


Рис. 9. Тематическая тактильная карта. Геоморфология г. Москвы.

Работа с картой также зависит от уровня общих знаний пользователя, навыков работы с тактильными картами, так как у каждого человека свои потребности в информации и требования к ее представлению. Первым шагом в эффективном чтении любого типа тактильной карты является надлежащее ориентирование по карте. Название, легенда, масштаб, элемент пространственного ориентирования (румб или стрелка на север) или даже направление тактильных букв – все может служить ключами к надлежащему ориентированию по карте.

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТ

Картография на международном уровне уделяет значительное внимание обеспечению слабовидящих картографическим материалом [1, 25, 97, 231, 248]. Новые технологии внесли большие изменения и улучшения в производство и использование тактильных и тифлографических карт. Однако для их эффективного использования карты должны оцениваться и тестироваться пользователем. Для слепых и слабовидящих пользователей картографический канал передачи информации требует принятия новых подходов. Многие проблемы, с которыми сталкивается эта группа в процессе общения и повседневной жизни, не соответствуют тем, которые определены для зрячего пользователя.

Многочисленные теоретические исследования, связанные с практическим опытом в области тактильной и тифлокартографии, привели к созданию новой модели производства и использования тактильных карт [74-75, 109, 122, 134, 140, 169, 201, 214]. Предлагаемая модель подчеркивает роль пользователя тактильной картой, так как обратная связь с ним должна учитываться на всех этапах картографического процесса. Оценка тактильных карт со стороны слабовидящих пользователей является предварительным условием для анализа содержания и оформления карт, как основа для дальнейшего изготовления и тиражирования. Пользователь карты должен участвовать во всем процессе целиком (рис. 10), без деления его на два этапа, как это делалось в прошлом. Составитель карты и пользователь играют равноправные роли, хотя и различаются по своим подходам в видении пространства. Следует отметить, что некоторые факторы, такие как мотивация и навыки или естественные способности одинаковы для обеих сторон. Другие специфичны для каждой стороны, например, теоретические и технические знания для составителя карт, психологическое состояние и сенсорные нарушения для пользователя.

В коммуникативной картографической концепции, составитель карт всегда рассматривался отдельно, вне зависимости от пользователя карты. Аналогичным образом, создание карты состояло из этапа разработки карты, за которым следовал этап

использования карт с оценкой в конце всего процесса. Возможно, причиной этого было отсутствие прикладных исследований на тот момент, когда в теоретической картографии развивалась коммуникативная концепция [97, 231, 237, 248].

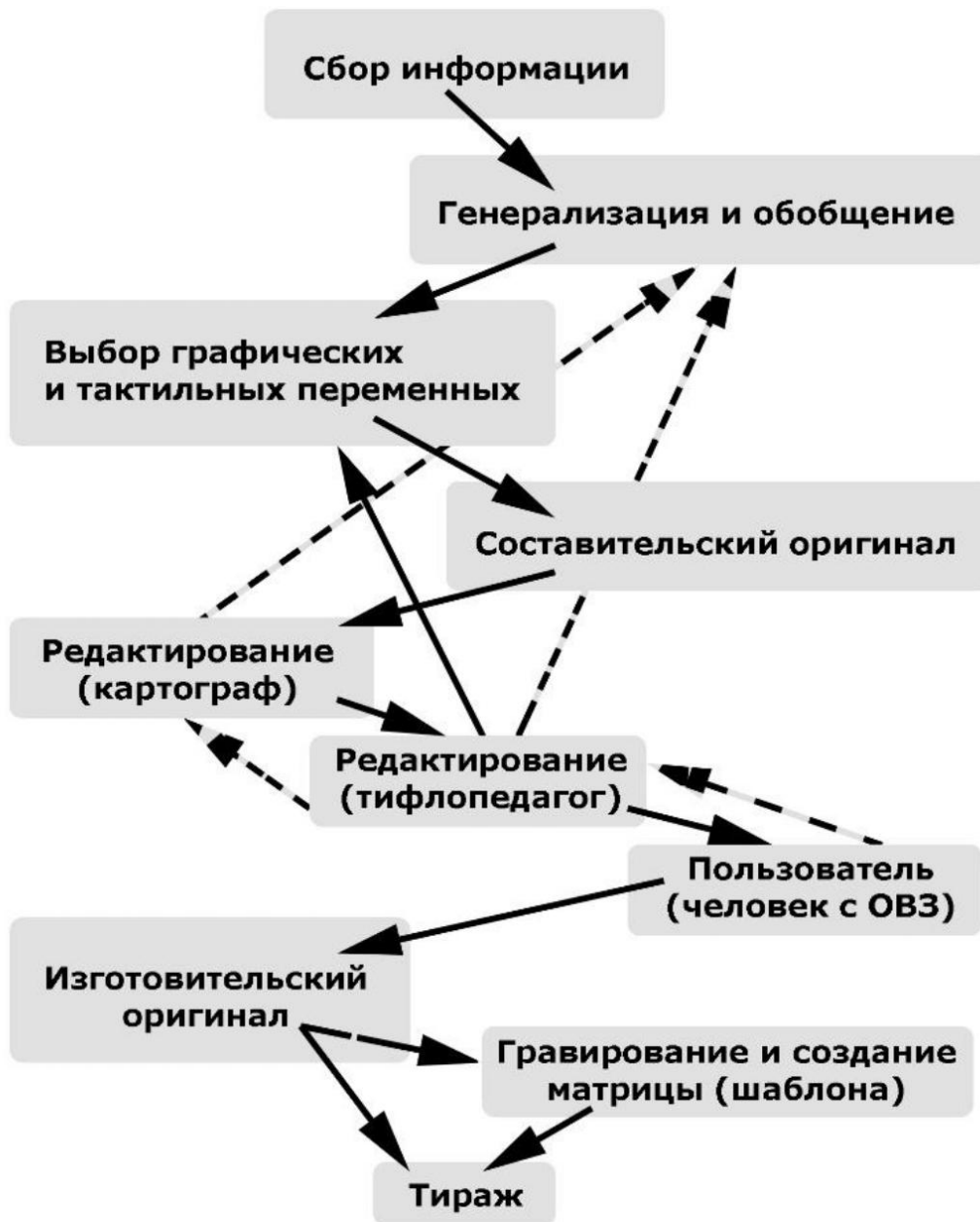


Рис. 10. Этапы создания тактильной карты

Тактильная карта может быть создана разными способами в зависимости от типов нарушения зрения пользователей. Люди,

слепые от рождения, или люди с нарушением зрения, диабетом и, как следствие, меньшей чувствительностью пальцев, или люди, не читающие по системе Брайля: имеют различные требования к чтению карт [76, 111, 113, 134, 181]. Доступность и читаемость карт зависит от интеллектуальных способностей пользователя, опыта знакомства с тактильными картами и средствами, с помощью которых они были созданы.

Мировое картографическое сообщество предпринимало попытки стандартизации и разработкой инструкций по созданию тактильных карт, но до сих пор не пришли к согласию между картографами и тифлопедагогами [1, 2, 66, 74-75, 109, 122, 134, 140, 150, 160, 218-219]. Существующие методические пособия часто относятся к тактильной графике вообще, а не к картам. В связи с этим стоит задача адаптации разработок рельефно-графических пособий для целей тактильной и тифлокартографии [13, 44, 46, 48, 50, 66, 74-75, 109, 122, 201, 214]. Для правильного составления тактильной графики необходимо следовать ряду требований и стандартов, но ни в коем случае нельзя забывать географическую составляющую картографируемого объекта. По мнению некоторых тифлопедагогов, тактильные карты являются частным случаем рельефно-графических пособий (тактильной графики), и к ним применимы многие из этих требований к содержанию, оформлению, нанесению подписей. Однако, как уже говорилось ранее, с точки зрения картографии тактильные и тифлографические карты – это особое направление, использующее свой «язык» карты, который описывает пространство комбинацией особых норм и правил.

Производство тактильной карты состоит из определенных этапов, которые отличаются от таковых в традиционной картографии. Тактильная картография всегда применяет «упрощение» для передачи информации, а пользователь должен прикасаться к карте, чтобы прочесть ее [97, 231, 237, 248, 256], даже при использовании компьютерных технологий. Существуют и другие форматы коммуникации, которые могут помочь пользователю с ограничениями по зрению получить сообщение, например, звуки. Многие авторы внесли значительный вклад в развитие тактильной картографии, причем в ряде исследований

основное внимание уделялось оформлению карты и правильному использованию тактильных переменных.

У составителя тактильной карты и пользователя с ослабленным зрением есть особые потребности для того, чтобы правильно получить и воспринять информацию. Географическая информация и пространственные данные в том виде, в котором ими оперируют обычные пользователи, совершенно не подходят для слепых и слабовидящих. Избыток пространственной информации – одна из главных преград, которую следует избегать для создания хорошей тактильной карты. Слепым и слабовидящим нужна гораздо более высокая степень генерализации и обобщения [68, 87, 124, 144, 150, 151, 198, 207, 230].

Работа с тактильными и тифлографическими картами может быть разбита на ряд этапов, включающих: поиск и обнаружение объекта картографирования, распознавание и идентификацию элементов карты, обобщение и систематизацию географической информации для составления ментального образа пространства. Возможности обнаружения элементов карты зависят от чувствительности и разрешающей способности осязания у слепых, от чувствительности и разрешающей способности цветовосприятия, стереоскопической пластичности и других свойств зрительного анализатора у слабовидящих. Кроме того, работа с картой предполагает активизацию смыслового восприятия, формирование представлений и развитие мышления.

При картографическом воспроизведении пространственных свойств и отношений объектов местности можно выделить ряд компонентов, которыми должны овладеть пользователи тактильных и тифлографических карт. Основными из них являются изучение, измерение (метрика пространства) и построение ментальных образов местности.

Минимальное картографическое образование и навыки работы с картой актуальны как для составителей карт, так и для пользователей. Составители тактильных карт не всегда являются картографами и очень редко становятся ими. Зачастую составителями тактильных и тифлографических карт становятся учителя, работники реабилитационных центров, родители и

специалисты по работе с пространственными данными. К сожалению, все вышеперечисленные группы не являются географами и картографами, и им не хватает элементарных базовых картографических знаний и понимания основ тактильной графики для создания хорошей карты.

Основным принципом при составлении тактильной карты является оптимальное упрощение и генерализация визуального изображения настолько это возможно [120, 174, 238, 255, 270, 274, 275]. Существует достаточно много подходов к оформлению тактильных карт, так как зачастую ведущую роль в составлении карты играют тифлопедагоги [10, 16, 51, 53, 55] или картографы. Иногда элементарно не выдерживается расстояние между тактильными переменными, в результате чего пользователи не могут хорошо распознать условные обозначения.

Многие люди с ограничениями по зрению имеют небольшой опыт работы с тактильными картами и могут не знать, какого типа карты им нужны, насколько много информации и тактильных переменных на ней должно быть. Только совместная работа картографа, тифлопедагога и пользователя по составлению карты может дать должный результат, так как необходимо выбрать не только варианты условных обозначений, но и правильно подобрать масштаб, тактильные переменные, провести генерализацию и оформление карты.

Масштаб карты, сложность картографируемой информации и используемая технология производства определяют расстояние между тактильными переменными, так как у всех технологий свои ограничения по распознаванию и читаемости. Многие исследователи отмечают, что 3 мм – это минимальное расстояние между условными обозначениями на тактильной карте, которое обеспечивает читаемость тактильной карты. Если условные знаки не разделенные буфером в 3 мм, они вряд ли будут различимы [80, 82, 89, 123, 150, 152, 155, 158-160, 173, 187, 191, 208, 217, 219-220, 237, 239].

При составлении тактильной карты необходимо помнить следующие пункты [91, 109, 120, 156], которые влияют на многие этапы производства и использования:

1. Назначение и тематика карты.
2. Технология воспроизводства.
3. Изученность местности.
4. Разработка содержания карты:
 - масштаб, формат печати и размер карт;
 - компоновка карты;
 - общегеографическая основа;
 - обобщение и генерализация изображения.
5. Выбор условных обозначений и тактильных переменных:
 - буфер и расстояние между условными обозначениями;
 - единый набор условных обозначений для серии карт на одну территорию.
6. Легенда и пояснения к карте.

Назначение и тематика карты

Содержание и оформление тактильной карты должно четко соответствовать ее назначению и тематике, содержать только необходимые элементы, которые помогут получить полноценную информацию по картографируемому объекту.

Прежде всего, необходимо провести предварительный опрос людей с ограниченными возможностями по зрению, которые проживают на данной территории или просто будут пользоваться данной картой. Следует выяснить, какие элементы местности им прежде всего необходимы и могут служить ориентирами. Какой вообще объем информации они хотят получить через тактильную карту – и тогда уже решить, стоит ли наносить всю информацию на одну карту или сделать серию карт. Количество тактильных переменных также может вызвать необходимость разнесения информации на несколько карт. Картограф должен выяснить, что люди с ослабленным зрением хотят знать о месте.

Если стоит задача составления тактильной карты для образовательного процесса, то необходимо соотнести назначение и содержание карты с учебной программой или уровнем знаний пользователей по предмету. Особенно тщательно стоит подходить к содержанию и нагрузке в тематических тактильных картах, так как

пользователь элементарно может не знать специфическую информацию по предметной области.

При составлении крупномасштабных тактильных карт и планов порой необходимо делать серию разных карт, так как пользователь должен сперва получить представление о местности в целом, а потом изучить ее уже на более детальном уровне. «Игра» масштабов должна проходить наиболее осторожно из-за того, что некоторые объекты местности могут отображаться точечными, а потом площадными условными знаками. Изменение масштаба на серии карт вводит в заблуждение слепых и слабовидящих людей.

Технология производства

Выбор технологии производства является краеугольным камнем во всем процессе составления тактильной карты. Порой он учитывается даже раньше, чем выбор назначения карты, так как сказывается наличие технологических ресурсов. Технология производства напрямую связана с тиражом карт. Некоторые технологии чисто физически не дают возможности создать большое количество карт. Аппликация, коллаж, фрезерно-гравировальная технология, 3D-печать – все эти технологии применимы только для небольших тиражей. Термоформование, микрокапсульная бумага, тиснение, быстрозатвердевающие лаки и краски – они дают возможность изготавливать тактильные карты в количестве от 100 и более.

Важным моментом на этапе выбора технологии является правильная подборка материала изготовления. Это также имеет прямую связь с назначением карт и вариантами их использования. Правильный выбор материала изготовления прежде всего связан с износостойкостью. Допустим, микрокапсульная бумага имеет свои ограничения по количеству использований и после первой сотни уже начинает приходить в негодность. Самый надежный и долговечный способ изготовления тактильной карты – это термоформирование на пластике с помощью метода термоформования, однако и здесь есть свои нюансы.

Скорость создания карты и оперативность внесения необходимых правок в содержание также очень сильно зависят от

технологии производства. Изготовление карты на микрокапсульной бумаге может занять несколько минут, а создание той же карты методом термоформования может длиться несколько месяцев, так как необходимо прежде всего сделать рельефную матрицу (шаблон) на фрезерно-гравировальном станке. Даже современные технологии по 3D-печати и нанесению быстрозатвердевающих лаков – это целые дни и недели, в зависимости от размеров и сложности модели.

Анализируя все имеющиеся технологии, можно четко выделить факторы, которые влияют на конечный выбор – формат, тираж, материал, скорость производства. Иногда эти факторы влияют больше всего на назначение и содержание тактильных карт.

Существующие технологии изготовления очень сильно влияют еще и на выбор тактильных переменных, которые являются основой для способов изображения объектов на карте. Даже на уровне выбора условных знаков имеется прямая зависимость с технологией производства. Некоторые методы производства чисто технически не могут создать условный знак нужного размера или выдержать необходимое расстояние между ними.

Изучение местности

Важно, что любая карта, включая тактильную, представляет собой модель местности – ее интерпретацию картографом и тифлопедагогом, без этого люди с ограничениями по зрению вряд ли смогут понять расхождения между окружающей средой и картой так же, как зрячие люди. Если взять за основу для составления тактильной карты обычную карту или план местности, то, скорее всего, она будет включать объекты, которые не нужно воспроизводить на тактильной карте, и, наоборот, не будет показывать информацию, которая должна быть включена для людей с ограниченными возможностями по зрению. При составлении крупномасштабных тактильных карт и планов местности прежде всего необходимо посетить территорию, которая должна быть нанесена на карту, и провести визуальное изучение местности, чтобы найти «невизуальные ключи» к ментальному образу территории. Этот процесс должен быть прежде всего основан на понимании того, что слабовидящие люди могут воспринимать из

окружающей местности. Здесь не подходят традиционные визуальные ориентиры, которые обязательно наносят на обычные навигационные карты и планы местности. Порой такие мелочи, как, например, размер бордюрного камня или звук, на которые не обратит внимание зрячий человек, для слепого и слабовидящего человека могут стать главным ориентиром на месте и при работе с тактильной картой.

После первичного ознакомления с территорией необходимо обсудить содержание карты хотя бы с одним слепым или слабовидящим человеком, у которого есть интерес к данной местности и ее карте [83, 86, 119, 131, 137, 153, 200]. Такой подход гарантирует, что картограф и тифлопедагог сделают содержание карты максимально совместимым с потребностями пользователей. Лучше привлекать людей, которые заинтересованы в конечном продукте, поскольку у них могут быть другие потребности, чем у тех, кто просто будет использовать карту для общего ознакомления. В идеале, взаимодействие составителя и пользователя тактильной картой должно проводиться на картографируемой территории, но это не всегда возможно.

Конечно, изучение местности и вообще территории очень сильно зависит от масштаба, назначения и тематики карты. При составлении тактильных карт в среднем и мелком масштабе картографы и тифлопедагоги могут ориентироваться только на уровень знаний конечного пользователя. В вопросе составления крупномасштабных тактильных карт и планов без рекогносцировочного маршрута на местности и подробного изучения особенностей территории, включая консультации со слепыми и слабовидящими, проживающими на данной территории, не обойтись.

Размер карты

Максимальный размер готовой карты будет зависеть от технологии производства, доступной для воспроизведения, и типа материала изготовления, который будет использоваться. Основные производители оборудования для тактильной графики продают материалы форматов от А5 до А2, которые можно использовать в

индивидуальной работе. Большинство тактильных карт были разработаны для размеров А4 и А3, но некоторые были разработаны для больших форматов. Размер и форма материала, количество деталей, которые будут включены, диктуют выбор размера карты. При большом пространственном охвате территория может быть представлена на серии карт с перекрытием участков вдоль смежных краев разных карт [109, 120].



Рис. 11. Варианты формата и ориентации листа карты с учетом единовременного тактильного использования.

Как только будет определен максимальный размер в зависимости от технологии производства, фактический размер карты снова будет зависеть от пространственного охвата территории и формы картографируемой территории, масштаба и способа использования карты (рис. 11). Масштаб карты влияет на размер

карты, информацию, содержание, условные обозначения, размер и интервал тактильных переменных, все элементы оформления, которые удовлетворяют потребностям пользователей [68, 87, 255].

Макет и компоновка

Ориентация страницы зависит от картографируемой территории и компоновки карты (рис. 12). Форма картографируемой местности определяет, будет ли карта помещена в книжную или альбомную компоновку на листе. Форма «рельефного» (выпуклого) изображения часто диктует, где будет расположен заголовок, легенда и элементы ориентирования.

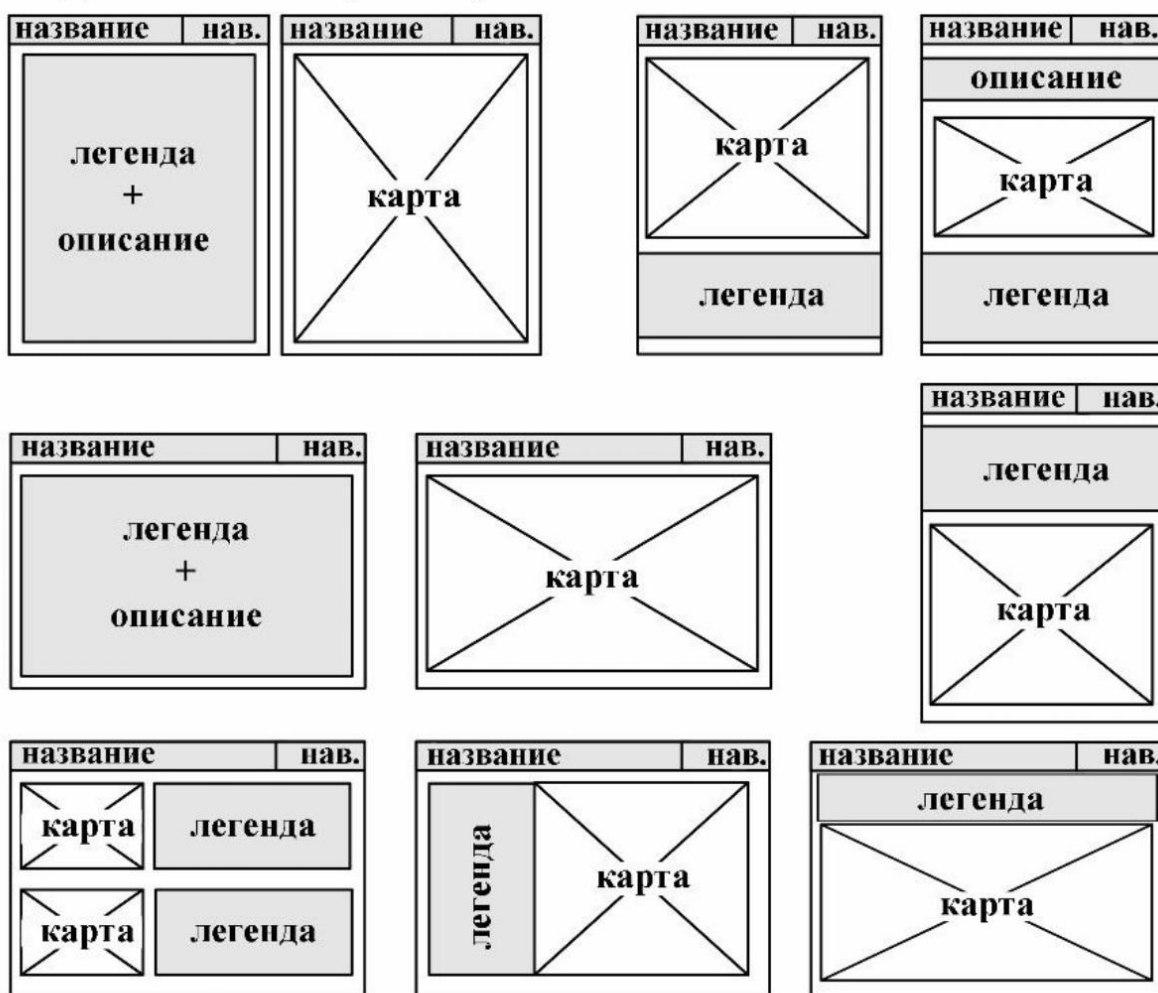


Рис. 12. Варианты компоновки тактильных карт.

Большинство людей предпочитают начинать изучать карту с нижней части листа. Поэтому предпочтительно, чтобы какая-то

точка отсчета (ориентир) была доступна у нижнего края карты, чтобы можно было ее использовать в качестве начальной позиции. Название карты рельефным обычным шрифтом или шрифтом Брайля должно располагаться в верхней части страницы, предпочтительно с левого края.

Масштабная линейка, стрелка на север и обозначение края листа должны быть включены в большинство карт и расположены желательно в правом верхнем краю карты. Масштабная линейка – обязательный элемент, поскольку большинство людей с ослабленным зрением могут понять это расстояние. Элемент обозначения края листа является также дополнительной системой отсчета, относительно которой можно ориентироваться по листу карты.

Для всей карты и отдельных ее элементов (название, легенда) обязательно надо сделать рамки, чтобы незрячий человек тактильно ощущал границы рабочей области [72, 79, 104, 216, 231, 256].

Обобщение и генерализация

Этот этап включает редактирование исходного материала с целью включения только той информации, которая должна быть воспроизведена в тактильной форме. Тактильные карты обычно намного проще, чем визуальные, так как тактильное представление условных обозначений намного примитивнее визуального аналога. Необходимо стараться максимально избегать включения избыточной информации в содержание тактильной карты.

Сначала проводится содержательная генерализация. Убираются те тематические или общегеографические элементы содержания, которые совершенно точно будут лишними на будущей тактильной карте. Производится переход от простых понятий к сложным, обобщение качественных и количественных характеристик.

В результате этих действий производится переход к более обобщенным уровням классификации явлений, уменьшение градаций шкал. Это приводит к уменьшению количества контуров, цветов и разнообразия условных знаков, что позволяет снизить

графическую нагрузку карты. На этом же этапе может производиться предварительный отбор на основе норм и цензов.

После завершения предварительной генерализации производится оформление. При оформлении для окраски линий и значков выбирается черный цвет. Для линий выбирается ширина 0,8-1,2 мм, для значков величина не меньше 6,5 мм. Для фоновых визуальных элементов выбираются яркие, контрастные цвета. Тактильно они дублируются различными текстурами, различающиеся ориентировкой, толщиной и зернистостью.

После проведения оформления значки и линии (из-за своей толщины и размера) часто начинают сливаться между собой, делая тактильное изображение нечитаемым, а визуально неэстетичным. На этом этапе можно опять принять решение о продолжении содержательной генерализации, или напротив, попробовать нагрузить карту дополнительным содержанием. Предугадать, как будет выглядеть картографическое изображение после оформления, сложно, поэтому геометрическую генерализацию лучше проводить после содержательной. Возможно, потребуется внести некоторые коррективы в оформление карты, с тем чтобы создать буферную зону между условными знаками. Линии и точечные условные знаки должны быть разделены не менее чем 3,0 мм. Точечные и линейные условные знаки могут накладываться на площадные при условии наличия достаточной «рельефности» (выпуклости) и текстурных различий. Тестирование первой версии карт людьми с ослабленным зрением позволит решить любые сложности, связанные с читаемостью и выбором тактильных переменных [91, 109, 112, 120, 124-125].

Геометрическая генерализация выражается в сглаживании изгибов линий, объединении выделов, продолжении отбора выделов и линий. Большое значение приобретают такие приемы генерализации, как утрирование и перемещение. В геометрической генерализации удаляются (или наоборот, утрируются) осколочные полигоны, образовавшиеся в результате перекрывания слоев, полигоны с нечитаемой штриховкой, растягиваются друг от друга перекрывающиеся значки. Это важно, так как осколочные полигоны

и сливающиеся значки не могут быть опознаны тактильно [91, 109, 120, 156, 237, 239].

При выборе тактильных переменных и генерализации отдельных объектов стоит использовать [80, 82, 146, 150, 217, 219] следующие рекомендации:

- Точечные условные знаки могут быть со сплошной заливкой или контурами фигур.
- Различные комбинации ширины, длины и «рельефности» (выпуклости) дают ряд полезных переменных для точечных и линейных условных обозначений.
- Линейные условные знаки могут быть сплошными или прерывистыми линиями, разрывы на которых могут быть подняты или утоплены, а расстояние между ними может быть различным.
- Площадные объекты на карте с использованием зернистой текстуры может обеспечить контраст для элементов небольшого размера.
- Размер, форма, ориентация и плотность текстурных элементов влияют на распознаваемость между соседними текстурами.
- Нерегулярные и регулярные текстурные характеристики составляют основу контраста на тактильной карте.
- Дополнительная «рельефность» (выпуклость) любого условного знака часто увеличивает его распознаваемость.

Шрифты и надписи

Надписи на тактильной карте могут быть выполнены двумя различными способами. Первым является способ рельефной печати обычных букв и цифр, а вторым является печать шрифтом Брайля. Используемый метод зависит от предпочтений пользователя карты. Однако шрифт Брайля обычно рассматривается как стандартная система, используемая слабовидящими людьми. Брайль – это "тактильная система поднятых точек, представляющих буквы алфавита". Чтение Брайля осуществляется через физическое сенсорное движение кончика пальца над выпуклым кодом Брайля. Эта система имеет базовый элемент, известный как ячейка Брайля,

которая состоит из шести точек, пронумерованных в двух вертикальных строках. В результате каждая точка или комбинация точек представляет собой букву алфавита.



Рис. 13. Шрифт Брайля.

При использовании шрифта Брайля (рис. 13) для подписей на карте необходимо учитывать несколько деталей:

1) Шрифт Брайля становится нечитаемым, если он пересекается с другими объектами. Поэтому подписи нужно ставить в свободном месте карты. Если требуется, для этого можно даже прервать картографическое изображение.

2) Размер шрифта менять нельзя, так как шрифт Брайля стандартизирован.

3) Подпись нужно располагать от объекта не дальше, чем на 7,0 мм, иначе ее будет трудно связать с самим объектом. В противном случае необходимо использование выносных линий. Выносные линии перегружают изображение; также существует опасность перепутать их с элементами содержания

картографического изображения. Иногда из-за выносных линий картографическое изображение приходится прерывать. Для выносных линий не используются стрелки (в тактильной графике ими обозначают только движение).

4) Шрифт Брайля занимает в среднем больше места, чем обычный шрифт (да и сами страницы становятся толще, за счет чего книги, написанные Брайлевским шрифтом, занимают больший объем, чем обычные). Поэтому целесообразно использовать сокращения, чтобы избежать перегрузки карты. Все сокращения лучше расшифровывать в легенде. При использовании сокращений может возникнуть ситуация, когда непонятно, в каких рядах брайлевской клетки располагаются точки. Это может привести к неверному чтению букв и неправильной интерпретации сокращения. Поэтому сокращение должно состоять из букв, содержащих точки во всех рядах брайлевской клетки.

5) Шрифт Брайля желательно давать горизонтально.

Брайлевский шрифт – не единственный, который может использоваться незрячими. Существуют и другие «рельефные» шрифты, хотя они не столь эффективны и распространены гораздо реже [91, 109, 112, 120, 124-125].

Легенда

Легенда – это ключ для объяснения значения карты. Она должна содержать примеры всех используемых условных знаков. Составление легенды на отдельном листе гарантирует, что слабовидящие пользователи не перепутают легенду с содержанием карты. Имеет смысл разместить условные обозначения в легенде в том же порядке, в котором они, вероятно, будут прочитаны на карте. Поэтому перед разработкой легенды целесообразно проконсультироваться с одним или несколькими слабовидящими читателями об их предпочтительном порядке чтения карты.

Межстрочный интервал должен быть рассчитан в соответствии с размером условных знаков. Не все люди с ослабленным зрением читают шрифт Брайля, поэтому ключевые элементы должны быть озвучены или дано дополнительное пояснение в легенде.

Города России					
Буквенно-цифровые обозначения:					
Кгд.	1	Калининград	Пк.	22	Петропавловск-Камчатский
Крск.	2	Красноярск	Андр.	23	Анадырь
Ирк.	3	Иркутск	Юск.	24	Южно-Сахалинск
Мур.	4	Мурманск	Вк.	25	Владивосток
Спб.	5	Санкт-Петербург			
Арх.	6	Архангельск			
Мск.	7	Москва			
Воркута	8	Воркута			
Сим.	9	Симферополь			
Рнд.	10	Ростов-на-Дону			
Волг.	11	Волгоград			
Аст.	12	Астрахань			
Орнб.	13	Оренбург			
Ебг.	14	Екатеринбург			
Хант.	15	Ханты-Мансийск			
Омск	16	Омск			
Норильск	17	Норильск			
Нвсб.	18	Новосибирск			
Чита	19	Чита			
Якск.	20	Якутск			
Мгд.	21	Магадан			

Рис. 14. Пример легенды тактильной карты «Города России»

Нет единых принципов размещения легенды на тактильной карте, так как это зависит от создателя карты. Например, у разработчиков из Финляндии есть карты, которые имеют легенды, разбросанные в разных местах на карте [223]. Это уменьшает читаемость карты. Другая проблема заключается в том, что на карте нет единых стандартов по условным обозначениям, другими словами, условные знаки отличаются на разных картах. Существует явная необходимость в стандартизированном международном наборе условных знаков для использования в тактильных картах по всему миру.

Аннотация и пояснение к карте

Наиболее подходящий порядок работы с тактильной картой должен быть установлен путем консультаций с одним или несколькими слабовидящими читателями до разработки легенды. Эта информация должна использоваться при подготовке аннотации

и пояснения к карте. Аннотация должна предложить читателям наиболее эффективный способ узнать, что представлено на карте, включая макет страницы, описание легенды и любую другую соответствующую информацию об отображаемой местности. Короткие информативные предложения наиболее эффективно передают информацию.

Впоследствии читатели должны иметь возможность составить некоторое представление о значении карты и каждого условного знака. Большинство людей предпочитают эту информацию, записанную на аудионоситель или озвученную тифлопедагогом. Дополнительная печатная версия пояснений к карте позволит обеспечить двойное использование картографического набора зрячими и слабовидящими читателями.

Традиционно, аннотации и пояснения к картам выпускают отдельными брошюрами или руководствами для пользователей. В случае с атласами они представляют из себя целые книги с описанием всех карт и их элементов.

При составлении тактильной карты должен ответить на несколько вопросов [91, 109, 112, 120, 124-125], прежде чем приступить к созданию:

- Каково назначение карты? Будут ли слепые и слабовидящие использовать карту самостоятельно? Карта создается для навигации по маршруту или для общего изучения местности? Нужно ли создавать несколько карт, чтобы передать полностью назначение или раскрыть тематику?

- Будет ли тактильная карта использоваться отдельными лицами или она для коллективной работы? Должна ли карта быть портативной? Будет ли она использоваться в помещении или на улице?

- В какой момент слепые и слабовидящие будут использовать карту? До или во время посещения изучаемой местности или навигации по ней?

- Каким будет содержание карты? Какой будет макет страницы? Какую технологию производства можно использовать?

Несмотря на то, что вопросы составления и оформления тактильных карт еще не стандартизированы, есть общие рекомендации по составлению и оформлению:

- Не перегружать карту.
- Необходимо сделать элемент, который будет являться точкой отсчета для изучения карты, чтобы слепой или слабовидящий человек при потере ориентации на карте мог вернуться в начало.
- Карты должны быть изготовлены как с рельефной печатью обычных букв и цифр, так и с печатью шрифтом Брайля.
- Карта должна состоять как минимум из двух отдельных частей (карты и легенды), чтобы пользователь не путал их.
- Необходимо предусмотреть третью составляющую тактильной карты – описание и аннотацию, которая будет содержать подробное описание карты, а не только условных знаков, как это представлено в легенде.
- Картографическая основа должна быть центральным элементом в оформлении карты, которая действительно сделает карту эффективной и читаемой.

При составлении карт нужно обязательно учитывать психологические особенности работы с тактильными ощущениями [119, 131, 137, 153]:

1) Тактильные ощущения не передают глубину и перспективу изображения. Некоторые концепции зрительного восприятия (такие как перспектива или проекция) не имеют аналогов в тактильном восприятии. Поэтому с помощью тактильных ощущений плоского изображения их передать невозможно.

2) Тактильные ощущения менее чувствительны, чем зрительные. Глаз может различить элементы, которые тактильно из-за незначительных размеров обнаружить невозможно. Поэтому на картах необходимо использовать крупные значки, толстые линии, выделы большой площади. Даже если элементы изображения различимы каждый сам по себе, нельзя перегружать ими изображение. Тактильная графика, перегруженная множеством объектов, не читается.

3) В каждый момент времени тактильные ощущения сфокусированы на небольшой поверхности. В каждый момент времени незрячий может воспринять только ту информацию, которая поступает с кончиков нескольких пальцев. Увеличение контактной поверхности до ладони (или больше) приводит к лавинообразному росту раздражителей и невозможности выявлять детали, из которых складывается картографическое изображение.

4) Тактильное восприятие работает медленнее визуального. Формирование тактильных образов занимает гораздо больше времени, чем формирование зрительных. Поэтому чтение тактильной карты всегда будет производиться дольше, чем обычной карты с аналогичной тематической загрузкой.

5) Отсутствие восприятия цветов. Цвета и визуальные штриховки слепыми не воспринимаются. В тактильных картах вместо них используются текстуры. Комбинирование различных материалов (или только тактильного рисунка) обеспечивает тактильное различие фактур между собой.

6) Зрительные образы тактильными ощущениями практически не передаются. Следствием вышеперечисленных особенностей тактильного восприятия является то, что зрительные, наглядные образы практически невозможно передать с помощью тактильных ощущений. Исключение составляют только специально адаптированные, лишённые цвета, перспективы и лишних деталей визуальные образы, воспроизведенные с помощью тактильной графики.

Вышеперечисленные рекомендации подчеркивают многие проблемы разработки и оформления тактильных карт [68, 87, 124, 144, 151, 191, 198, 207, 255, 270, 274]. Разработчики тактильных карт должны быть готовы внести изменения в свою работу до тех пор, пока они не смогут предложить людям с ослабленным зрением информацию, которая максимально адаптирована под их возможности и потребности. Проблемы разработки и производства тактильных карт еще далеко не решены. Картографирование для слабовидящих людей постоянно развивается и не должно стоять на месте [67, 94, 96].

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ И СПОСОБЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Условные обозначения, используемые на тактильных картах в виде тактильных переменных, по своей геометрии и типу являются точками, линиями и площадными объектами.

Точечные условные знаки (в виде точек) обозначают конкретное месторасположение объектов. Они образны и не указывают на форму или размеры объекта. Точечный условный знак на общегеографической карте может обозначать большой город, а на карте мобильности этот же знак может обозначать автобусную остановку. На тактильных картах он также может обозначать точечный источник звуков или запахов [82, 123, 158, 187, 219, 237].

Линейные условные знаки обозначают как месторасположение, так и направление, и представлены в виде линий различных размеров и формы. Они не дают представления о реальной высоте и ширине изображенных объектов, которые могут быть национальной границей, дорожной сетью, объектами линейной гидрографии [155, 158-159, 208, 219].

Площадные условные знаки представляют определенные участки на карте [155, 158-159, 219] такими, какими они видны сверху. Это текстурные участки, которые обозначают форму, размер и месторасположение стран, океанов, возвышенностей, растительности, зданий, озер, водохранилищ и т.п.

Стандартизация символов для рельефных карт обсуждалась в разных странах в течение многих лет [2, 150, 160, 237, 239]. Существует столько же мнений, сколько и создателей тактильных карт. Стандартизация является зачастую сложным процессом даже в пределах одной страны. Применение различных производственных процессов также усложняет стандартизацию.

Это сложно, если и вовсе невозможно, использовать одни и те же условные обозначения в тифлографии при изготовлении карт на пластике, получаемом в процессе вакуумного термоформирования, и на микрокапсульной бумаге.

До сих пор не прекращаются исследования по поиску оптимальных комбинаций условных обозначений для разного типа материалов изготовления [2, 61, 76, 87, 171, 198, 217, 223, 236, 272].

В отношении их использования нет установленных правил, и многие тифлопедагоги ориентируются на собственный опыт работы с пользователями тифлографических пособий. Однако существуют общепринятые рекомендации по использованию комбинаций всех трех типов тактильных переменных (точка, линия, площадь), которые можно использовать в зависимости от их практического применения [2, 42, 44, 80, 82, 89, 123, 150, 152, 155, 158-160, 173, 187, 191, 208, 217, 219-220, 237, 239].

Количество условных обозначений

Трудность в определении отдельных обозначений на тактильной карте возрастает с увеличением количества условных знаков. Лучше всего распределить информацию на несколько отдельных карт или сделать комбинацию из тематических слоев, которые имеют минимальное пространственное пересечение.

Расстояние между условными обозначениями

Для нормального тактильного восприятия буфер между условными знаками должен быть больше, чем на традиционной карте. При работе с обычной картой визуально может осуществляться наложение объектов друг на друга, а для тактильных карт это категорически исключается. Тактильные переменные занимают больше места на карте, чем символы для визуального восприятия на обычной карте. Таким образом, представляется важным ограничивать себя в выборе информации для отображения на карте.

Символы, тактильно отличающиеся друг от друга, можно спутать между собой, если они размещаются близко друг к другу. Как уже упоминалось ранее, для лучшего различения символов расстояние между ними должно быть не менее 3 мм – примерное расстояние между двумя ячейками шрифта Брайля. Как один из вариантов, можно увеличить масштаб карты, если концентрация объектов на тактильной карте не дает возможность сделать необходимый буфер между условными обозначениями.

«Рельефность» (выпуклость) условных обозначений

Карты с точечными, линейными и площадными объектами, имеющие разную степень выпуклости относительно самого рабочего листа, более понятны, чем те карты, на которых все три типа условных обозначений находятся относительно на одной высоте, и их «рельефность» не несет никакой информации. При тактильном восприятии у незрячих пользователей очень высокая чувствительность к различиям в высоте тактильных переменных. Лучше всего для площадных объектов делать минимальную «рельефность», для линейных условных обозначений среднюю, а для точечных условных знаков максимальную выпуклость: шрифт Брайля – 0,5 мм; площадные объекты с текстурой – 0,5–1 мм; линейные условные обозначения – 1 мм; точечные условные знаки – 1,5 мм.

Точка, линия или буквы шрифта Брайля могут легко затеряться на текстуре площадного объекта. Для правильного отображения необходимо задать меньшее значение «рельефности» пространственному изображению и большее другим символам, а также больше пустого пространства вокруг точки, линии или символов шрифта Брайля. Необходимо убедиться, что символы не слишком похожи на текстуру участка по ориентации, расположению или структуре. Эти моменты применимы при использовании устройств, которые могут дать многоуровневую рельефность. Однако, так как устройства для воспроизведения тактильных карт с одноуровневым значением рельефности выпуклость в различных символах не может варьироваться, необходимо увеличить свободное пространство вокруг символов в пределах текстурного участка.

Текстура

Цвет является одним из главных элементов для передачи информации на обычной бумажной карте. Вариации тактильных переменных, контрастная текстура, от грубой до гладкой, и контрастирующая «рельефность» (выпуклость) являются заменителями цвета для читателя с нарушением зрения.

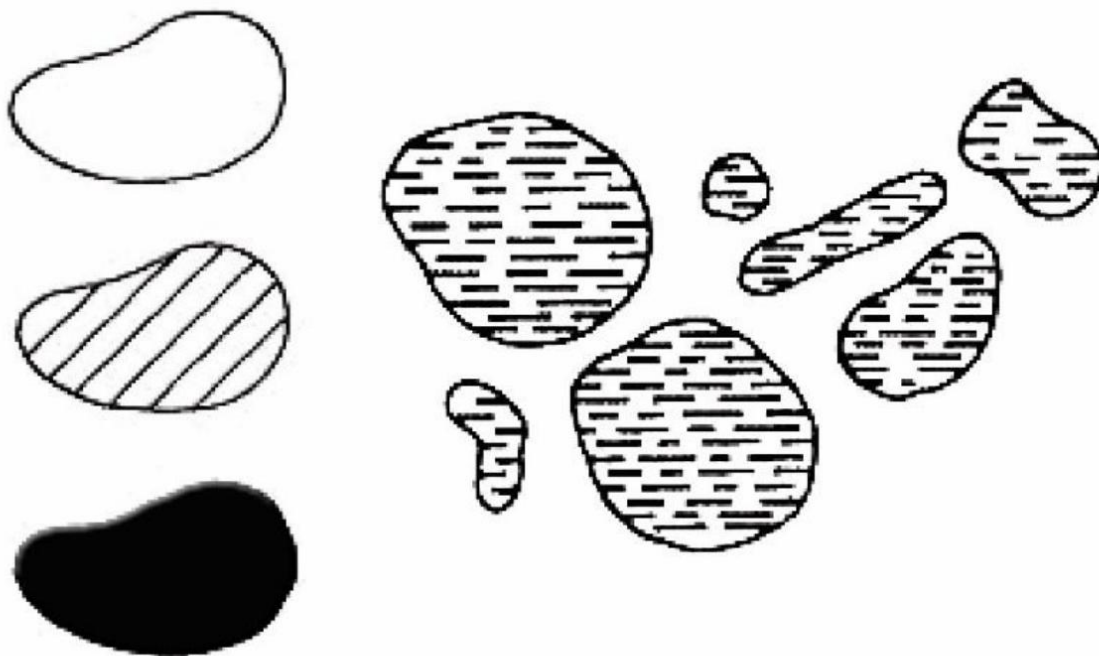


Рис. 15. Пример вариантов текстуры при обозначении объектов гидрографии.

Выбор рисунка для текстуры площадных объектов зависит от многих условий, которые будут использоваться на этом же фрагменте карты. Если линия (линии) пересекает какой-нибудь площадной условный знак, то необходимо выбирать сплошную заливку площадного условного знака, а линейный объект должен быть показан пунктиром, или пунктирную текстуру площадного объекта при сплошных линиях и т.д. Как линия, так и точечные условные знаки в пределах одного участка ограничивают выбор текстуры площадного объекта. Важные участки информации должны быть обозначены с помощью уникальных текстур, которые нельзя перепутать с другими площадными объектами. Быстрее и больше внимания при тактильном восприятии привлекают участки сложной текстуры, чем со сплошной заливкой текстуры (гладкие) или с ее отсутствием. Когда две или более текстур используются на одной и той же карте, более сложная текстура отдается под более важные участки. «Рельефность» (выпуклость) фрагмента карты над

остальными частями также повысит ее важность [80, 82, 146, 150, 217, 219, 237, 239].

Необходимо также отображать границы площадных объектов на карте с использованием сплошных линий для очертания внешнего края текстуры и создавать буфер в 3 мм между разными текстурами. Этот подход особенно эффективен на картах с единой «рельефностью» (выпуклостью).

Размер элементов и детализация

Незрячие пользователи легко распознают тактильные условные обозначения с размерами от 5x5 мм. Символы с такими небольшими наружными элементами размер 2 мм, зачастую различимы. Данные параметры подтверждаются многочисленными исследованиями на фокус-группах и пользователях тактильными картами.

Минимально-максимальный размер текстуры в пространственных изображениях трудно установить, так как каждое пространственное изображение определяется индивидуально в соответствии с требованиями конкретного метода производства. Наилучший способ определения правильного размера для текстуры является тестирование различных рельефных изображений с привлечением пользователей с нарушением зрения. Очевиден факт, что люди в возрасте способны распознать больше изображений меньших размеров, так как у них уже четко сложился ментальный образ объекта и больше навыков работы с тактильным материалом.

Точечные условные знаки

Геометрические фигуры и символы, используемые на тактильных картах для обозначения месторасположения объектов, источников звуков и запахов, являются точечными условными знаками. Эти фигуры не показывают форму и размеры объектов, которые представляют, а характеризуют лишь расположение [82, 123, 158, 187, 219, 237].

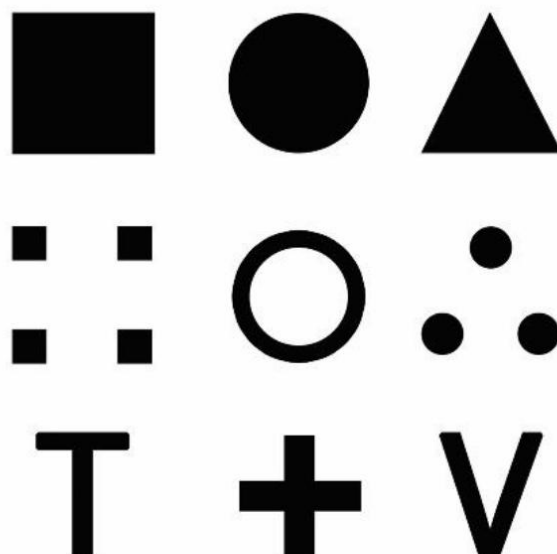


Рис. 16. Вариант комбинации точечных условных знаков для оптимального тактильного распознавания.

При использовании точечных условных знаков необходимо учитывать особенности тифлографики и придерживаться нескольких рекомендаций (рис. 16), которые повысят читаемость тактильной карты:

- Распознавание точечного условного знака происходит гораздо лучше, если он представляет из себя контур фигуры, а не изображения со сплошной заливкой (полностью покрашенный). Это не относится к условным знакам небольших размеров.

- Точечные условные знаки должны уместиться под палец пользователя, но быть достаточно большими и ярко выраженными тактильно, чтобы их можно было легко найти и понять. Разнообразие форм, размеров, очертаний и «рельефности» (выпуклости) способствует распознаванию и запоминанию символов. Если на одной и той же карте используются похожие символы, то они должны отличаться друг от друга по крайней мере двумя из упомянутых характеристик.

- Некоторые геометрические фигуры легко перепутать, когда они используются вместе. Выпуклые текстуры площадных объектов и выпуклые контуры точечных условных знаков, если они

одинаковых размеров, форм и размещены рядом, резко снижают читаемость.

- Разнообразные геометрические фигуры очень легко перепутать между собой, когда они используются вместе на одной карте. Необходимо выбирать комбинации геометрических фигур, которые тактильно не будут напоминать друг друга.

- Точечные условные знаки и фигуры не должны быть избыточно детальными. Простую фигуру гораздо легче понять, чем сложную. Самое важное, чтобы пользователь понимал и запомнил назначение конкретного условного знака. Условные знаки, включая буквы шрифта Брайля, легче понимать, если их можно ассоциировать с объектами, которые они представляют, хотя бы по форме. Конечно, очень важную роль играет легенда к карте, на которой расшифровываются все условные обозначения.

- Небольшие геометрические фигуры, такие как квадрат или треугольник, трудно распознать, если размер по одной стороне менее 5,0 мм.

- Четко очерченные края и правильная геометрия условных обозначений привлекают больше внимания, чем округлые и сглаженные элементы. Эта рекомендация также относится и к линейным условным знакам.

- Распознавание точечного условного знака очень сильно зависит от его «рельефности» (выпуклости). Необходимо стараться сделать точечные условные знаки максимально выпуклыми. Однако при использовании данного методического приема необходимо ранжировать точечные условные знаки по приоритету.

- Необходимо обязательно придерживаться требований и создавать буфер в 3 мм между объектами на тактильной карте. Особенно это касается точечных объектов, которые не обладают пространственной протяженностью, как линейные и площадные объекты.

- При создании серии тактильных карт условные обозначения картографической основы или объекты, которые будут располагаться на всех картах, должны всегда быть одних и тех же формы и размера.

- Условные обозначения, выполненные буквами шрифта Брайля, можно спутать с другими условными знаками, имеющими небольшой размер. Например, с точечными условными знаками в виде окружности. Во избежание путаницы необходимо придать шрифту Брайля и другим точечным условным обозначениям разную степень «рельефности» (выпуклости).

Линейные условные знаки

Линейные условные знаки состоят из линий различных размеров и типов. Линии указывают как местоположение, так и направление, но не представляют реальной ширины или высоты изображаемых объектов. Тактильные линейные условные знаки по технике распознавания гораздо легче идентифицировать и отслеживать на карте, чем другие типы условных обозначений.

Существует много способов изображения линии. Линейный условный знак может быть сплошной, пунктирной, штриховой линией или сочетанием всех перечисленных вариантов, а также различаться по толщине, по степени «рельефности» (выпуклости), быть одинарной или двойной линией, иметь рисунок с прямой геометрией или быть волнообразным.

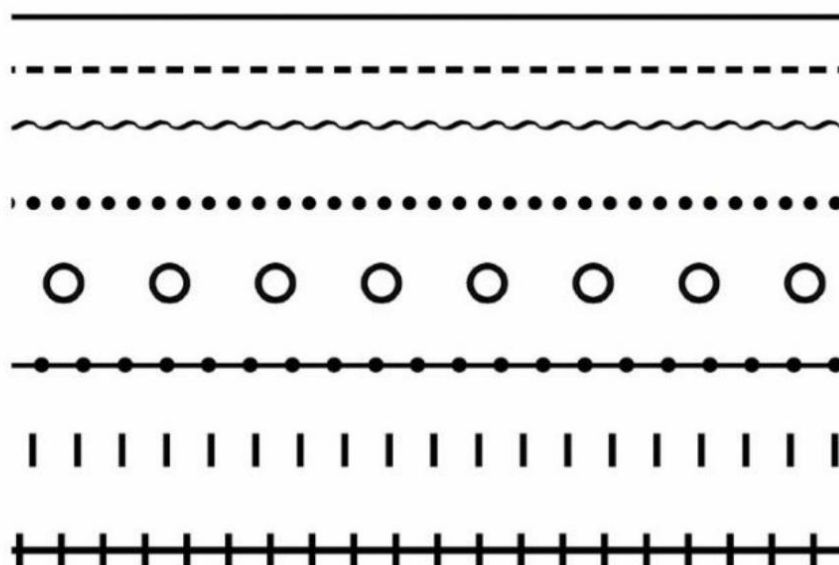


Рис. 17. Варианты линейных условных знаков для тактильных карт.

Линейные условные знаки должны быть информативными и легко различимыми в сравнении с другими условными обозначениями на карте (рис. 17). Они должны быть легкими для распознавания и отслеживания пользователем, чтобы тот не потерялся на карте и был способен быстро изучить объект. Легкость «чтения» линейных условных знаков определяется выбором размера и текстуры. Выбор тактильных переменных – очень важный этап, так как на некоторых тактильных картах линейные условные знаки составляют основу карты. Например, на навигационных картах и картах мобильности линейные условные обозначения, которые отображают дорожную сеть, являются основой для всей карты [155, 158-159, 208, 219].

Иногда незрячие пользователи путают следующие линии, когда они вместе изображены на одной и той же карте:

- Одинарная прямая линия и двойная линия такой же ширины.
- Прямая линия со штрихами и волнообразная линия.
- Различные типы пунктирных линий, используемые вместе.
- Сложные линии, состоящие из различных элементов.

Результаты многочисленных тестов показывают, что узкие одинарные линии, гладкие линии с мелкими пунктирами (не менее 20 точек с интервалом 2,5 см) и крупнопунктирные линии (не менее 5 точек с интервалом 2,5 см) могут использоваться вместе (рис. 18) на тактильной карте с минимальной путаницей для пользователя.

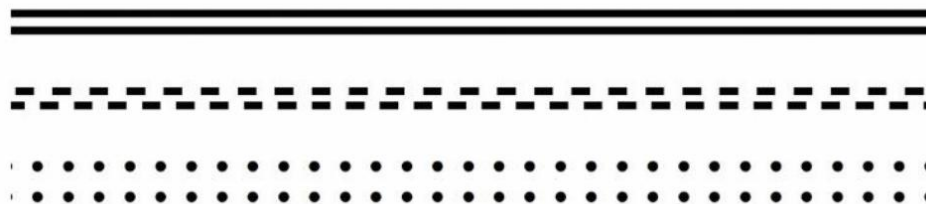


Рис. 18. Варианты двойных линий для оптимального тактильного распознавания.

Расстояние, длина и размер при построении линейных условных обозначений играют очень важную роль. Линейные

условные знаки другого типа должны находиться на расстоянии минимум 3 мм друг от друга или другого условного знака. Линии, разделенные расстоянием менее 6 мм, воспринимаются не как две отдельные линии, а как одна широкая линия. Минимальная длина распознаваемого фрагмента единой линии составляет от 12 до 25 мм, в зависимости от типа изображения. Однако данная минимальная длина не относится к интервалам в пунктирной линии. Интервал в пунктирной линии помогает отличить одну пунктирную линию от другой, но расстояние между пунктирами в линии не является распознавательной характеристикой. Короткие линии должны состоять из близко расположенных небольших символов – точек, пунктиров и т.п. На распознавание линейных условных обозначений также влияет расстояние между линиями, которые обозначают разные типы объектов.

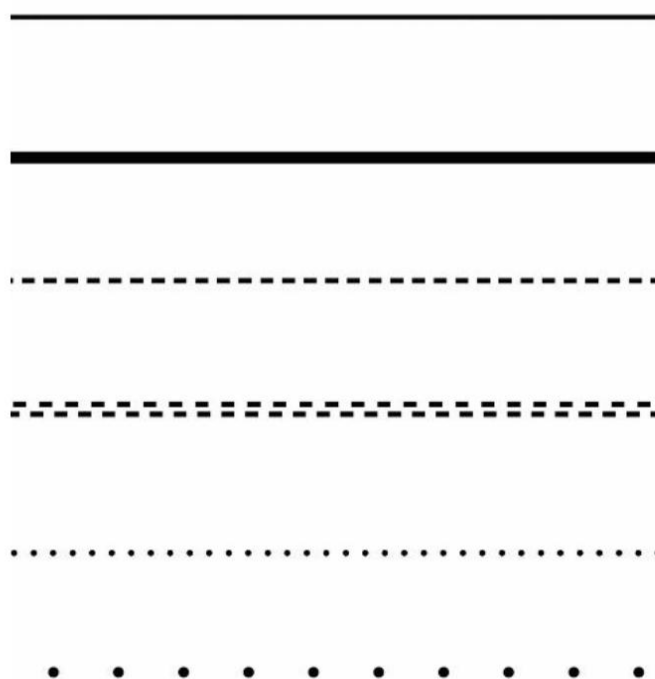


Рис. 19. Варианты единовременного использования линий на одной карте для оптимального тактильного распознавания.

Внимание пользователей с ограниченными возможностями по зрению должно достигаться через тактильное восприятие – через текстуру, «рельефность» (выпуклость) и ширину линий (рис. 19).

Чем более шероховата текстура линии и чем более она «рельефна», тем быстрее она будет обнаружена и изучена на тактильной карте.

Линейный условный знак легче распознать, если он «рельефно» более выражен, чем площадные объекты, используемые на этой же карте. Однако это очень зависит от технологии производства, так как невозможно получить несколько степеней «рельефности» на микрокапсульной бумаге, которая имеет только один уровень выпуклости, в отличие от других способов производства. На тактильных картах на микрокапсульной бумаге расстояние между условными обозначениями должно быть увеличено, так как все они одной степени «рельефности» (выпуклости).

Самый большой контраст между прилегающими друг к другу линиями достигается больше через различия в текстуре и ширине, чем через «рельефность» (выпуклость). Линии, которые пересекают другие линейные условные обозначения, легче распознаются, если структура отдельных линий очень отличается от структуры других.

Грубая, острая линия будет более заметна и, таким образом, более важна для читателя с нарушением зрения, чем гладкая линия такого же размера. Варианты могут отличаться по скорости и точности, с какой читатели могут отслеживать грубую и гладкую линию. И похоже, что различие зависит от того, как представлена линия.

Считается, что пунктирные линии легче отследить, чем сплошные. В рамках исследований было выявлено, что быстрее и более точно отслеживается одинарная узкая пунктирная линия примерно с 20 точками, располагающимися на расстоянии 25 мм друг от друга [80, 82, 146, 217, 219].

При работе с пунктирными и штриховыми линиями пользователь должен найти и почувствовать обе точки отрезка линии одновременно, чтобы можно было отследить весь линейный объект. Расстояния между пунктирами в штриховой линии должно быть такой длины, чтобы пользователь не смог спутать со сплошной линией. Это особенно важно на микрокапсульной бумаге. Рекомендуемая длина и расстояние между пунктирами в штриховой линии: пунктиры – от 6 до 9 мм, расстояние между пунктирами составляет примерно половину длины пунктира.

Одинарные линии обычно работают лучше, чем двойные линии, что отражается на способности восприятия и запоминания пространственного расположения объекта. Одинарные линии способствуют возникновению более точных ментальных образов, чем двойные линии, особенно на относительно сложных картах. Также одинарные линии занимают меньше места и быстрее и с большей точностью отслеживаются, чем двойные линии.

При создании тактильной карты стоит избегать пересечения одинарной и двойной линий на разных участках карты. Если пользователь отслеживает одинарную линию и подходит к пересечению, то может возникнуть путаница, и он продолжит отслеживать уже другую линию за пересечением [83, 86, 137, 267].

Площадные условные знаки

Площадные условные знаки указывают на форму, размер и месторасположение объектов. На карте могут быть несколько участков одинаковой текстуры. Хотя формы и размеры таких участков могут варьироваться, они представляют одинаковую информацию. Они могут показывать на картах такие элементы информации, как количество осадков, растительность, население, строения или водоемы [155, 158-159, 219].

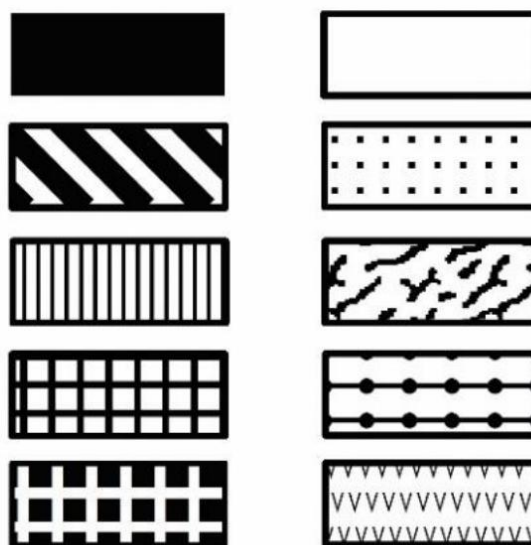
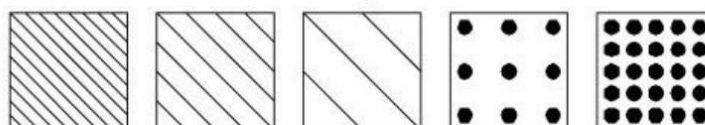


Рис. 20. Варианты текстур площадных условных знаков.

Текстура площадного объекта помогает читателю быстро определить и понять границы этого участка (рис. 20). Без текстуры пользователь может испытывать трудность с отслеживанием очертаний и пониманием того, какой конкретно площадной объект он изучает. Следует отметить, что самая грубая текстура площадного объекта привлекает больше всего внимания и поэтому становится доминантой среди площадных объектов карты.

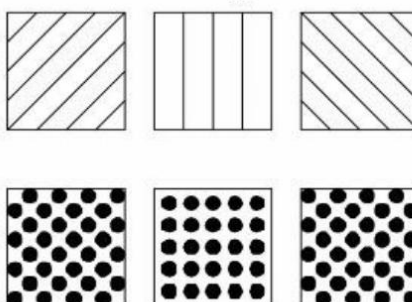
изменение расстояния



изменение толщины



изменение ориентации



изменение зернистости

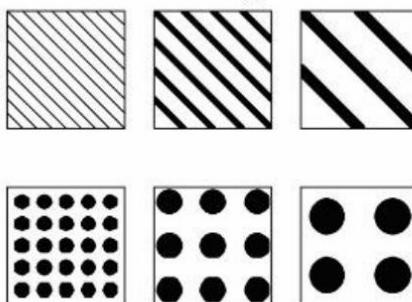


Рис. 21. Варианты тактильных переменных для площадных условных знаков.

Варьированием текстурой площадных условных знаков можно добиться с помощью (рис. 21):

- степени организации и комбинации элементов на карте (равномерно или беспорядочно они расположены);
- плотности (расстояние между элементами и количество элементов);
- «рельефности» элементов (грубые или гладкие);
- форм элементов;
- размеров элементов;
- направлений (вертикальное, горизонтальное или по диагонали).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТ

В основном тактильные карты используются для изучения местности и планирования маршрутов. Карты также используются в образовании для изучения окружающей среды, мира в целом и его отдельных частей. Классические бумажные карты используются в повседневной жизни в большом количестве и не являются такой редкостью, как тактильные карты, о которых некоторые люди вообще ничего не знают или даже не представляют, что тактильно можно изучать пространство без использования зрения. Карта – это массив условных обозначений для представления и отображения пространственных отношений объектов в окружающем мире. Это двумерное представление окружающей среды, на котором показаны особенности местности с точки зрения их размера и положения. При оформлении тактильных карт картографы, как правило, следуют тем же нормам и правилам, что и для традиционных карт, но далее карта проходит редактуру и корректуру тифлопедагогом и несколько раз тестируется на незрячих пользователях. Тактильная карта не может быть простым переводом визуальной информации в тактильную форму. Другими словами, тактильная карта – это рельефное, специально адаптированное тактильное представление земной поверхности в уменьшенном, генерализованном виде. Как классические, так и тактильные карты описывают конкретную местность, поэтому они отличаются от когнитивных и ментальных карт.

Восприятие карты через тактильные переменные, более важно в тактильной карте, чем то, как она выглядит. Важный аспект, который следует учитывать при подготовке тактильных карт: возможность четко читать и прослеживать линии, текстуры, отдельные условные знаки, изучить и понять легенду. Тактильные карты могут дать больше информации о пространстве и его организации, чем перемещение в этом пространстве, так как одновременно предоставляется информация о всей окружающей среде.

Многочисленные исследования показывают [72, 79, 104, 157, 216, 231, 256], что при чтении тактильных карт и в технике работы с

ними есть несколько составляющих – читаемость тактильных переменных, методика работы с картой и нейрофизиологические особенности, которые позволяют запомнить незрячему пользователю элементы карты. Когда человек прикасается к объекту, он находится в определенной ориентации относительно него. Тактильное изучение объекта включает в себя информацию об ориентации объектов и элементов карты, тактильные движения рук и пальцев во время работы с картой [153, 200, 267]. Пользователь должен иметь постоянный физический контакт с объектом, чтобы собрать информацию путем тактильного исследования. Самой первой информацией при контакте, которая передается через руки пользователя картой, является температура, а при движении рук и пальцев собирается информация о форме, размере, выпуклости и материале, а также об изменениях на карте.

С помощью тактильного изучения распознаются детали, различия и отношения на карте. Процесс работы с картой также включает в себя сбор этих информационных паттернов в ментальную карту, которая помогает организовать связи между картой и окружающей средой реального мира, помогая безопасно перемещаться внутри пространства [129].

Мышечные и проприоцептивные органы чувств более важны при движении и распознавании окружающего пространства, поскольку визуальные образы пространства недоступны. Различия в материалах и поверхностях чувствуются через мышцы и проприоцептивные рецепторы в мельчайших деталях. Базовая система ориентации также помогает в работе с ментальными картами и навигацией [83, 86, 119, 131, 137].

Традиционным методом непосредственного ознакомления с местностью или какой-нибудь территорией является пешее прохождение и обследование, которое может занять много времени. Когда слепой и слабовидящий человек исследует незнакомую местность, он может изучить тактильную карту, прежде чем пойти на эту местность. Это позволяет самостоятельно исследовать территорию, тем самым избегая ситуации, когда вся информация поступает через другого человека. Даже краткое знакомство с картой

является эффективным и адаптируемым средством для введения в изучение пространственной структуры новой территории.

В 1970-х годах проводились многочисленные исследования, которые сравнивали результаты использования тактильных карт различными пользователями. В рамках этих исследований пользователи выделяли необходимые элементы для эффективных процедур изучения карт [15, 18-19]. Непрерывное движение пальцев по линейным объектам, возможность поиска и распознавание условных знаков, а также их сравнение и дифференциация, расположение отличительных признаков на картах были важными факторами, влияющими на хорошую читаемость тактильных карт.

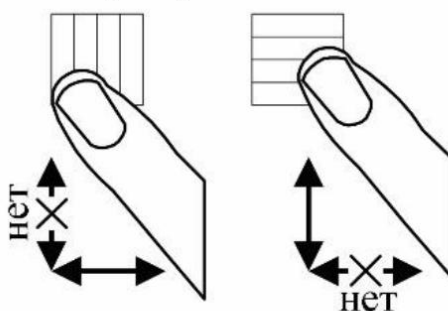


Рис. 22. Распознавание текстуры в зависимости от ее ориентации и техники работы пальцами.

Опытные пользователи карт изучают карту полностью, используя один палец вместо работы всей руки или нескольких пальцев (рис. 22). Они также уверенно выбирают точку начала координат, ощупывают элементы карты непрерывным движением пальца и возвращаются к точке начала координат. Этим действием выявляются размеры карты, степень заполнения листа изображением, его загруженность мелкими элементами. Также идет поиск текстовой информации, которая обычно представляет наибольший интерес. Затем места, показавшиеся наиболее информативными, обследуются более детально с помощью подушечек пальцев. Ощупывается каждая линия, каждый значок, текстура каждого контура. Таким образом, целостное восприятие территории складывается из разрозненных элементов. Образ территории формируется от общего к частному, от отдельных значков и линий к ментальной модели местности [15, 18-19].

Для того чтобы получить наибольшее количество тактильных ощущений (и большее количество информации), пальцы приходится постоянно передвигать, ощупывая и потирая элементы изображения. Это происходит из-за адаптации рецепторов, расположенных в кончиках пальцев. В процессе адаптации рецепторы привыкают к условиям среды и перестают посылать сигналы. Поэтому схожие текстуры становятся различимы между собой только если обследующие их пальцы находятся в постоянном движении, рецепторы постоянно реагируют на раздражители различной интенсивности [68, 87, 255].

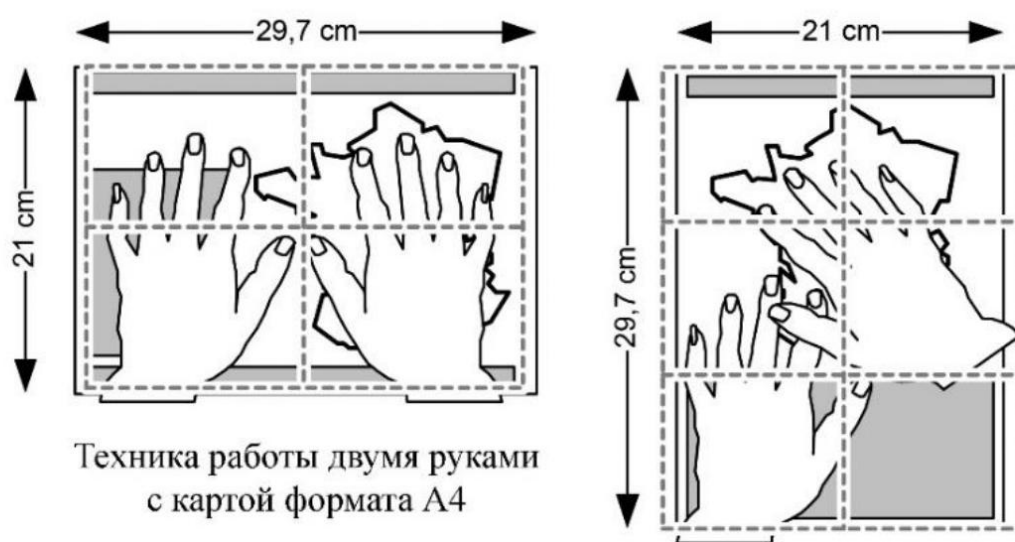


Рис. 23. Техника работы всей ладонью с тактильной картой.

Обычно карту сначала изучают обеими руками (рис. 23). Это делается сверху вниз, чтобы получить информацию о размере изображения и ее ориентации на листе. Изучение условных обозначений карты и шрифта Брайля на карте выполняется кончиками пальцев, поскольку кончики пальцев наиболее чувствительны к деталям [69, 78, 102, 135, 204].

Факторы, влияющие на читаемость карт, различаются в визуальных и тактильных картах. Визуальная читаемость карты зависит от выбора цвета, масштаба и обилия информации на карте. На тактильных и тифлографических картах читаемость зависит от двух факторов: тактильной распознаваемости и читаемости

элементов для слабовидящих пользователей. Часто тактильные карты предназначены и для пользователей с низким зрением. Здесь важны сильные визуальные контрасты, а также ориентация карты относительно условий освещения. На тактильную читаемость влияет обилие информации — слишком много информации приводит к низкой читаемости и менее детальному распознаванию отдельных элементов.

В тактильных картах ориентация карты в окружающем пространстве может сильно повлиять на ее читаемость с точки зрения физиологических ограничений в использовании рук [8, 20, 32-32, 79, 94-95]. То есть настенная тактильная карта, которая располагается вертикально на стене, может быть менее читаемой из-за ограничений в сгибании мышц запястий. В настенных картах высота расположения также влияет на читаемость карт, так как человек не может дотянуться до определенных элементов на карте.

Рекомендованными характеристиками тактильных карт являются четкость линий и разнообразие тактильных переменных, текстура поверхности, узнаваемые условные обозначения и символы, доступность, износостойкость при многократном использовании. Тактильные карты предназначенные для уличного использования должны быть расположены и доступны в различных местах, должны выдерживать абразивное изнашивание, химическое воздействие и неблагоприятные погодные условия. В то же время они должны быть приятными на ощупь, последовательными в топологическом представлении и иметь различные тактильные переменные.

Также крайне важно, чтобы карта была размещена таким образом и в таком месте, чтобы ее можно было легко найти, а место было достаточно спокойным для того, чтобы человек мог остаться там и изучить его. Очень часто размещают уличные тактильные карты и мнемосхемы в труднодоступных местах или на неудобной высоте, что ограничивает возможность использования карты [23].

Тактильные карты должны оцениваться не по классическим визуальным стандартам, а по характеристикам осязания и тому, как карта ощущается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тактильная и тифлокартография является отдельным направлением картографии, где действуют свои правила и принципы. Многочисленные разработки классической картографии не всегда могут быть использованы или имеют свои ограничения из-за особенностей пользователей тактильных карт. Анализируя многочисленные исследования и наработки в сфере тактильной графики, тифлопедагогики, дефектологии и сопоставляя их с нормами и принципами картографии, можно сделать ряд выводов:

- Такие свойства картографических знаков, как компактность, наглядность и выразительность, контрастная, относительная и спектральная чувствительность не всегда работают. Это значительно ограничивает составителей тактильных карт и заставляет их сильно «дозировать» информацию на карте.

- На тактильных и тифлографических картах не все приемы и методы построения знаков работают. Фактически, на многих тактильных картах наблюдается пренебрежение точной локализацией и расположением, дается лишь представление о нахождении объекта относительно других объектов или задается направление. Использование диаграмм на тактильных картах категорически не рекомендуется, что сужает круг способов изображения, которые могут быть задействованы для передачи информации.

- Одними из главных инструментов картографа при составлении карты являются шрифты, которые могут передавать не только топонимическую информацию, но также качественные и количественные характеристики. В случае тактильной и тифлокартографии свойства шрифтов и шрифтовая нагрузка не используется, так как существуют жесткие стандарты написания шрифтов Брайля, а также ГОСТ.

- Составители тактильных карт лишены еще одного инструмента при создании обычных карт – цвета. Только на тифлографических картах и только для людей с частичной потерей зрения и некоторыми глазными болезнями можно использовать цвет как изобразительное средство, и то с существенными

ограничениями. Такие переменные, как цветовой тон и светлота фактически не применимы, а яркость, насыщенность и контрастность могут быть использованы только в своих максимальных значениях.

- Принципы и нормы генерализации, принятые в классической картографии, не могут быть применимы либо должны быть сильно персонифицированы в тактильной и тифлокартографии. На тактильных картах средства и методы генерализации целиком подчиняются нормам тактильной графики, за исключением обобщения на тематических картах и определения значимости объекта. Помимо этого, огромное значение при генерализации на тактильных картах имеет технология их производства, так как не всегда методы и материалы для создания рельефной графики дают нужную тактильную детализацию и разрешение.

- Нагрузка на тактильной и тифлографической карте, как общегеографической, так и тематической, не соответствует классическим картам на несколько порядков. Цензы и нормы отбора являются комбинацией из различных масштабных рядов, что заставляет картографов и тифлопедагогов на уровне редакции и корректуры производить многочисленные совместные итерации.

Почти любая тактильная карта – это результат кропотливой работы картографа, тифлопедагога и незрячего человека, которые нашли компромиссное решение в вариантах передачи пространственной информации рельефно-графическим способом. Несмотря на высокий уровень развития современных технологий, процесс создания тактильных карт невозможно автоматизировать. Здесь не работают принципы и средства автоматизации. Все вопросы построения, оформления, генерализации решаются в индивидуальном порядке и не могут быть заложены в программные алгоритмы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ И ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агилера Дельгадо Т. П. Развитие тактильной картографии за рубежом // Геодезия и картография. - 2009. - Т. 70. - № 1. - С. 28-30.
2. Андрюхина Ю. Н., Пошивайло Я. Г., Ананьев В. А. К вопросу разработки типовой методики создания тактильных карт // Геодезия и картография. – 2018. – Т. 79. – № 11. – С. 25-33. DOI: 10.22389/0016-7126-2018-941-11-25-33
3. Беркли Дж. Опыт новой теории зрения / Пер. с англ. – Казань: Голубев, 1912. – XXVIII, 100 с.
4. Бричкуте С. Ю., Хорош С. М. Понимание двухмерных изображений слепыми дошкольниками // Дефектология. – 1991. - № 1. - С. 70-74.
5. Веккер Л. М. К вопросу об осязательном восприятии // Ученые записки Ленинградского университета им. А. А. Жданова. - № 147. Серия философских наук. - Вып. 4. Психология. - Л., 1953. – С. 247-271.
6. Головина Т. Н. О некоторых особенностях осязательного узнавания объектов слабовидящими школьниками // Доклады Академии педагогических наук РСФСР. – 1958. – № 2.

7. Головина Т. Н. Осязательное узнавание объектов слепыми и зрячими школьниками // Специальная школа. – Вып. 3. – М.: Учпедгиз, 1960. – С. 60-67.
8. Дружинина Л. А. Занятия по развитию ориентировки в пространстве у дошкольников с нарушениями зрения: Методические рекомендации / Науч. ред. Л. А. Дружинина. - Челябинск: АЛИМ, изд-во Марины Волковой, 2008. – 206 с.
9. Ермаков В. П. Графические средства наглядности для слабовидящих: Учеб. пособие. - М.: ВОС, 1988. - 20 с.
10. Ермаков В. П., Якунин Г. А. Основы тифлопедагогики: развитие, обучение и воспитание детей с нарушениями зрения: Учеб. пособие для студентов высших учебных заведений. - М.: Владос, 2000. – 240 с.
11. Матюгин И. Ю., Рыбникова И. К., Арлюк Г. А. Зрительная, тактильная, обонятельная память. – М.: Эйдос, 1994. – 480 с. (Школа эйдетики. Развитие памяти, образного мышления, воображения. – Т. 2)
12. Зоричев Д. И. Работа с глобусом и картой в школе слепых // Специальная школа. Вып. 5. – М.: Учпедгиз, 1960.
13. Кёниг П. Руководство по изготовлению тактильной графики. – СПб.: ГУК Гос. б-ка для слепых, 2007. – 69 с.
14. Кулагин Ю. А. Восприятие средств наглядности учащимися школы слепых. – М.: Педагогика, 1969. – 294 с.

15. Лапе Ю. П. Об измерительной функции руки // Доклады Академии педагогических наук РСФСР. – 1960. – № 5. – С. 12-16.
16. Литвак А. Г. Психология слепых и слабовидящих: учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений. - СПб.: Каро, 2006. – 324 с.
17. Логвиненко А. Д. Чувственные основы восприятия пространства. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 223 с.
18. Ломов Б. Ф. Опыт экспериментального исследования двуручного осязательного восприятия // Ученые записки Ленинградского университета им. А. А. Жданова.- № 185. Серия философских наук. - Вып. 6. Психология. - Л., 1954. – С. 112-126.
19. Ломов Б. Ф. Взаимодействие рук в процессе ощупывания // Осязание в процессах познания и труда. – М.: Изд-во Академии пед. наук РСФСР, 1959. – Глава V.
20. Любимов А. А. Анализ современного состояния обучения ориентировке в пространстве инвалидов по зрению // Дефектология. - 2013. - № 6. - С. 84-89.
21. Максименко С. С. Два века наощупь: рельефно-графические пособия как инструмент познания // Библиотека. – 2012. - № 6. - С. 53–56.
22. Манакина С. И. О значении рельефно-графических рисунков в информационном обеспечении незрячих людей // Инновационные формы работы по продвижению книги и популяризации чтения в специальных библиотеках для слепых:

Сборник статей по материалам заседания Секции библиотек, обслуживающих инвалидов (XX Ежегодная конференция РБА, Самара, 17-22 мая 2015 г.). – М.: РГБС, 2015. – С. 184-193.

23. Медведев А. А., Алексеенко Н. А., Васев М. К. Роль туристских тактильных произведений в формировании доступной городской среды // Современные проблемы сервиса и туризма. — 2017. — № 11 (1). — С. 35–42.

24. Медведев А. А., Алексеенко Н. А., Васев М. К. Тактильный атлас Москвы – комплексное картографическое произведение для незрячих // Геодезия и картография. — 2016. — № 7. — С. 16–22.

25. Медведев А. А. Тактильная и тифлокартография: основные достижения // Геодезия и картография. — 2017. — Т. 78, № Спецвыпуск. — С. 56–66.

26. Методика и техника обучения слепых / Коваленко Б. И., Васильев Н. П., Гребнев А. Ф., Зоричев Д. И., Филитис Н. С. – М.: Учпедгиз, 1934. – 158 с.

27. Потемкина А. В. Методика обучения изобразительной деятельности и тифлографика: Учебно-методическое пособие. – СПб.: Изд-во РГПУ, 2004 – 90 с.

28. Милькова В. Н. Тифлографические пособия в помощь обучению незрячих // Информационный бюллетень Российской библиотечной ассоциации. – 2004. – № 30. –С. 103-104.

29. Миракян А. И. Психология пространственного восприятия. – Ереван: Айастан, 1990. – 205 с.
30. Никулина Г. В., Рогушин В. К. О работе научно-практической конференции незрячих учителей и тифлопедагогов Российской Федерации // Дефектология. – 1995. – № 2. – С. 95-96.
31. Семевский Н. А. Обучение графике в школе слепых: Пособие для учителей. — М.: Учпедгиз, 1952. – 207 с.
32. Миллер В. Ф. Обучение незрячих пространственной ориентации: учебное пособие для тифлопедагогов и работников социальных учреждений. - Изд. 2-е, расшир. и доп. – Бийск : БГПУ им. В. М. Шукшина, 2010. – 154 с.
33. Ориентировка незрячих в пространстве: Сб. ст. [Сост. В. А. Глебов]. — М.: Всероссийское общество слепых, 1985. – 52 с.
34. Основы дефектологии / Выготский Л. С. — СПб.: Лань, 2003. – 654 с.
35. Особенности обучения географии в школах слепых детей / Зоричев Д. И. — М.: Учпедгиз, 1934. – 85 с.
36. Особенности обучения слепых графике / Гибор С. М. – М.: Учпедгиз, 1935. – 48 с.
37. Особенности обучения слепых детей географии: Пособие для учителей школ слепых / Зоричев Д. И. — М.: Учпедгиз, 1950. – 190 с.

38. Петров Ю. И., Руцкая Е. Н. Особенности восприятия рельефно-графических пособий незрячими: Методическое пособие. – М.: Рос. гос. б-ка для слепых, 2000. – 148 с.

39. Подколзина Е. Н. Особенности использования наглядности в обучении детей с нарушением зрения // Дефектология. – 2005. – № 6. – С. 33-40.

40. Погорельцева Т. С. Методический подход к исследованию порождения протяженности в осязании // Проблемы психологии восприятия: традиции и современность / Институт психологии РАН; Психологический институт Российской академии образования. – М., 1995. – С. 144-145.

41. Погорельцева Т. С. Особенности и механизмы восприятия пространственной протяженности в осязании // Закономерности порождающего процесса восприятия. Коллективная монография. Депонирована в ИТОП РАО, 2000, № Ц-2000.

42. Пошивайло Я. Г., Андрюхина Ю. Н. Исследование особенностей восприятия тактильных условных знаков школьниками с ограничением зрительной функции // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. Междунар. науч. конгр. Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» (Новосибирск, 17-21 апреля 2017 г.). Сб. материалов в 2-х т. – Новосибирск. -Т. 2. – 2017. – С. 78-83.

43. Пошивайло Я. Г., Дмитриев Д. В., Лесневский Ю. Ю. Современное состояние и перспективы развития тактильной

картографии // ИнтерКарто-Интер-ГИС-2014. Междунар. конф. «Устойчивое развитие территорий: картографо-информационное обеспечение» (Белгород, 23-24 июля 2014 г.). Сб. материалов. - № 20. – Белгород: Изд-во БГНИУ, 2014. – С. 467-470. DOI: 10.24057/2414-9179-2014-1-20-467-470

44. Пошивайло Я. Г., Андрюхина Ю. Н. Исследование особенностей восприятия тактильных условных знаков различными группами пользователей с целью разработки специальных картографических материалов // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий. – 2017. – Т. 22. – № 3. – С. 99-106.

45. Семевский Н. А. Тифлографика в школе // Обучение и воспитание слепых детей. – М.: Учпедгиз, 1956. – С. 129-145.

46. Семевский Н. А. Графика слепых // Курьер ЮНЕСКО: окно, открытое в мир. – 1957. – № 10. – С. 16.

47. Семевский Н. А. Роль тифлотехники в обучении слепых детей и подготовка их к практической деятельности // Специальная школа. – 1958. – № 2. – С. 97-106.

48. Семевский Н. А. Очередные задачи тифлографики // Наша жизнь. – 1969. – № 1. – С. 20-21.

49. Семевский Н. А., Егорова О. И. Пособие по тифлографике для учащихся очно-заочных школ. – М.: Просвещение, 1984.

50. Соколов В. В. Эволюция тифлоинформационных средств // Дефектология. – 2009. – № 5. – С. 57-63.

51. Солнцева Л. И. Современные проблемы тифлопедагогики и тифлопсихологии // Дефектология. – 1991. – № 5. – С. 10-13.
52. Скороходова О. И. Как я воспринимаю и представляю окружающий мир. – Изд. 2-е. – М.: Изд-во Академии педагогических наук РСФСР, 1956. – 376 с.; Скороходова О. И. Как я воспринимаю, представляю и понимаю окружающий мир. – М.: Педагогика, 1972. – 447 с.; Скороходова О. И. Как я воспринимаю, представляю и понимаю окружающий мир. – М.: Педагогика, 1990. – 410 с.
53. Тактильная коммуникация: передача информации через тактильный канал человека / Воронин В. М., Наседкина З. А. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2013 – 163 с.
54. Матюгин И. Ю. Тактильная память. – М.: Центр Эйдос, 1991. – 61 с.
55. Тифло-педагогическая техника: Практическое руководство для школ слепых / Бирилев А. В. – М.-Л.: Гос. изд-во, 1928. – 132 с.
56. Тифлопедагогика: учебное пособие /Амурский гуманитарно-пед. гос. ун-т; сост. М. А. Косьмина. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во АмГПУ, 2012. – 121 с.
57. Феоктистова В. А., сост. Хрестоматия по истории тифлопедагогики: Учеб. пособие... – 2-е изд., испр. – М., 1987.

58. Феоктистова В. А. Совершенствование обучения слепых младших школьников ориентировке в пространстве // Дефектология. – 1987. – № 4. – С. 60-65.

59. Челпанов Г. И. Проблема восприятия пространства в связи с учением об априорности и врожденности. Ч. 1. Представление пространства с точки зрения психологии. – Киев, 1896. – XV, 387 с.

60. Шведова Н. П. Особенности использования рельефно-графических изображений как средства наглядности в школах для детей с нарушением зрения // Дефектология. – 2008. – № 3. – С. 60-67.

61. Шведова Н. П. Рельефная наглядность для слепых // Воспитание и обучение детей с нарушениями развития. – 2013. – № 1. – С. 33-42.

62. Шифман Л. А. Особенности осязательного восприятия формы // Труды гос. Ин-та по изучению мозга им. В. М. Бехтерева. – 1940. – Т. XIII. – С. 27-43.

63. Шукова Г. В. Изучение механизма зрительного восприятия пространственной протяженности // Доклады юбилейной научной сессии, посвященной 85-летию Психологического института им. Л. Г. Щукиной. – М., 1999. – С. 88-95.

64. Шукова Г. В. Порождение зрительного восприятия пространственности // Закономерности порождающего процесса

восприятия. Коллективная монография. Депонирована в ИТОП РАО, 2000, № Ц-2000.

65. Almeida (Vasconcellos), R., Tsuji, B. (2005). Interactive mapping for people who are blind or visually impaired. In: Taylor, D.R.F. (Ed.), *Cybercartography: Theory and Practice*, Elsevier, pp. 411–431.

66. Amick, N.S., Corcoran, J.M., Hering, S., Nousanen, D. (2002). Tactile Graphic kit. In *Tactile Graphic kit. Guidebook*. American Printing House.

67. Andrews, S.K. (1985). The use of capsule paper in producing tactual maps. *Journal of Visual Impairment and Blindness* (79), 396-399.

68. Andrews, S.K. (1988). Applications of a cartographic communication model to tactual map design. *Am. Cartographer* 15(2), 183–195.

69. Apkarian-Stielau, P. and Loomis, J. M. (1975). A comparison of tactile and blurred vision for in perception. *Perception and Psychophysics*, 18, 362-368.

70. Arampatta, D. (1970). Illustrations in social studies textbooks as they affect the visually impaired. Unpublished specialist in education thesis. George Peabody College for Teachers.

71. Arditi, A., Holtzman, D. and Kosslyn, S. M. (1988). Mental imagery and sensory experience in congenital blindness. *Neuropsychologia*, 26, 1-12.

72. Armstrong, J. D. (1978). The development of tactual maps for the visually handicapped. In G. Gordon (Ed.), *Active touch. The mechanism of recognition of object by manipulation. A multi-disciplinary approach* (pp. 249-261). Oxford, England: Pergamon.
73. Baker, C.M., Milne, L.R., Drapeau, R., Scofield, J., Bennett, C.L., Ladner, R.E. (2016). Tactile graphics with a voice. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)* 8 (1), 3.
74. Barth, J.L. (1982). The development and evaluation of a tactile graphics kit. *J. Vis. Impair. Blind. (JVIB)* 76 (7), 269–273.
75. Barth J.L. (1987). *Tactile Graphics Guidebook*. American Printing House for the Blind, Louisville, KY.
76. Barouti, M., and Papadopoulos, K. (2015). Satisfaction of individuals with blindness from use of audio-tactile maps, tactile maps and walking experience as means for spatial knowledge of a city route. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 447-452. Special Issue August 2015.
77. Bauer, H.J. (1952). Discrimination of tactual stimuli. *J. Exp. Psychol. Gen.* 44 (6), 455–459.
78. Benedetti F. (1988). Processing of tactile spatial information with crossed fingers. // *J. Of Exp.Psychol.: Human Percep. and Perform.*; 14 (1), 69-76.
79. Bentzen, B.L. (1977). Orientation maps for visually impaired persons. *Journal of Visual Impairment and Blindness*. May, 71.5,193-196.

80. Bentzen, B. L. and Peck, A. F. (1979). Factors affecting traceability of lines for tactile graphics. *Visual Impairment and Blindness* (September): 264-269.

81. Berla, E.P., and Butterfield, L.H. (1975). Teachers views on tactile maps for blind students: Problems and needs. *Education of the Visually Handicapped*. Dec, 116-118.

82. Berla, E. P. and Murr, J. M. (1975). The effects of noise on the location of point symbols and tracking a line on a tactile pseudomap. *The Journal of Special Education* 9(2): 183-190.

83. Blades, M., Ungar, S. and Spencer, C. (2000). Map use by adults with visual impairments. *The Professional Geographer*, 51, 539-553.

84. Bliss J.C., Crane H.B. (1969). *Tactile perception Research Bulletin*, 19, 205231.

85. Brambring, M. and Laufenberg, W. (1979). Construction and complexity of tactual maps for the blind. *Psychological Research*, 40, 315-327.

86. Bringhammar, C., Jansson. G. and Douglas, G. (1997). The usefulness of a tactile map before and during travel without sight: A research report. Birmingham, UK: University of Birmingham, Research Centre for the Education of the Visually Handicapped (ISBN: 0 704418 886).

87. Brock, A., Oriola, B., Truillet, P., Jouffrais, C., Picard, D. (2013). Map design for visually impaired people: past, present, and future research. *Médiation et Information*. 36, 117–129.
88. Byrne, R. W. and Salter, E. (1983). Distances and directions in cognitive maps of the blind. *Canadian Journal of Psychology*, 37, 293-299.
89. Campbell, J. S. (1997). A code for reducing figure-ground ambiguities in tactile graphics. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 91, 175-181.
90. Clark, J. and Clark, D. D. (1994). Creating tactile maps for the blind using a GIS. 1994 ASPRSI ACSM Annual Convention and Exposition. ASPRS Technical Papers, Reno Nevada.
91. Claudet, P. (2009). *The Typhlo and Tactus Guide to Children's Books with Tactile Illustrations*. Talant, France: Les Doigts Qui Rêvent.
92. Casey S. M. (1978). Cognitive mapping by the blind. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 72(9), 297-301.
93. Castner, H. (1978). Cognitive Mapping by the Blind. *Journal of Visual Impairment and Blindness*. 72, pp. 297-301.
94. Celani G.C. and Milan L.F.M., (2007). Tactile scale models: three-dimensional info graphics for space orientation of the blind and visually impaired. *Virtual and rapid manufacturing: Advanced research in virtual and rapid prototyping*, pp. 801-805.

95. Červenka, P. (1999). Maps and orientation plans for the Visually Impaired. Creation and Usage Methods (in Czech). 66 p., AULA, Prague.
96. Clarke, C.R. (1993), Introduction to Thermoforming 3: Vacuum Forming. Ammanford, Dyfed: C.R. Clarke and Co. (UK) Ltd.
97. Coll, A., Pino, F. (2007). Impact of Tactile Cartography on the Teaching of Geography in Latin America. Proceedings of 23th International Cartographic Conference. Moscow, Russia.
98. Coulson, Michael RC. et al. (1991). Progress in creating tactile maps from geographic information systems (G.I.S.) Output. In Proceedings 15th ICA Conference Mapping the Nations. Vol. 1, p. 167-174.
99. Coulson, M.R.C. (1991). Tactile-map output from geographical information systems: the challenge and its importance. International Journal of Geographical information systems, 5(3): 353-660.
100. Craig, J. C. (1999). Grating orientation as a measure of tactile spatial acuity. Somatosensory and Motor Research 16(3): 197-206.
101. Craig J.C., Sherrick C.E. (1982). Dinamic tactile displays In: Tactual perception, 209-233.
102. Craig J.C. (1985). Tactile pattern perception and its perturbations. // J. Acoust. Soc. Am., 77(1), 238-246.
103. Craig J.C. (1989). Interference in localizing tactile stimuli. // Percept. and Psychoph., 45 (4), 343-355.

104. Dacén-Nagel, D. L. and Coulson, M. R. C. (1990). Tactual mobility maps: a comparative study. *Cartographica* 27(2): 47-63.
105. Dahlberg, M. (1997). Tactile mapping: An unusual GIS application. In Ottoson, L. (Ed.), *Proceedings of 18th ICA/ACI International Cartographic Conference*, 3, (pp. 1417-1421). Stockholm, Sweden: Swedish Cartographic Society.
106. Ducasse, J., Brock, A.M., Jouffrais, C. (2018). Accessible interactive maps for visually impaired users. In: *Mobility of Visually Impaired People*, vols. 537–584 Springer, Cham.
107. Easton R.D., Bentzen B.L. (1980). Perception of tactile route configurations by blind and sighted observers. // *J. of visual impairment and blindness*, Sept., 254-265.
108. Easton R.D., Kenedy C., Bentzen B.L. (1980). Tactile perception of angles. // *J. of visual impairment and blindness*, Sept., 258-261.
109. Edman P.K. (1992). *Tactile Graphics*. American Foundation for the Blind, New York.
110. Eriksson, Y. (1998). Tactile pictures. Pictorial representations for the blind 1784-1940. *Acta Universitatis Gothoburgensis, Gothenburg Studies in Arts and Architecture* 4.
111. Eriksson, Y. (1999). How to make tactile picture understandable to the blind reader. Paper presented at the 65th Annual IFLA Council and General Conference Bangkok, Thailand.

112. Eriksson, Y., Jansson, G. and Strucel, M. (2003). Tactile maps: guidelines for the production of maps for the visually impaired. Enskede, Sweden, The Swedish Braille Authority.
113. Espinosa M. A. and Ochaita E. (1998). Using tactile maps to improve the practical spatial knowledge of adults who are blind. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 92(5), 338-345.
114. Evans P.M., Craig J.C. (1992). Response competition: A major source of interference in a tactile identification task. // *Perception and Psychophysics*, 51 (2), 199-206.
115. Evans P.M., Craig J.C., Rinker M.A. (1992). Perceptual processing of adjacent and nonadjacent tactile nontargets. // *Percept. and Psychoph.* 52 (5).
116. Fleming, L.J. (1986). *Scale Variation in Tactual Maps: Implications for Improved Mobility*. Vancouver: Simon Fraser University.
117. Foulke E. (1982). Reading Braille. *Tactual perception: a sourcebook* / Ed. by E.Foulke, 168-208.
118. Freitas, M.I.C., Ventorini, S.E. (2011). *Cartografia Tátil: Orientação e Mobilidade às Pessoas com Deficiência Visual*. Paco Editorial, SP.
119. Gardiner E.A.H. (2001). *The Role of Tactile Maps in Environmental Education and Recreation in Areas of Managed Countryside*. University of Manchester, PhD. Thesis.

120. Gardiner, A., Perkins, C. (2002). Best practice guidelines for the design, production and presentation of vacuum formed tactile maps. Tactile Book Advancement Group (TBAG).
121. George, B. and Kiernan, P. (2001). An Atlas with a Sense of Touch. Américas, March, pp. 54-55.
122. Gill, J.M. (1972). Tactile graphics. In: Leonard Conf on research into visual handicap. Cambridge, Jail 1972. Conf Report No 62. Southern Regional Assoc for the Blind. 73-77.
123. Gill, J. M. and James, G. A. (1973). A study on the discriminability of tactual point symbols. American Foundation for the Blind Research Bulletin 26: 19-34.
124. Gill, J.M. (1973). Design, Production, and Evaluation of Tactual Maps for the Blind. University of Warwick, PhD. Thesis (unpublished).
125. Gill, J.M. (1974). Tactual mapping. AFB Research Bulletin. American Foundation for the Blind, New York. No 29.57-80.
126. Golledge, R.G. (1991). Tactual strip maps a navigational aids. Visual Impairment and Blindness, Sept: 296301. Golledge, R.D., Loomis, J.M., Klatzky, R.L. (1996). Auditory maps as alternatives to tactual maps. Proceedings, GeoDigital '96 Symposium, Department of Geography, FFLCH, University of São Paulo, 25–28 November, pp. 129–136.
127. Golledge, R.G., Riceand, M., Jacobson, R.D. (2005). A commentary on the use of touch for accessing on-screen spatial

representations: the process of experiencing haptic maps and graphics. *The Professional Geographer* 57 (3), 339–349.

128. Goodrick, B. (1987). *A Map User Guide to Reading Tactual and Low Vision Maps*. Division of National Mapping, Dept. of Resources and Energy, Canberra.

129. Greenspan, J.D. and Bolanowski, S.J. (1996). The psychophysics of tactile perception and its peripheral physiological basis, in *Pain and Touch*, Kruger, L. (Ed.). San Diego: Academic Press. pp 25-104.

130. Gual, J., Puyuelo, M., Lloveras, J. (2012). Analysis of Volumetric Tactile Symbols Produced with 3D Printing. In *ACHI 2012, the fifth international conference on advances in computer-human interactions*. International Academy, Research, and Industry Association, IARIA, Valencia.

131. Hainan C., Wriaht G. (1960). Tactile localization. *Brain: A Journal of neurology*, 83 (14), 677-701.

132. Hampson, P. J., and Daly, C. M. (1989). Individual variation in tactile map reading skills: some guidelines for research. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 83, 505-509.

133. Hatwell, Y., Streri, A., and Gentaz, E. (2000). *Touching for Knowing: Cognitive psychology of haptic manual perception*. Paris: Presses universitaires de France.

134. Heath, W.R. (1958). Maps and Graphics for the Blind: Some Aspects of the Discriminability of Textural Surfaces for Use in Areal Differentiation. University of Washington Doctoral dissertation.

135. Heller M.A, Mayers D.S. (1983). Active and passive tactual recognition of form. *The journal of general Psychology*, 108, 225-229.

136. Heller, M. A. (1989). Texture perception in sighted and blind observers. *Perception and Psychophysics*, 45, 49–54.

137. Heller, M. A. and Schiff, W. (Eds.) (1991). *The psychology of touch*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

138. Heller, M. A. (1992). The effect of orientation on tactual Braille recognition: Optimal touching positions in *Perception and Psychophysics* 51(6), 549-556.

139. Hinton, R. (1993). Tactile and audio-tactile images as vehicles for learning. In D. Burger and J.C. Sperandio, (Eds.), *Non-visual human-computer interactions. Prospect for the visually handicapped (Colloque INSERM, Vol. 228) (pp. 169-179)*. Montrouge, France.: John Libbey Eurotext.

140. Hinton, R. (1996). *Tactile graphics in education*. Moray House Publications.

141. Hirn, H. (2009). Pre-maps: an educational programme for reading tactile maps. Academic dissertation, University of Helsinki.

142. Hollins, M., Faldowski, R., Rao, S., and Young, F. (1993). Perceptual dimensions of tactile surface texture: A multidimensional scaling analysis. *Perception and Psychophysics*, 54, 697-705.

143. Holmes, E., Jansson, G., and Olsson, E. (1996). Tactile enhancement of the reading of a digital map presented via synthetic speech. In Proceedings, Maps and diagrams for blind and visually impaired people : Needs, solutions, developments, Ljubljana, Slovenia, October 21st - 25th, 1996. London: International Cartographic Association, Commission on Maps and Graphics for Blind and Visually Impaired People.

144. Horsfall, B. (1997). Tactile maps: New materials and improved designs. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 91, 61-65.

145. Horsfall, R. B., and Vanston, D. C. (1981). Tactual maps: Discriminability of textures and shapes. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 75, 363-367.

146. Jacobson, R.D. (1992). Spatial Cognition Through Tactile Mapping. *Swansea Geographer*, 29: 79-88.

147. Jacobson, R.D, (1996). Talking tactile maps and environmental audio beacons: an orientation and mobility development tool for visually impaired people. In: Proceedings of the ICA Commission on Maps and Graphics for Blind and Visually Impaired People, vol. 96. pp. 1–22.

148. Jacobson R., Lippa Y., Golledge R., Kitchin R., and Blades M. (2001). Rapid development of cognitive maps in people with visual impairments when exploring novel geographic spaces. *Bulletin of People-environment Studies*, 18, 3-6.

149. Jacobson, D. (2007). The future of tactile cartography: from static raised lines to multimodal dynamic portable computer interfaces. Abstracts of Papers. XXIII International Cartographic Conference, 4–10 August Moscow, Russia.

150. James, G. (1972). Problems in the standardisation of design and symbolisation in tactile route maps for the blind. *The New Beacon*, 56, 87-91.

151. James, G. A. (1974). The design and production of tactile maps for visually impaired people. Unpublished Ph.D.-thesis. Nottingham, England: Nottingham University.

152. James, G. and Gill, J. (1974). Mobility maps for the visually handicapped: A study of learning and retention of raised symbols. In *Research Bulletin*, No. 27 (pp. 87-98). New York: American Foundation for the Blind.

153. James, G. A. and Swain, R. (1975). Learning bus routes using a tactual map. *New Outlook for the Blind*, 69, 212-217.

154. James, G. (1975). A kit for making raised maps. RNIB, London. *The New Beacon*, 59, 696, April, 85-90.

155. James, G. A. and Gill, J.M. (1975). A pilot study on the discriminability of tactile areal and line symbols for the blind. *American Foundation for the Blind Research Bulletin* 29: 23-31.

156. James, G. and Armstrong, J. D. (1976). Handbook on mobility maps. Nottingham, England: University of Nottingham, Blind Mobility Research Unit.

157. James, G.A. (1982). Mobility maps. In: Schiff, W., Foulke, E. (Eds.), *Tactual Perception: A Source Book*, Cambridge University Press, New York, NY.

158. Jansson, G. (1972). Symbols for tactile maps. In B. Lindquist and N. Trowald (Eds.), *European conference on educational research for the visually handicapped*. (Rep. No. 3 1, pp. 66-77). Uppsala, Sweden: Lärarhögskolan i Uppsala, Pedagogiska institutionen.

159. Jansson, G. (1973b). Line and area symbols for tactile maps. (Rep. No. 44). Uppsala, Sweden: Lärarhögskolan i Uppsala, Pedagogiska institutionen.

160. Jansson, G. (1980). To choose standardised symbols for tactile maps. In A. Skov (Ed.), *Nordisk studiekrets vedrørende taktile illustrationsmaterialer. Afholdt på Refsnaesskolen den 3-7 marts 1980* (s. 35-44). Kalundborg, Denmark: Refsnaesskolen.

161. Jansson, G. (1983a). Tactile guidance of movement. *International Journal of Neurosciences*, 19, 37-46.

162. Jansson, G. (1983b). Tactile maps as a challenge for perception research. In J.W. Wiedel (Ed.), *Proceedings of the First International Symposium on Maps and Graphics for the Visually Handicapped* (pp. 68-74). Washington: Association of American Geographers.

163. Jansson, G. (1984). Research needed to get more useful tactual maps. *Aids and Appliances Review*, Issue NQ. 14, pp. 3-6.

164. Jansson, G. (1987). An international pool of useful symbols for tactual pictures. A proposal presented at a UNESCO – Wenner-Gren Center Regional seminar on New technologies for handicapped in special education, May 11 - 15, 1987, at Wenner-Gren Center, Stockholm, Sweden.

165. Jansson, G. (1988). What are the problems with tactual pictures, and what can we do to solve them? In C.W.M. Magne'e, F.J.M. Vlaskamp, M. Soede and G. Butcher (Eds.), *Man-Machine Interfaces, Graphics and Practical Applications* (pp. 18-24). London: Royal National Institute for the Blind.

166. Jansson, G. (1994). Tactile pictures - how good can they be? Föredrag hållna vid talboks- och punktskriftsbibliotekets 100-årsjubileum december 1992 (pp. 19-25). Enskede, Sweden: Talboks- och punktskriftsbiblioteket.

167. Jansson, G. (1999 c). Verbal and tactile map information for travelling without sight. In C. Bühler and H. Knops (Eds.), *Assistive technology on the threshold of the new millennium* (pp. 596-599). *Assistive Technology Research Series, Vol. 6*. Amsterdam: IOS Press.

168. Jansson G. and Monaci L. (2003). Exploring Tactile Maps with One or Two Fingers. In: *The Cartographic Journal* 40.3, pp. 269–271.

169. Jaquiss, R. S. (2011). An introduction to tactile graphics. *Journal of Blindness Innovation and Research*, 1(2). doi: 10.5241/2F1-6

170. Jaquiss, R. S. (2012). Advanced technology for producing tactile materials. *Braille Monitor*, 55(4).
171. Jaquiss, R. S. (2013). Producing tactile materials, an update. *Braille Monitor*, 56(11).
172. Jehoel, S., Ungar, S., McCallum, D. and Rowell, J. (2005a). An evaluation of substrates for tactile maps and diagrams: scanning speed and users' preferences. *Journal of Visual Impairment and Blindness* 99(2): 85-95.
173. Jehoel, S., Ungar, S. and Rowell, J. (2005b). Developing a set of discriminable tactile symbols. *Tactile Graphics*, Birmingham, UK.
174. Jehoel, S., McCallum, D., Rowell, J., Ungar, S. (2006). An empirical approach on the design of tactile maps and diagrams: The cognitive tactualization approach. *British Journal of Visual Impairment* (24), 67-75.
175. Jehoel, S., Sowden, P.T., Ungar, S., Sterr, A. (2009). Tactile elevation perception in blind and sighted participants and its implications for tactile map creation. *Hum. Factors* 51 (2), 208–223.
176. Johansson, R. S. and LaMotte, R. H. (1983). Tactile detection thresholds for a single asperity on an otherwise smooth surface. *Somatosensory Research* 1: 21-31.
177. Johnson, K. O. and Phillips, J.R. (1981). Tactile spatial resolution I: two-point discrimination, gap detection, grating resolution and letter recognition. *Journal of Neurophysiology* 46(6): 1177-1191.

178. Kaczmarek, K. and Bach-y-Rita, P. (1993). Tactile displays. In W. Barfield and T. Furness III (Eds.), *Virtual environments and advanced- interface design* (pp. XX-XX). XX: Oxford University Press.
179. Katz, D. (1989). *The world of Touch* (1925). New Jersey.
180. Kanahori, T., Naka, M., and Suzuki, M. (2008). Braille-embedded tactile graphics editor with Infty System. *Lecture Notes in Computer Science*, 5105, 919-925.
181. Kennedy, J. (1993). *Drawing and the blind*. New Haven, CT: Yale University Press.
182. Kennedy, J. and Domander, R. (1984). Pictorial foreground/background reversal reduces tactual recognition by blind subjects. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 78, 215-216.
183. Kitchin M. R., Blades M., and Golledge R. G. (1997). Understanding spatial concepts at the geographic scale without the use of vision. *Progress in Human Geography*, 21(2), 225-242.
184. Koch, W.G. (2012). State of the art of tactile maps for visually impaired people. In: Buchroithner, M. (Ed.), *True-3D in Cartography – Autostereoscopic and Solid Visualization of Geodata*, Springer-Verlag, Germany, pp. 137-151.
185. Krueger, L.E. (1982). Historical perspective, in *Tactual Perception: a Sourcebook*, Schiff, W. and Foulke, E. (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press. pp 1-54.

186. Kunz, M. (2013). 1856-1906, Historian of the institution for the blind to Mulhouse and Congress presentations and discussions of the Blind. Talant, France: Les Doigts Qui Rêvent. (Original work published 1907).

187. Lambert, L.L., Lederman, S.L. (1989). An evaluation of the legibility and meaningfulness of potential map symbols. *J. Vis. Impair. Blind.* 83 (8), 397-403.

188. LaMotte, R. H. and Srinivasan, M. A. (1987). Tactile discrimination of shape: responses of slowly adapting mechanoreceptive afferents to a step stroked across the monkey fingerpad. *The Journal of Neuroscience* 7(6): 1655-1671.

189. La Motte, Whitehouse J. Tactile detection of a dot on a smooth surface: peripheral neural events. // *J. of Neurophysiology*, 1986, 56 (4), 1109-1128.

190. Landau, S., Russell, M., and Erin, J. N. (2006). Using the talking tactile tablet as a testing accommodation. *RE: View*, 38(1), 7-21.

191. Lawrence, M.M., Lobben, A.K. (2011). The design of tactile thematic symbols. *J. Vis. Impair. Blind. (JVIB)* 105 (10), 681–691.

192. Lobben, A., Lawrence, M., and Pickett, R. (2014). The map effect. *Annals of the Association of American Geographers*, 104(1): 96-113.

193. Lawrence, M.M., Lobben, A.K. (2012). The use of environmental features on tactile maps by navigators who are blind. *The Professional Geographer*, 64(1), 95-108.
194. Lederman, S. J. (1974). Tactile roughness of grooved surfaces. *Perception and Psychophysics*, 16, 385-395.
195. Lederman, S.J., Kinch, D.H. (1979). Texture in tactual maps and graphics for the visually handicapped. *J. Vis. Impair. Blind. (JVIB)* 73 (6), 217–227.
196. Lederman, S. J. (1981). The perception of surface roughness by passive and active touch. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 18, 253–255.
197. Lederman, S. J. (1983). Tactual roughness perception: Spatial and temporal determinants. *Canadian Journal of Psychology*, 37, 498–511.
198. Lee, M. (2017). A SmarTactile map designed for the visually impaired to improve spatial cognition. In: *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*. Springer, Cham, pp. 27–38.
199. Leo, F., Cocchi, E., Brayda, L. (2017). The effect of programmable tactile displays on spatial learning skills in children and adolescents of different visual disability. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 25 (7), 861–872.
200. Leonard, J. A. and Newman, R. C. (1970). Three types of “maps” for blind travel. *Ergonomics*, 13, 165-179.

201. Levi, F. and Rolli, R. (1994). *Manual of Tactile Graphics*. Torino: Silvio Zamorani Editore.
202. Lobben, A., Lawrence, M. (2012). The Use of Environmental Features on Tactile Maps by Navigators Who Are Blind. *The Professional Geographer* (64), 1-14.
203. Lockwood, J.F. (1995). Differentiation of scaled circles for use on tactile cartographic displays. *J. Vis. Impair. Blind.* 89 (5), 469-473.
204. Loomis, J. M. (1981). Tactile pattern perception. *Perception* 10: 5-27.
205. Loomis, J.M., Klatzky, R.L., and Lederman, S.J. (1991). Similarity of tactual and visual picture recognition with limited field of view. *Perception*, 20, 167177.
206. Loomis, J.M. (1993). Counterexample to the hypothesis of functional similarity between tactile and visual pattern perception. *Perception and Psychophysics*, 54 (2), 179-184.
207. McCallum, D., Ahmed, K., Jehoel, S., Dinar, S., Sheldon, D. (2005). The design and manufacture of tactile maps using an inkjet process. *J. Eng. Des.* 16 (6), 525–544.
208. McCallum, D., Ungar, S., Jehoel, S. (2006). An evaluation of tactile directional symbols. *Br. J. Vis. Impair.* 24 (2), 83-92.
209. McLinden, M., and McCall, S. (2002). *Learning through Touch: supporting children with visual impairment and additional difficulties*. London, England: David Fulton.

210. Merry, R.V. and Merry, F.K. (1933). Tactual recognition of embossed pictures by blind children. *Journal of Applied Psychology*, 17: 148- 163.
211. Michel, R. (1999). Interactive layout plan for individual: tactile maps. Ph.D. -thesis, Otto-von-Guericke-Universität, Der Fakultät für Informatik, Magdeburg, Germany.
212. Minatani, K., Watanabe, T., Yamaguchi, T., et al. (2010). Tactile Map Automated Creation System to Enhance the Mobility of Blind Persons—Its Design Concept and Evaluation through Experiment *Computers Helping People with Special Needs*, Vol. *Lecture Notes in Computer Science* 6180/2010, 534-540.
213. Morley, J. W., Goodwin, A. W. and Darian-Smith, I. (1983). Tactile discrimination of gratings. *Experimental brain research* 49: 291-299.
214. Morley, S., and Gunn, D. (2002). Making tactile graphics. Hatfield, England: National Centre for Tactile Diagrams, University of Hertfordshire [Online].
215. Morris, J.E., Nolan, C.Y., 1961. Discriminability of tactual patterns. *Int. J. Educ. Blind.* 11, 50–54.
216. Nagel, D.L., Coulson, M.R. (1990). Tactual mobility maps/a comparative study. *Cartogr. Int. J. Geogr. Inform. Geovisualization* 27 (2), 47-63.
217. Ng, A.W., Chan, A.H. (2014). Tactile symbol matching of different shape patterns: implications for shape coding of control

devices. In: Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, vol. 2.

218. Nogueira, R.E. (2009). Standardization of tactile maps in Brazil. Proceedings, XXIV International Cartographic Conference Santiago, Chile.

219. Nolan, C.Y., Morris, J.E. (1963). Tactual Symbols for the Blind: Final Report. American Printing House for the Blind, Louisville, KY, USA.

220. Nolan, C.Y., Morris, J.E. (1971). Improvement of Tactual Symbols for Blind Children: Final Report. American Printing House for the Blind, Louisville, KY, USA.

221. Nolan, C.Y. (Ed) (1976). Facilitating the education of the visually handicapped through research in communication, Part III: Facilitating tactile map reading. Final Report. APH Inc, Dept of Health, Education and Welfare.

222. Nordiska Kartkommitten (1966). Nordic atlas for blind people. Solna, Sweden: RPH-SYN.

223. Ojala, S., Lahtinen, R., Hirn, H. (2017). Tactile maps–Finnish OandM instructors' experiences on usability and accessibility. *Finn. J. eHealth eWelfare* 9 (4), 313–321.

224. Papadopoulos K., and Barouti M. (2015b). Cognitive maps of individuals with blindness for familiar spaces: Construction through tactile maps and direct experience. *TOJET: The Turkish Online*

Journal of Educational Technology, 96-101. Special Issue September 2015.

225. Papadopoulos, K., Koustriava, E., Koukourikos, P., 2017. Orientation and mobility aids for individuals with blindness: verbal description vs. audio-tactile map. *Assist. Technol.* 1–10.

226. Parkes, D.N., (1988). Conference of the Australian and New Zealand Association of Educators of the Visually Handicapped, Audio-Tactile Mapping for the Visually Handicapped, Ormond College, University of Melbourne, Melbourne, Australia, pp. 18–22.

227. Parkes, D.N. (1994). Multi-media audio-tactile maps and plans: a sound space for blind users with the 'Touchblaster' Nomad system. Proceedings of the 4th International Symposium on Maps and Graphics for the Visually Handicapped People, University of São Paulo, Brazil, February, pp. 20–26.

228. Parkes, D.N. (1995). Access to complex environments for blind people: multimedia maps, plans and virtual travel. Proceedings of the 17th International Conference, vol. 2. International Cartographic Association, Barcelona, Spain, pp. 2449-2460.

229. Parkes, D.N. (1998). Tactile audio tools for graphicacy and mobility: a circle is either a circle or it is not a circle. *The British Journal of Visual Impairment* 16 (3), 99-104.

230. Perkins, C., and Gardiner, A. (1997). What I really, really want: How visually impaired people can improve tactile map design. In Ottoson, L. (Ed.), Proceedings of 18th ICA/ACI International

Cartographic Conference, 4, (pp. 1159-1166). Stockholm, Sweden: Swedish Cartographic Society.

231. Perkins, C. (2002). Cartography: progress in tactile mapping. *Prog. Hum. Geogr.* 26 (4), 521-530.

232. Pick H. L., Jr. (2004). Mental maps, psychology of. In *International encyclopedia of the social and behavioral sciences*. Elsevier Science Ltd.

233. Phillips, J. R. and Johnson, K. O. (1981). Tactile spatial resolution II: neural representation of bars, edges and gratings in monkey primary afferents. *Journal of Neurophysiology* 46(6): 1192-1203.

234. Pike, E., Blades, M., Spencer, C. (1992). A comparison of two types of tactile maps for blind children. *Cartographica Int. J. Geogr. Inform. Geovisualization* 29 (3), 83-88.

235. Preiser, W. F. E. (1985). A combined tactile/electronic guidance system for visually impaired persons in indoor and outdoor spaces. In *Proceedings of the International Conference on Building Use and Safety Technology*. Washington, DC: National Institute of Building Sciences.

236. Ramsamy-Iranah, S., Maguire, M., Gardner, J., Rosunee, S., Kistamah, N., 2016. A comparison of three materials used for tactile symbols to communicate colour to children and young people with visual impairments. *Br. J. Vis. Impair.* 34 (1), 54–71.

237. Rener, R. (1993). Tactile cartography: another view of tactile cartographic symbols. *Cartogr. J.* 30 (2), 195-198.

238. Rowell, J., Ungar, S. (2003a). The world of touch: an international survey of tactile maps. Part: Design. *Br. J. Vis. Impair.* 21 (3), 105-110.

239. Rowell, J., Ungar, S. (2003b). A taxonomy for tactile symbols: creating a useable database for tactile map designers. *Cartogr. J.* 40 (3), 273-276.

240. Rowell, J., Ungar, S. (2003c). The world of touch: an international survey of tactile maps. Part 1: production. *Br. J. Vis. Impair.* 21 (3), 98-104.

241. Rowell, J., Ungar, S. (2005). Feeling our way: Tactile map user requirements - a survey. In: *International cartographic conference, A Coruna.*

242. Rowell, J. (2007). The end of tactile mapping or a new beginning: LBS for visually impaired people. *Proceedings, XXIII International Cartographic Conference, 4–10 August 2007 Moscow, Russia.*

243. Schiff, W. and Isikow, H. (1966). Stimulus redundancy in the tactile perception of histograms. *The International Journal for the Education of the Blind*, 15, 1 -11.

244. Schiff, W., Kaufer, L. and Mosak, S. (1966). Informative tactile stimuli in the perception of direction. *Perceptual and Motor Skill*, 23, 1315-1335.

245. Schiff, W., Foulke, E. (Eds.), (1982). *Tactual Perception: A Source Book*, Cambridge University Press, New York, NY.

246. Schneider, J., Strothotte, T. (1999). Virtual tactile maps. *The 8th International Conference on Human-Computer Interaction, Vol. Volume I*.

247. Sena, C.C.R.G. (2011). Use of didactical resources for people with visual impairment in an application of tactile cartography for geography teaching. *Proceedings, XXV International Cartographic Conference Paris*.

248. Sena, C.C.R.G., Carmo, W.R. (2012). Tactile cartography and geography teaching: LEMADI's contributions. first ed. In: Zentai, L., Nunez, J.R. (Eds.), *Maps for the Future, vol. 5*. Springer, pp. 305–316.

249. Shimizu, Y. and Wake, T. (1982). Tactile sensitivity to two types of stimulation: Continuous and discrete shifting of a point stimulus. *Perceptual and Motor Skills*, 54, 1111-1118.

250. Siekierska, E. and Labelle, R. (2001). Tactile mapping project at Canadian Federal Mapping Agency - Mapping Services Branch, in *Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, ICC 2001 Beijing China, August 6-10, 2001. Mapping the 21st Century, Scientific and Technical Program Committee LOC for ICC 2001 Beijing China (Eds.)*. Beijing: Chinese Society of Geodesy Photogrammetry and Cartography. 5, pp 2932-2942.

251. Siekierska, E., LaBelle, R., Brunet, L., McCurdy, B. Pulsifer, P., Rieger, M. K., and O'Neil L. (2003). Enhancing spatial learning

and mobility training of visually impaired people: a technical paper on the Internet-based tactile and audio-tactile mapping. *The Canadian Geographer*, 47(4), 480-493. doi: 10.1111/j.0008-3658.2003.00037.x

252. Spencer, C., Morsley, K., Ungar S., Pike E., and Blades, M. (1992). Developing the blind child's cognition of the environment: the role of direct and map-given experience. *Geoforum*, 23(2), 191-197. doi: 10.1016/0016-7185(92)90016-W

253. Stellwagen, W.T., Culbert, S.S. (1963). Comparison of blind and sighted subjects in the discrimination of texture. *Percept. Mot. Skills* 17 (1), 61–62.

254. Stevens, J. C., Foulke, E. and Patterson, M. Q. (1996). Tactile acuity, aging and Braille reading in long-term blindness. *Journal of Experimental Psychology: Applied* 2(2): 91-106.

255. Tatham, A.F. (1991). The design of tactile maps: theoretical and practical considerations. In: Rybaczak, K., Blakemore, M. (Eds.), *Proceedings of International Cartographic Association: Mapping the Nations*. ICA, London, UK, pp. 157–166.

256. Tatham, A.F. (2003). Tactile mapping: yesterday, today and tomorrow. *The Cartographic Journal* 40 (3), 258.

257. Tatham, A.F., Dodds, A.G. (1988). *Proceedings of the Second International Symposium on Maps and Graphics for Visually Handicapped People*. University of Nottingham, King's College, London, UK.

258. Taylor F. (2001). Tactile atlas of Latin America. In Proceedings of the Twentieth International Cartographic Conference (ICC2001), Beijing, China: 2894–98.
259. Theissen, N. (2000). Computer-aided Tactual Graphics (Getting Started...). Enfield, Australia: Royal Blind Society.
260. Theurel, A., Witt, A., Claudet, P., Hatwell, Y., and Gentaz, E. (2013). Tactile picture recognition by early blind children: The effect of illustration technique. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 19(3), 233-240. doi 10.1037/a0034255
261. Ungar S., Blades M. and Spencer C. (1993). The role of tactile maps in mobility training. *British Journal of Visual Impairment*, 11(2), 59-62.
262. Ungar, S., Blades, M., Spencer, C. and Morsley, K. (1994). Can visually impaired children use tactile maps to estimate directions? *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 88, 221 -233.
263. Ungar, S., Blades, M. and Spencer, C. (1995). Visually impaired children's strategies for memorizing a map. *British Journal of Visual Impairment*, 13, 27-32.
264. Ungar, S., Blades, M. and Spencer, C. (1996a). The ability of visually impaired children to locate themselves on a tactile map. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, - 90, 526-535.
265. Ungar, S., Blades, M. and Spencer, C. (1996b). The construction of cognitive maps by children with visual impairment. In

J. Portugali (Ed.), *The construction of cognitive maps* (pp. 247-273). Dordrecht, The Netherlands : Kluwer Academic Publishers.

266. Ungar, S., Blades, M. and Spencer, C. (1997). Teaching visually impaired children to make distance judgements from a tactile map. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 91, 163-174.

267. Ungar, S., Espinosa Bayal, A., Blades, M., Ochata, E. and Spencer, C. (1998). Blind and visually impaired people using tactile maps. *Cartographic Perspectives*, Issue 28, pp. 4-12.

268. Van Boven, R. W. and Johnson, K. O. (1994). "The limit of tactile spatial resolution in humans: grating orientation discrimination at the lip, tongue and finger." *Neurology* 44: 2361-2366.

269. Vasconcellos, R. (1995). Tactile mapping for the visually impaired children. *Proceedings 17th International Conference*, vol. 2. ICA, Barcelona, Spain, pp. 1755–1764.

270. Vasconcellos R. (1996). Tactile mapping design and the visually impaired user. In: Wood C, Keller P (eds.) *Cartographic Design: Theoretical and Practical Perspectives*. John Wiley, UK.

271. Vasconcellos, R. (2001). Tactile maps in geography. In: Hanson, S., Weinert, F.E. (Eds.), *International Encyclopedia of Social and Behavioral Sciences*, Elsevier, Boston, MA.

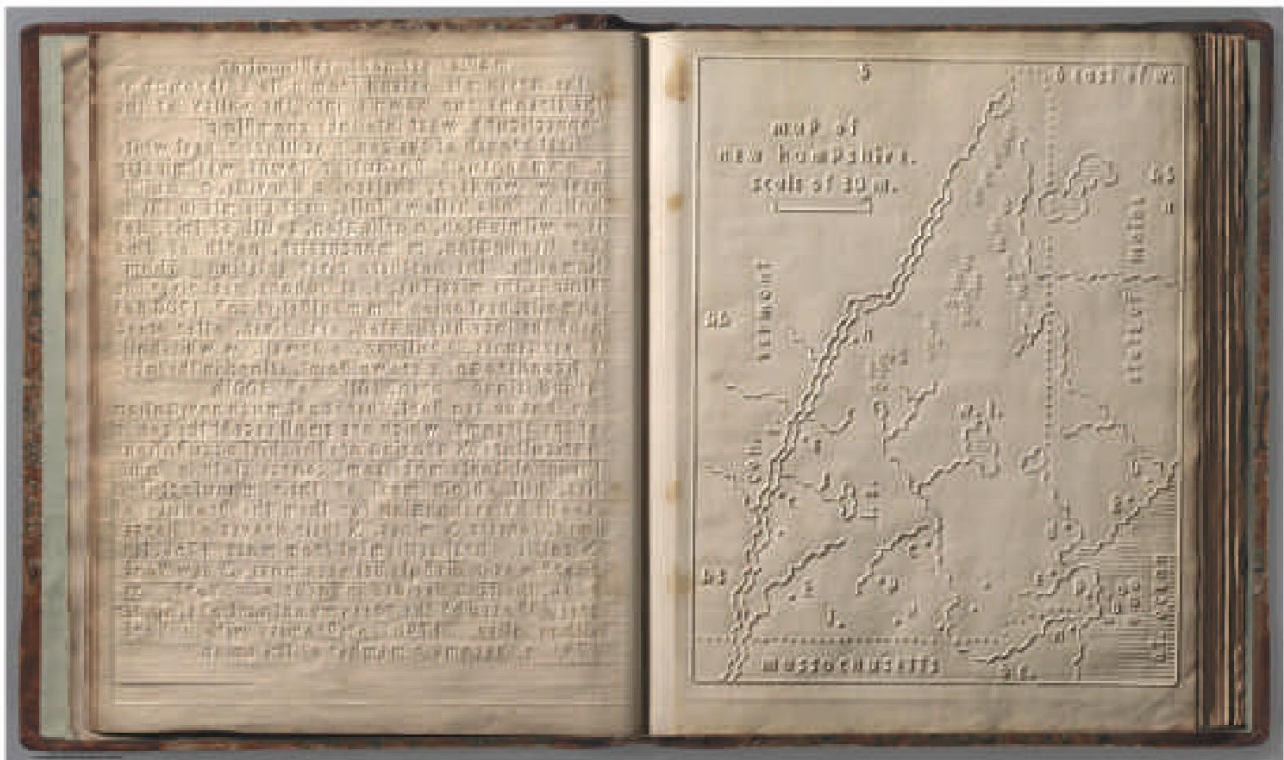
272. Watanabe T. et al. (2014). Tactile Map Automated Creation System Using OpenStreetMap. In: K. Miesenberger et al. (Eds.): *ICCHP 2014, Part II, LNCS 8548*, pp. 42–49.

273. Wiedel, J. W. (1966). Tactual maps for the visually handicapped: Some developmental problems. *The Professional Geographer*, 8(3), 132-139.

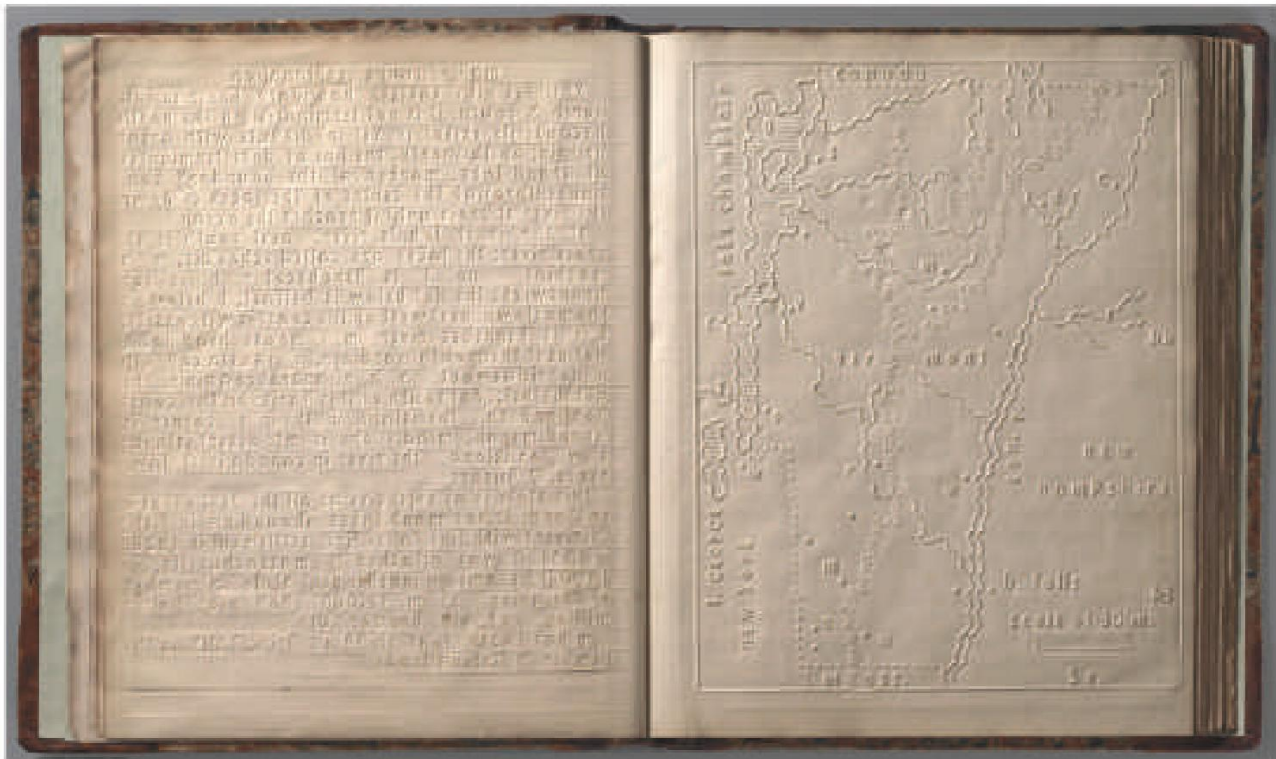
274. Wiedel J.W., Groves P. (1972). *Tactual Mapping: Design, Reproduction, Reading and Interpretation*. University of Maryland, College Park, MD.

275. Wong, W. (1993). *Principles of Form and Design*. John Wiley and Sons, New York.

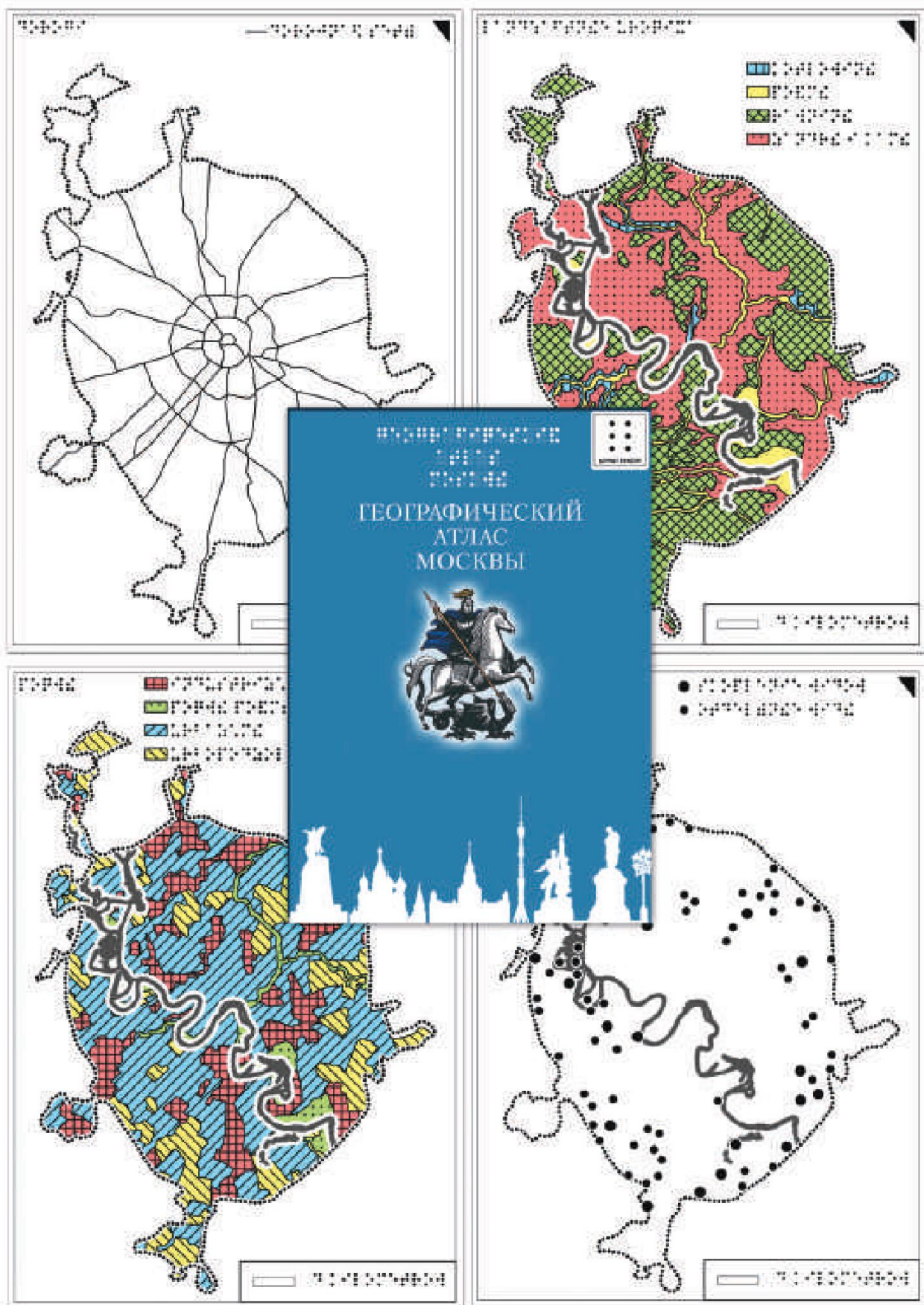
276. Yngström, A. (1988). The tactile map - The surrounding world in miniature. In A. F. Tatham and A. Dodds (Eds.), *Proceedings of the Second International Symposium on maps and graphics for the visually handicapped people*. London: King's College.



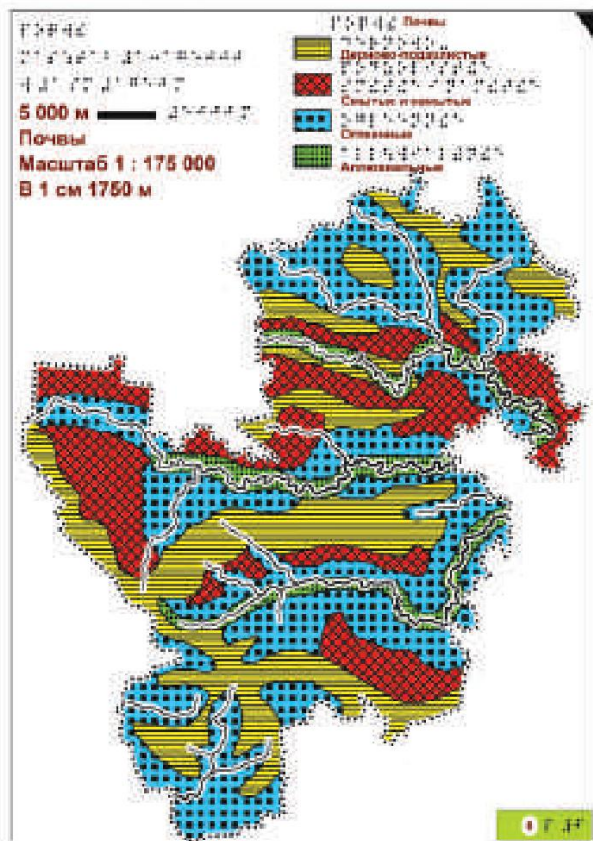
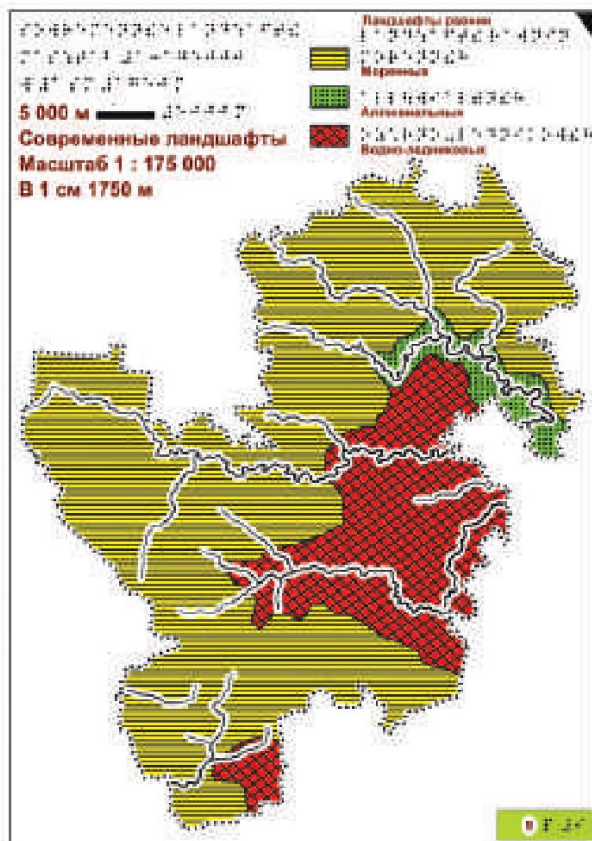
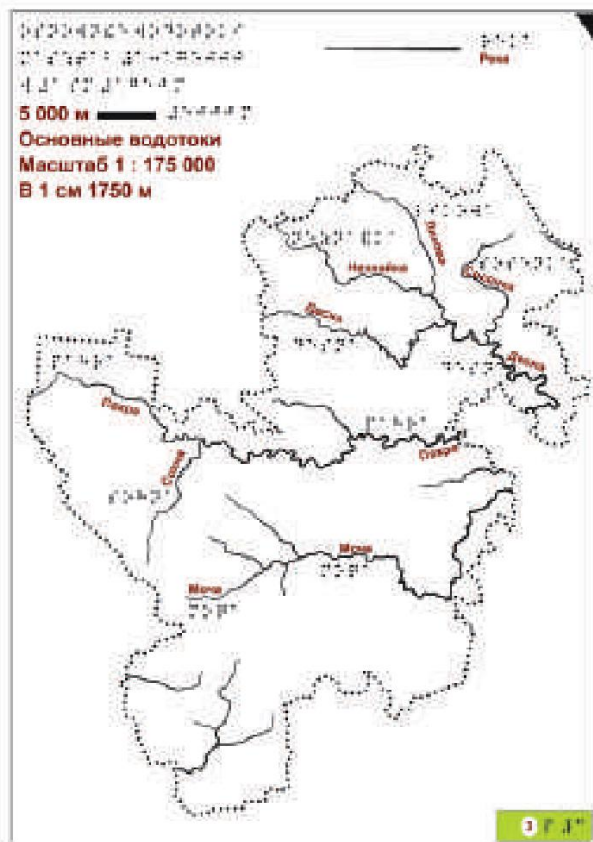
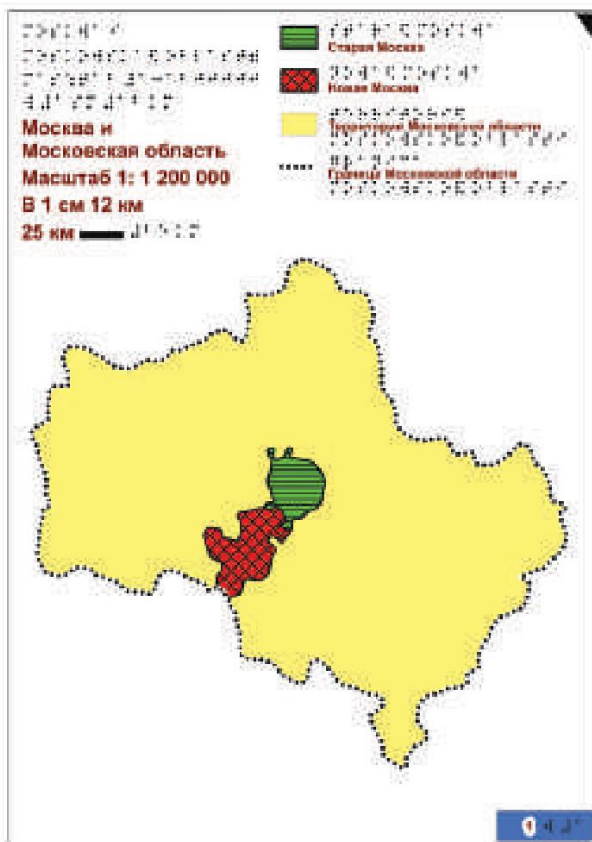
Атлас США для слепых (1837 г.). Бостонская рельефная печать.



Атлас США для слепых (1837 г.). Бостонская рельефная печать.



Географический атлас Москвы для слепых и слабовидящих (2015 г.).
Институт географии РАН. Микрокапсульная бумага.



Территория “Новой Москвы”.

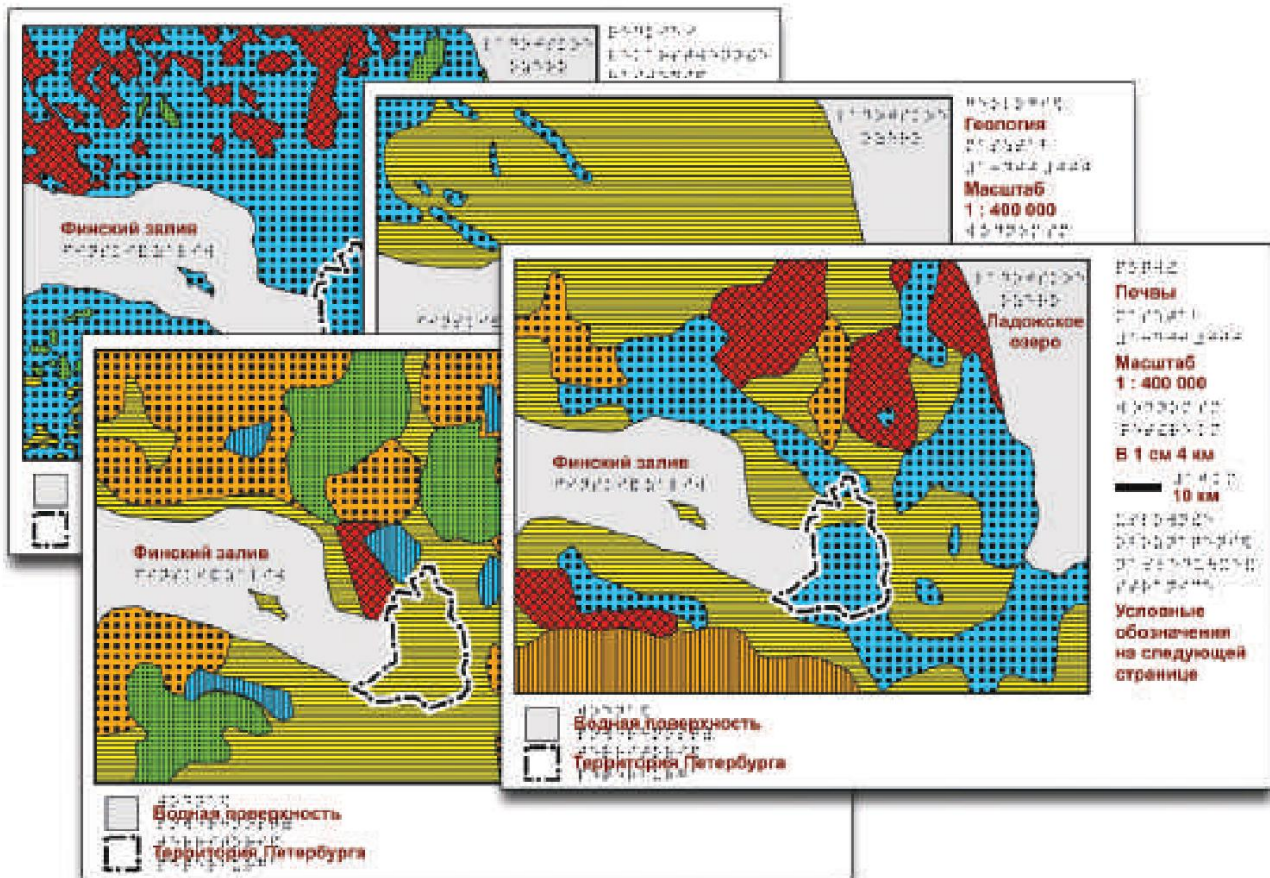
Географический атлас Москвы для слепых и слабовидящих (2015 г.).



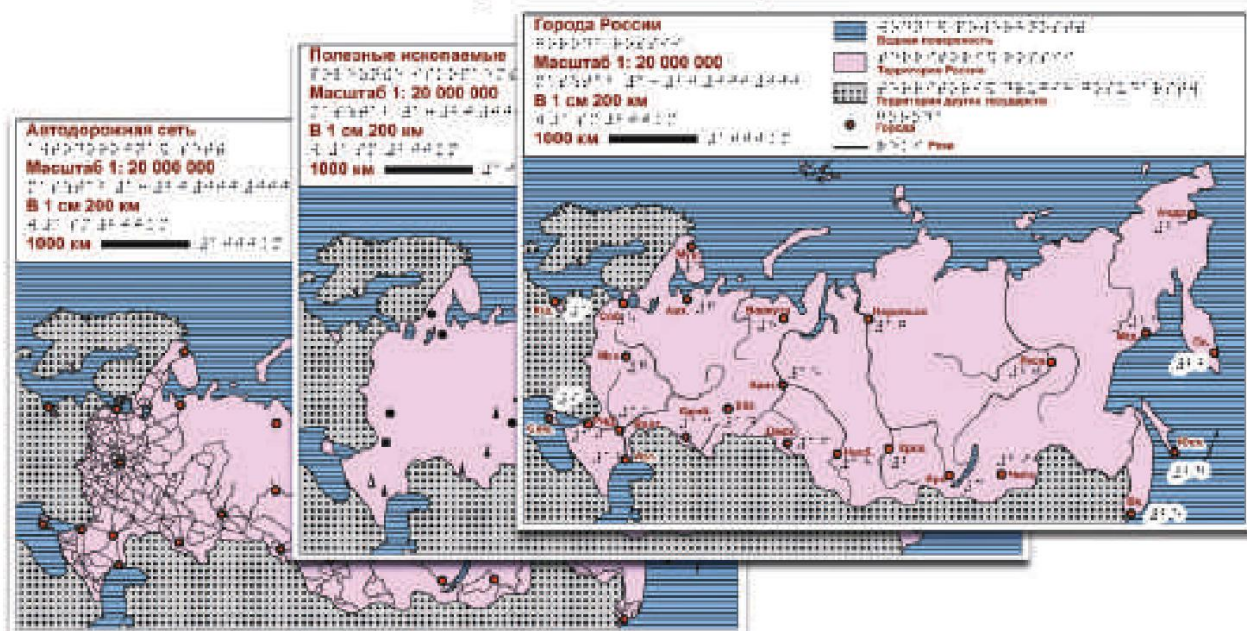
Приложение

Географического атласа Москвы для слепых и слабовидящих (2015 г.).

Институт географии РАН. Тиснение.



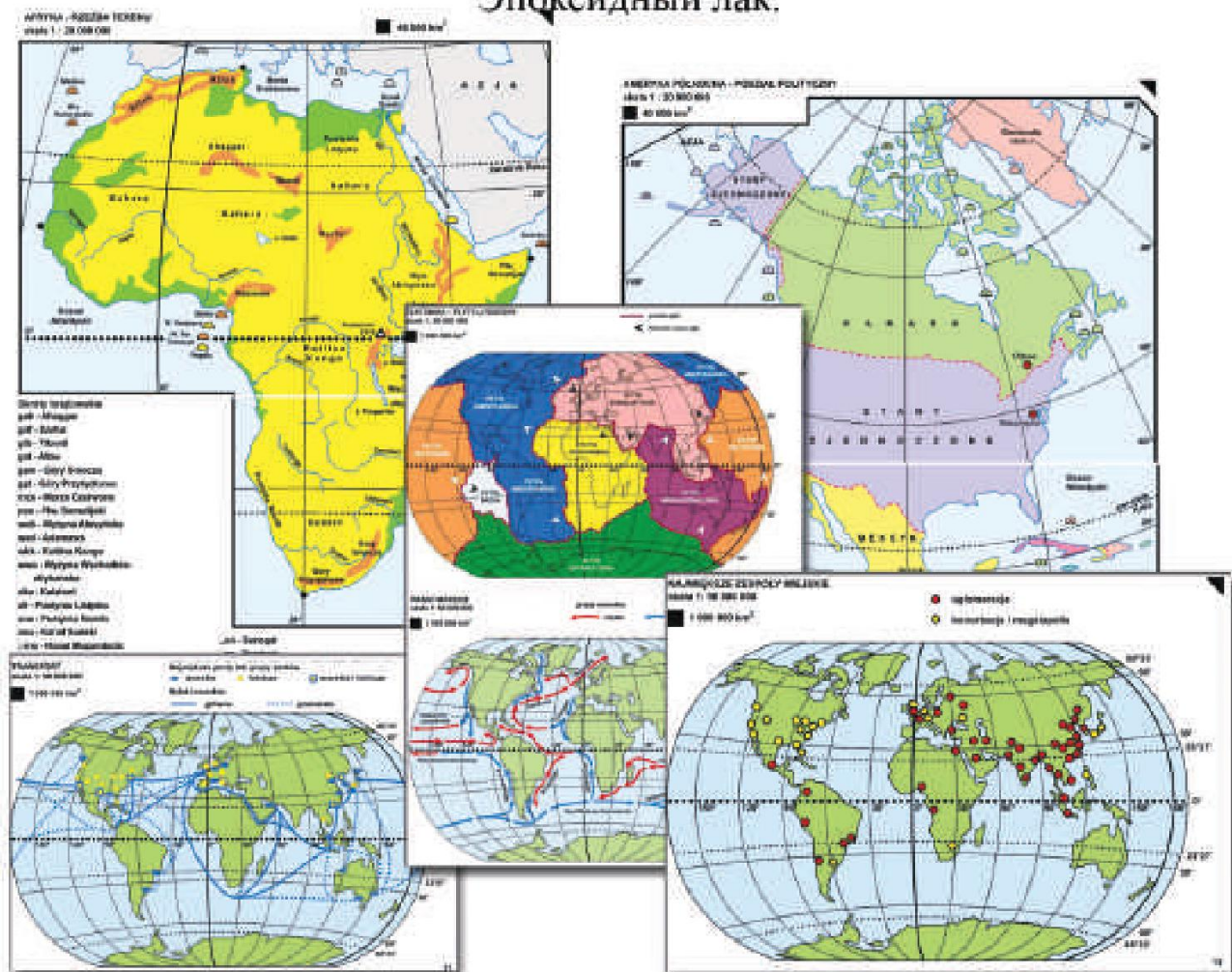
Серия тематических тифлографических карт на Санкт-Петербург и его окрестности (2016 г.). Институт географии РАН. Микрокапсульная бумага.



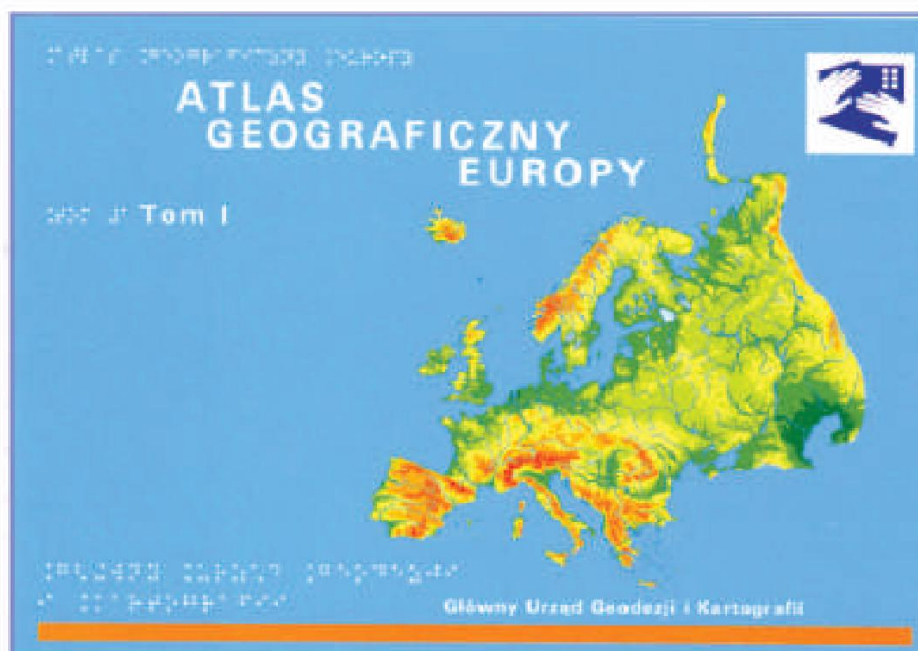
Серия тематических тифлографических карт на территорию России (2018 г.). Институт географии РАН. Микрокапсульная бумага.



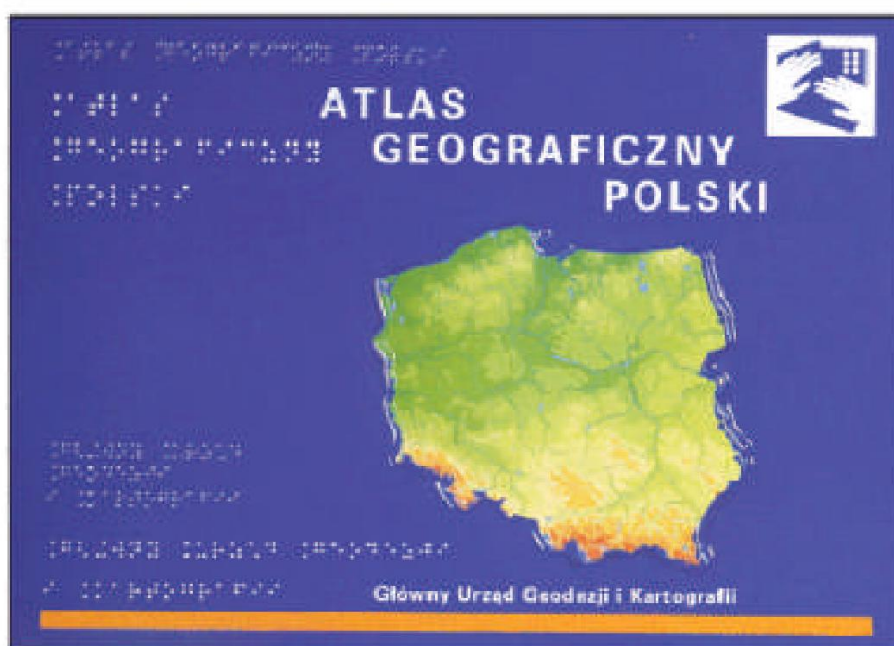
Атлас мира (2012 г.). Студия тифлографики, Польский ГУГК.
Эпоксидный лак.



Примеры карт из Атласа мира (2012 г.).



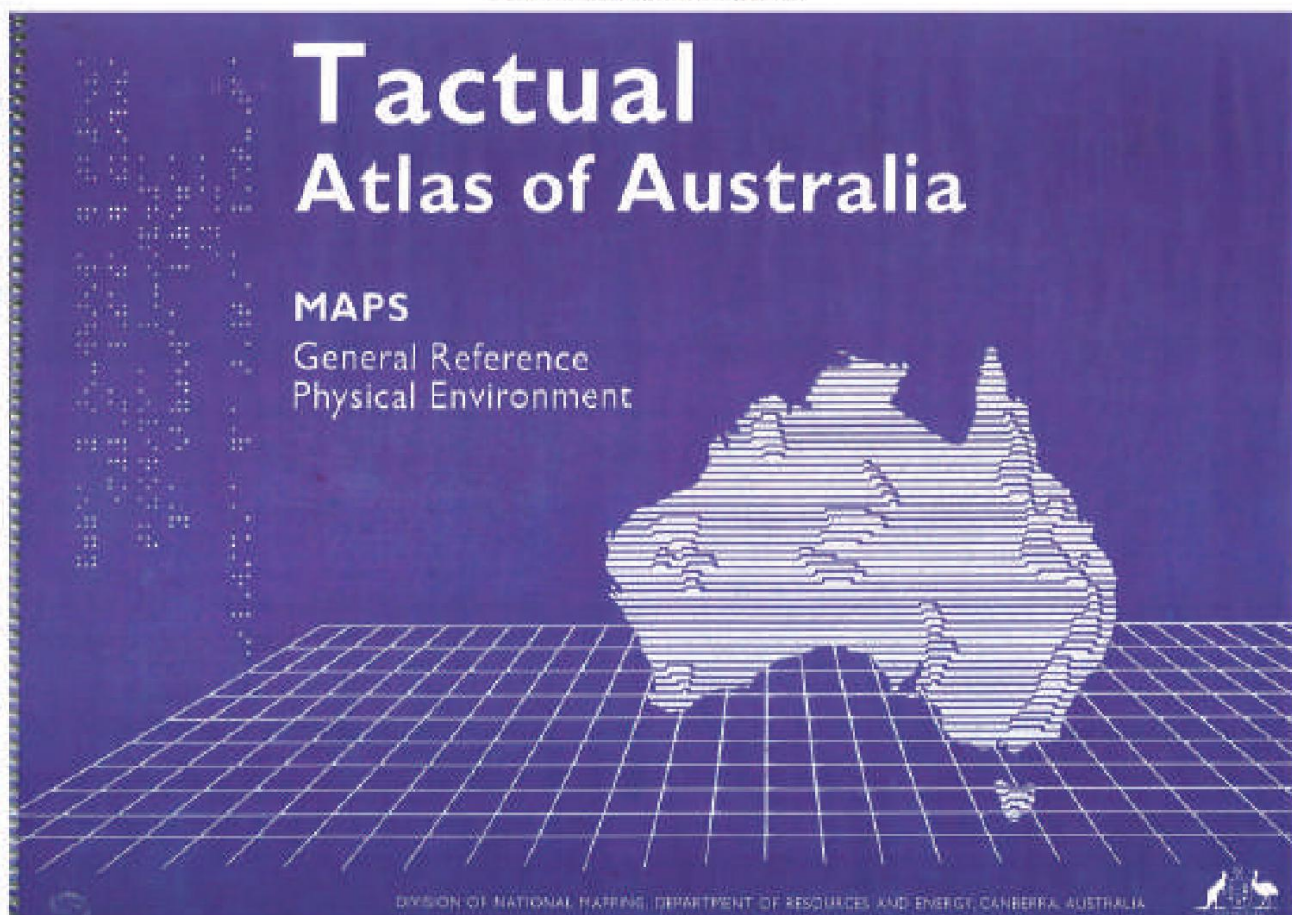
Географический атлас Европы (2007 г.).
Студия тифлографики, Польский ГУГК. Микрокапсульная бумага.



Географический атлас Польши (2004 г.).
Студия тифлографики, Польский ГУГК. Микрокапсульная бумага.



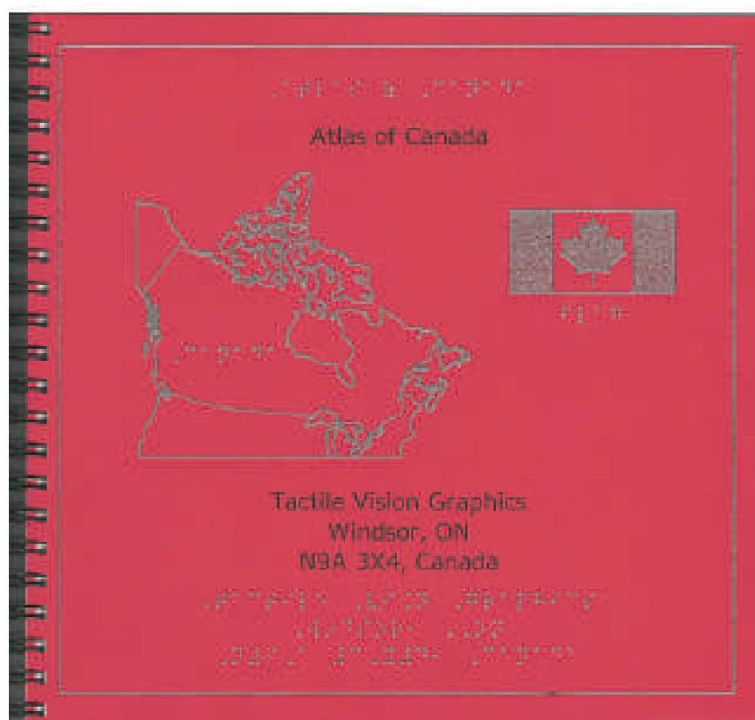
План г. Варшава (2005 г.). Студия тифлографики, Польский ГУГК.
Эпоксидный лак.



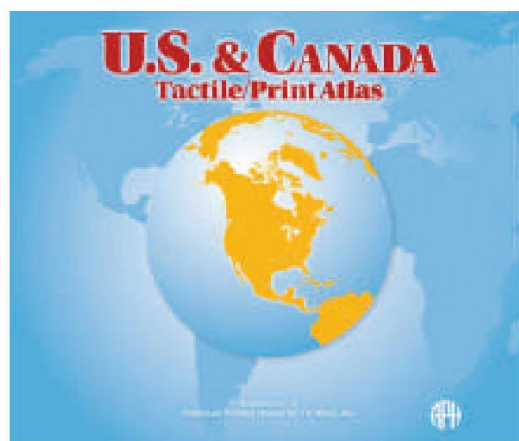
Тактильный атлас Австралии (1987 г.). Пластик.



Тактильный атлас Великобритании и Ирландии (2007 г.).



Тактильный атлас Канады (2005 г.).



Тактильный атлас США и Канады (2002 г.).



Тактильный атлас мира (2014 г.). Китай. Пластик.



Карта Бостона (1830 г.). Стивен Престон Раггз.



Металлическая карта мира (1830-1890 г.). Э. Дж. Фиске, Брэдфорд



Карта Южной Америки (1900 г.). Школа Перкинса. Аппликация.



Политическая карта Европы (1900 г.). Литография, бумага.



Физическая карта Северной Америки (1900 г.). Литография, бумага.



Карта Австралии и Океании (1950 г.). Литография, бумага.



Карта Евразии (1909 г.). Литография, бумага.



Тактильная карта (1956 г.). Институт образования для слепых, Вена.



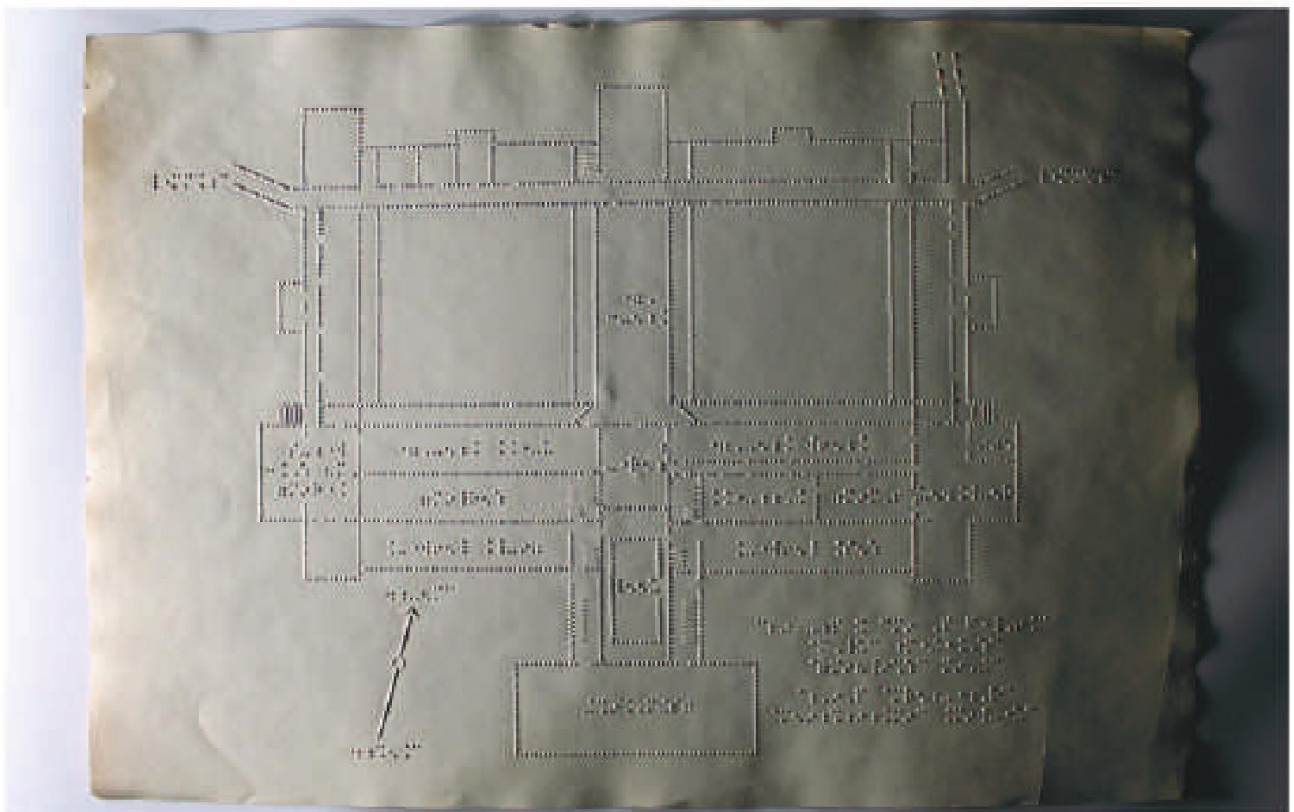
Карта Северной Америки (1920 г.). Швеция.



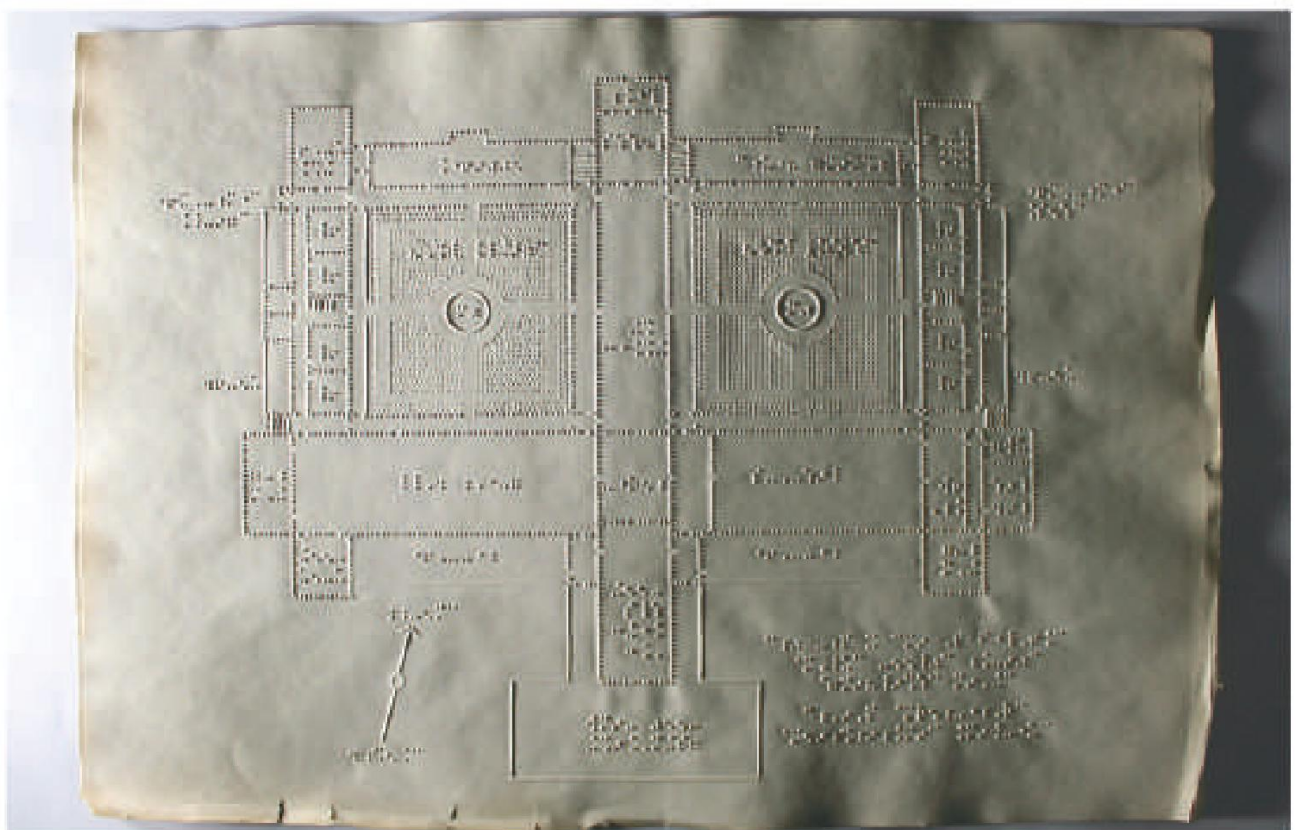
Карта Белых Гор, Нью-Гэмпшир (1876 г.). Бостон.



Карта Соединенных Штатов Северной Америки (1870 г.). Париж.



План этажа Школы Перкинса (1912 г.). Школа Перкинса для слепых.



План этажа Школы Перкинса (1912 г.). Школа Перкинса для слепых.



Карта Австро-Венгрии. Дерево.



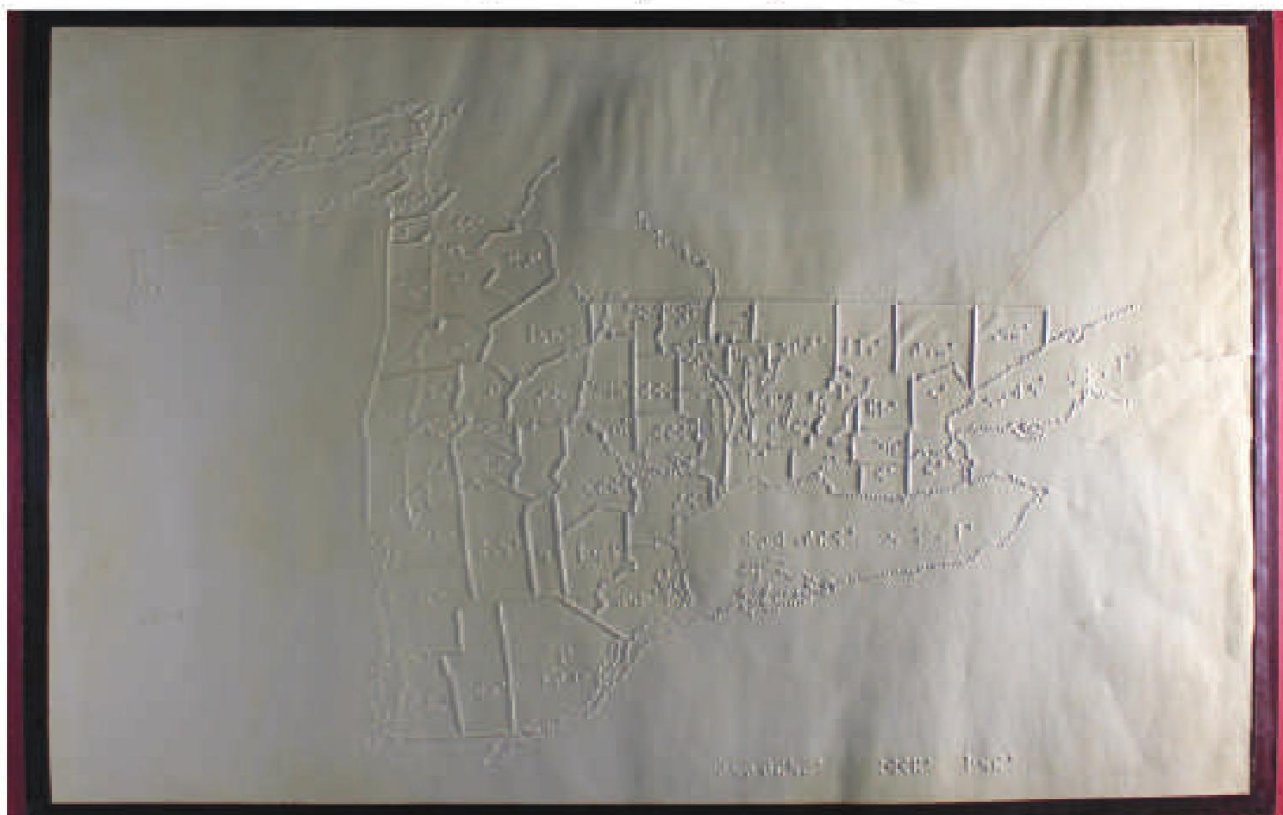
Карта-пазл Европы (1900 г.). Германия.



Тактильная карта Англии и Уэльса (1875 г.). Уильям Мун, Англия.



Тактильная карта Австралии (1890 г.). Англия.



Тактильная карта Пенсильвании (1930 г.). США.



Тактильная карта Южной Америки (ок. 1900 г.). Литография, бумага.



Карта США (1910 г.). Американская типография для слепых.



Иллюстративная рельефная карта Австралии и Океании (1890 г.).



Тактильная карта Англии (1911 г.).



Рельефная карта путешествия израильтян (1843 г.). Лондон.



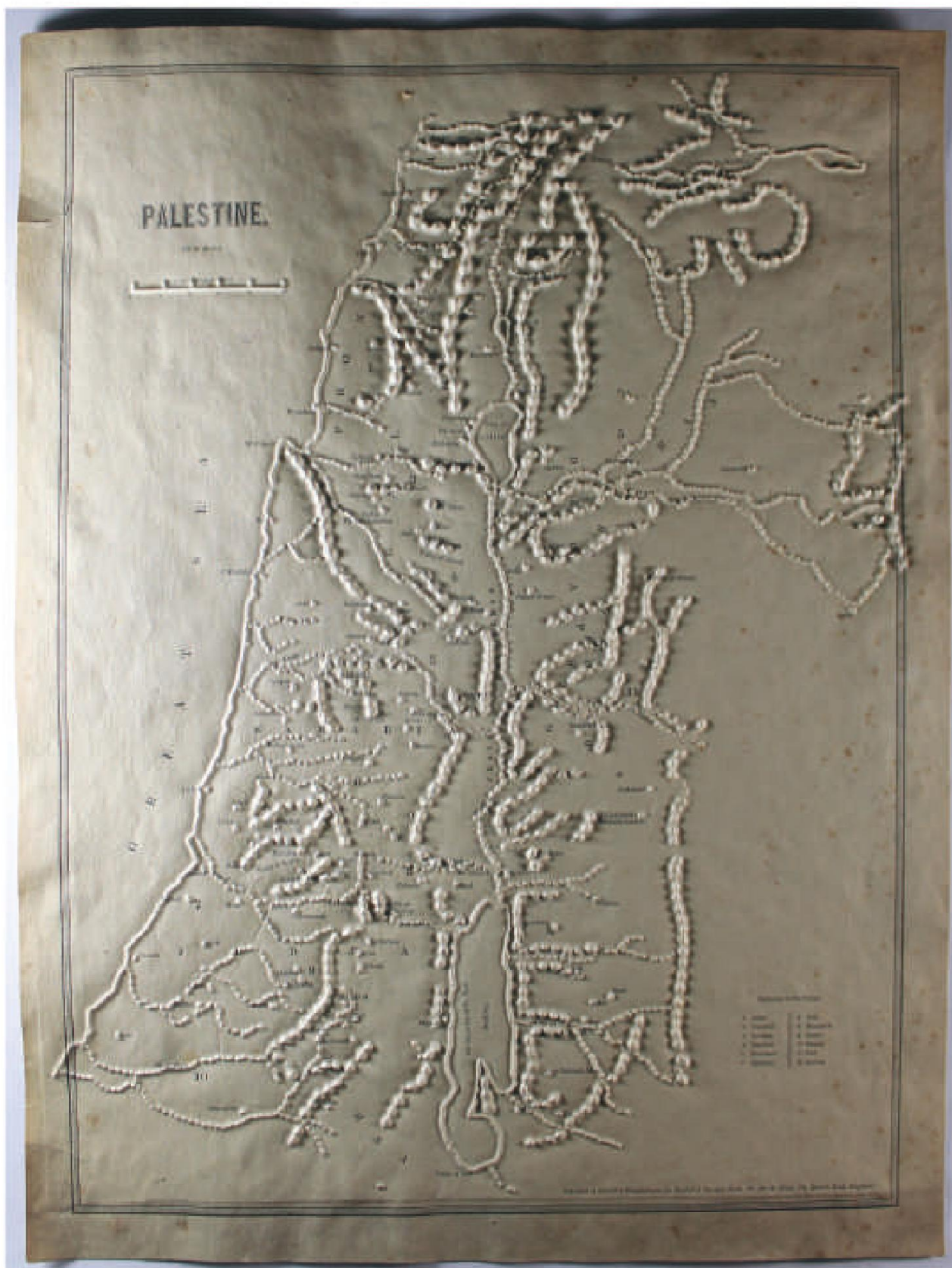
Политическая карта Северной Америки (1954 г.). Париж.



Тактильная карта Палестины (1888 г.). Лондон-Ливерпуль.



Тактильная карта Англии и Уэльса. Литография.



Тактильная карта Палестины. У. Мун.



Политическая карта Северной Америки (1956 г.). Пластик. Париж.



Физическая карта Южной Америки (1956 г.). Пластик. Париж.



Тактильная карта Ирландии.



Тактильная карта Юго-Восточной Азии.



Тактильный план этажа, Школа для слепых, Вена.



Рельефная карта Штатов Новой Англии (ок. 1900 г.). Школа Перкинса.



Тактильная карта Северной Америки (1858 г.). Бразилия.



Тактильная карта Северной Америки (1909 г.). Франция.



Тактильная карта Австралии (1889 г.). Мартин Кунц.



Рельефная политическая карта Австралии. Лондон.



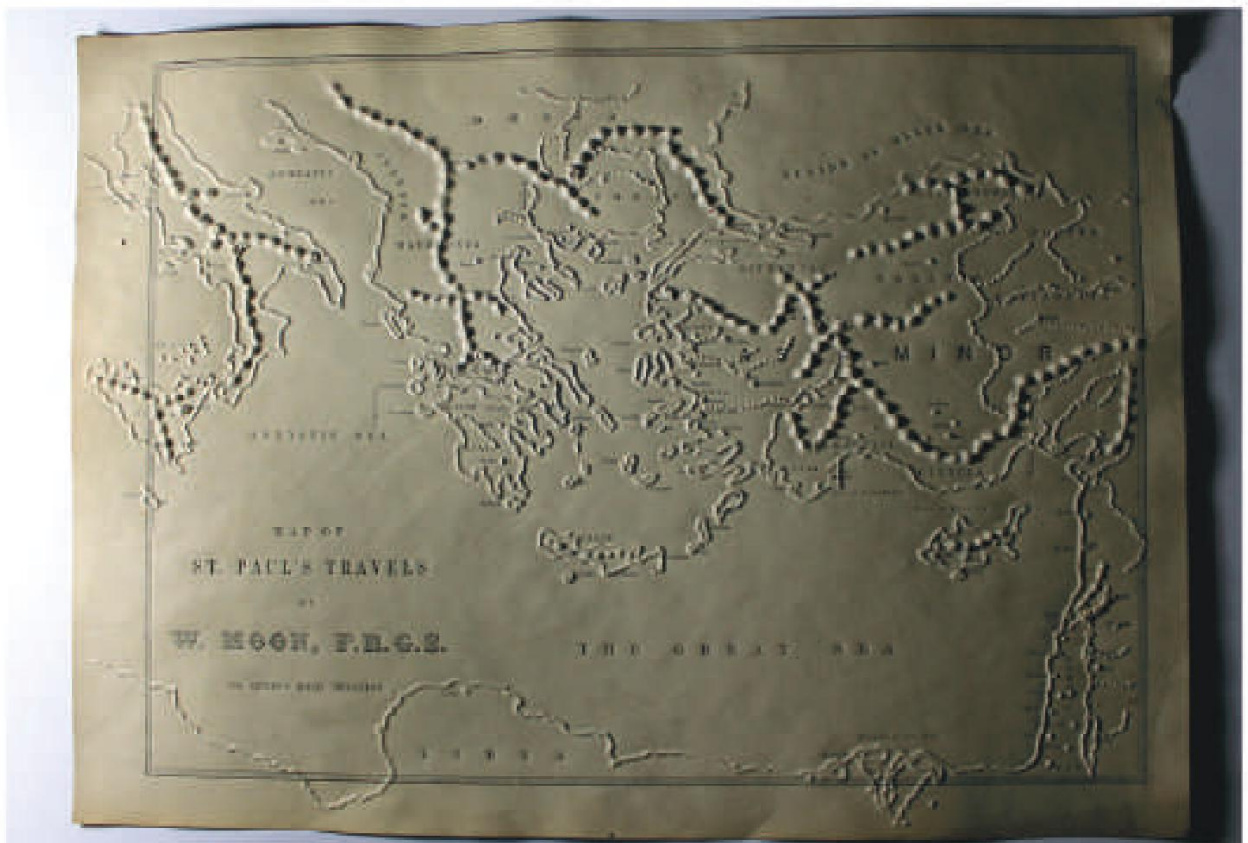
Рельефная политическая карта Южной Африки.



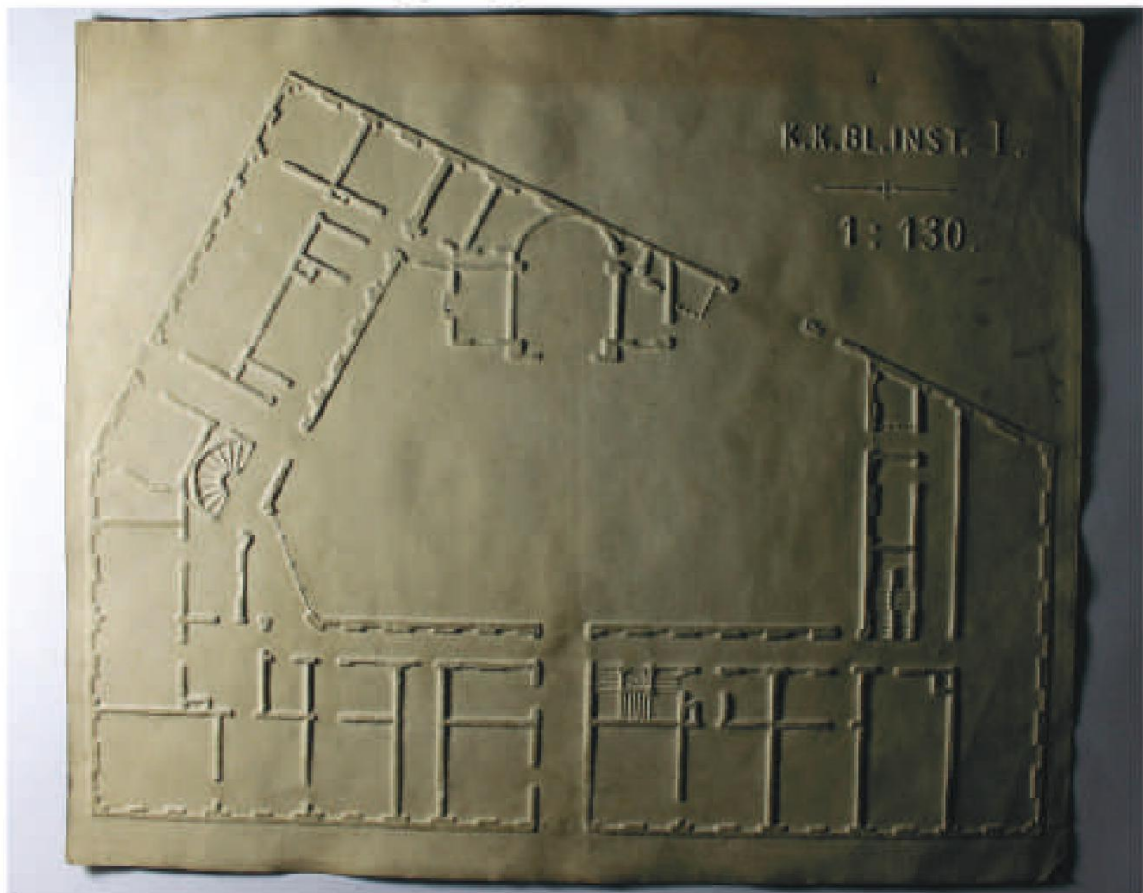
Модельная рельефная карта. А.Кавендайн, Франкфурт, Германия.



Рельефная карта Панамского канала (1912 г.).



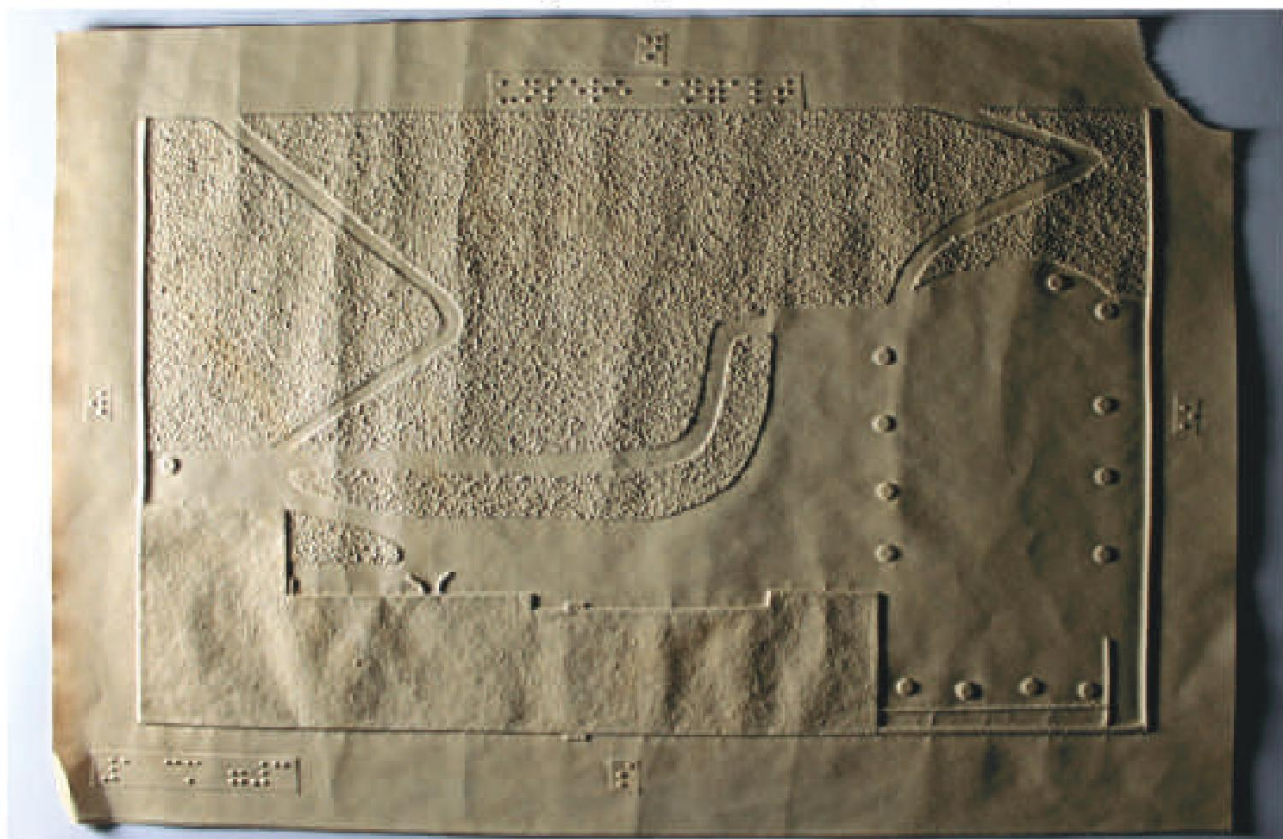
Тактильная карта путешествий Святого Павла.



Тактильный план этажа, Вена (1878 г.).



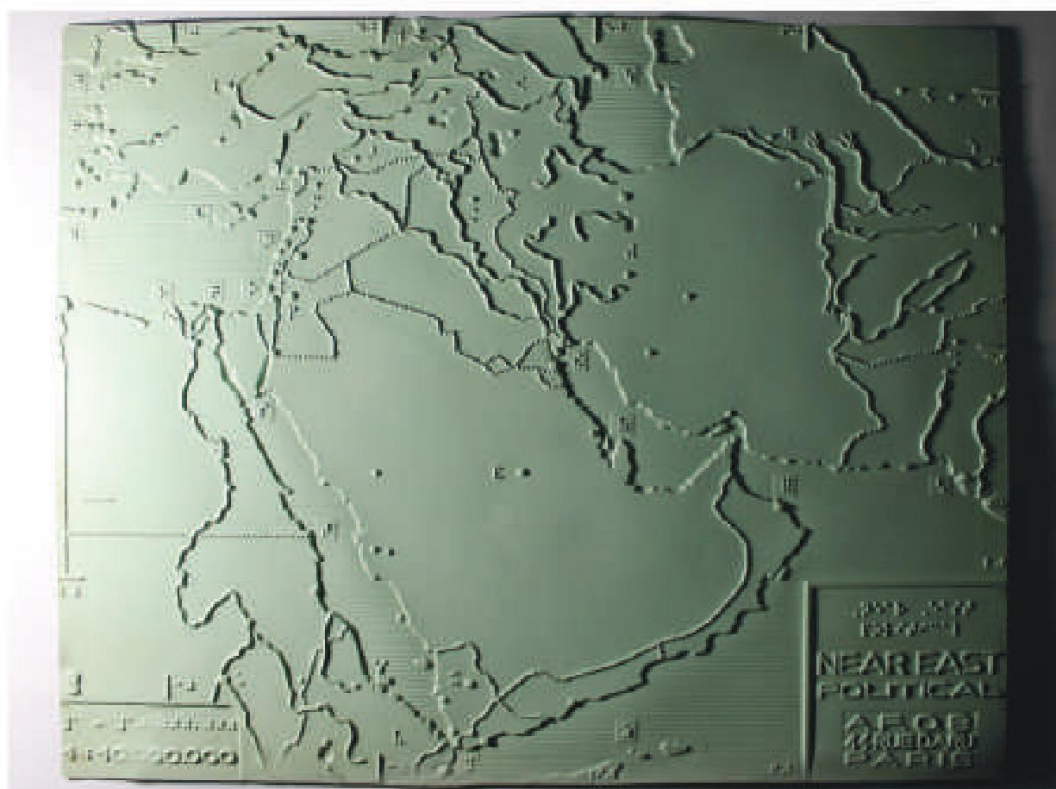
Тактильная карта города, Вена (1956 г.).



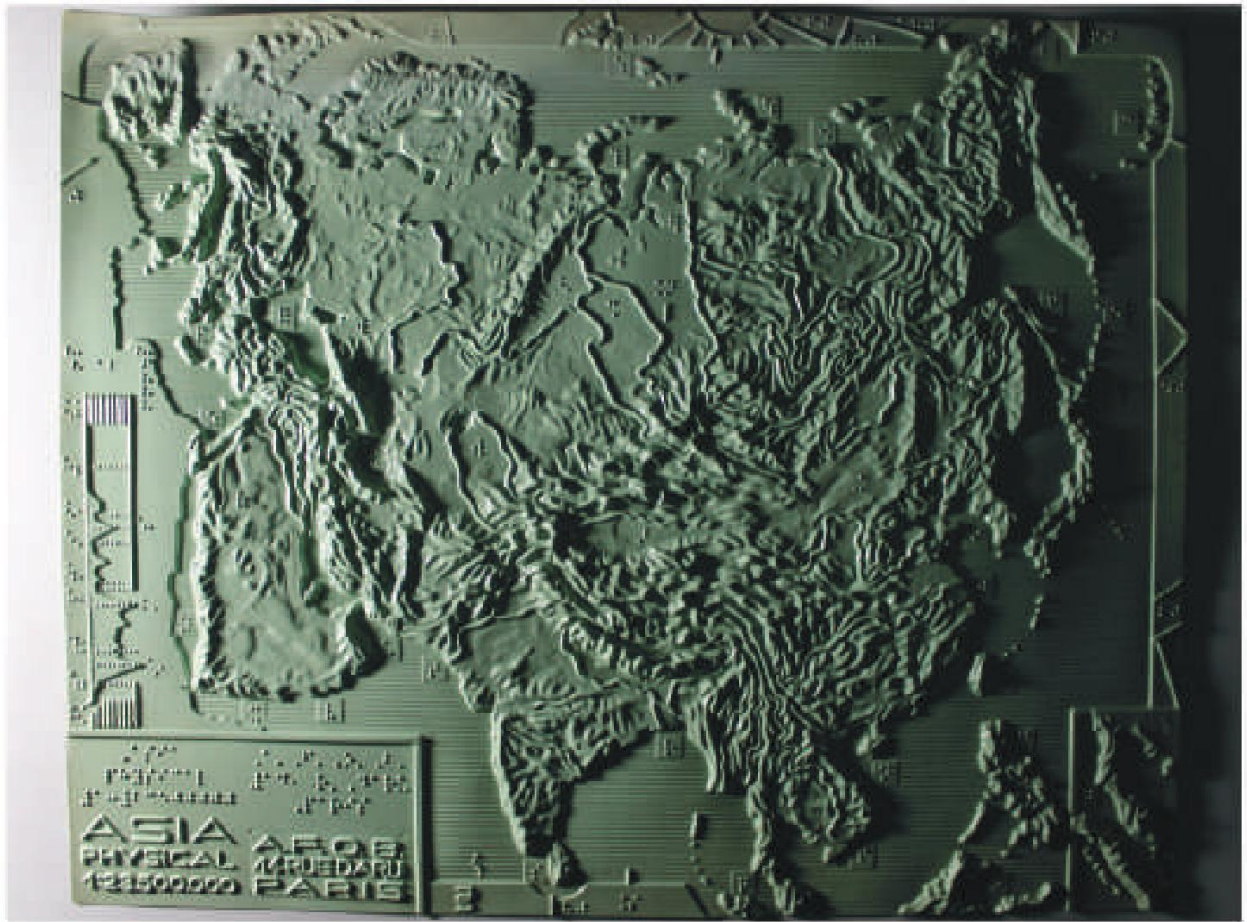
Тактильный план местности, Школа для слепых, Вена (1956 г.).



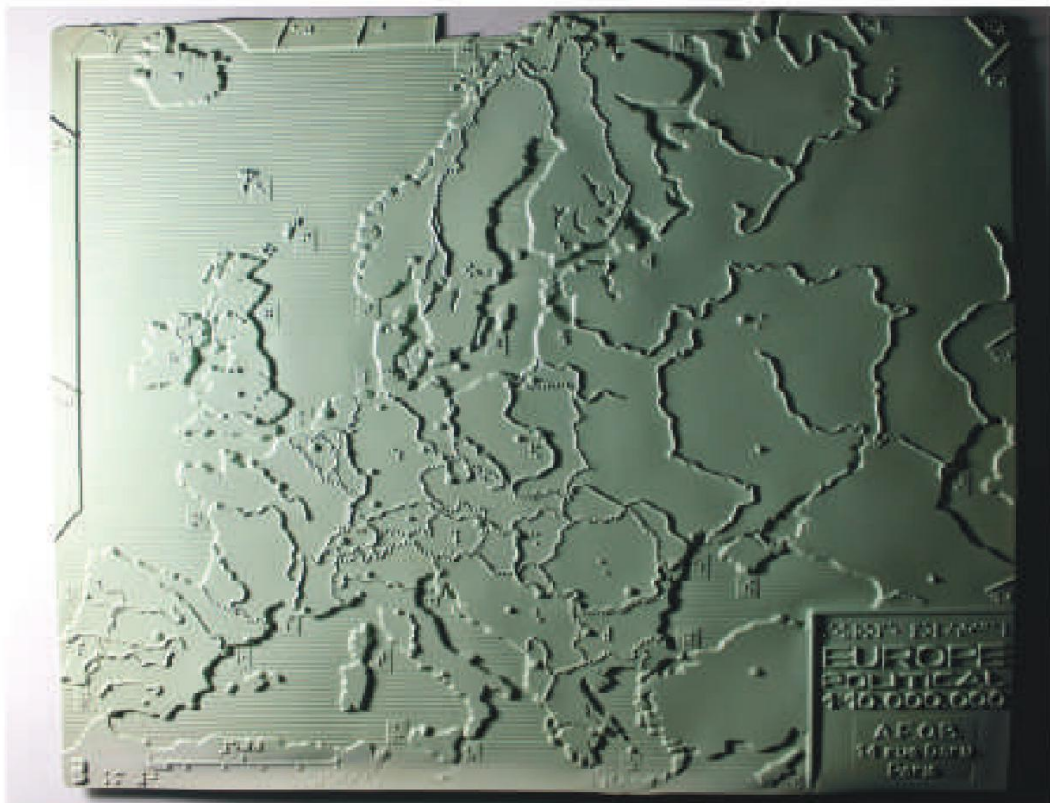
Тактильный план местности, Королевская школа для слепых, Вена.



Тактильная карта Ближнего Востока (1956 г.). Пластик. Париж.



Тактильная физическая карта Евразии (1956 г.). Пластик. Париж.



Тактильная политическая карта Европы (1956 г.). Пластик. Париж.



Тактильная карта Дании.



Тактильная карта США (ок. 1921-1934 г.).



Тактильная карта Австралии и Океании (1910 г.).



Тактильная карта Европы (1910 г.).



Тактильная карта Восточного полушария (1910 г.).



Тактильная карта Азии (1910 г.).



Карта-пазл Австро-Венгерской империи (1882 г.). Вена.



Карта-пазл Австро-Венгерской империи (1882 г.). Вена.



Тактильная карта Франции (1884 г.).



Тактильная карта Европы (1908 г.). Франция.



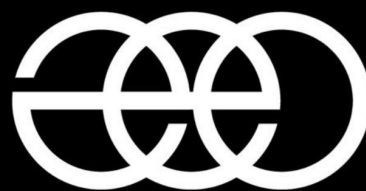
Рельефная карта Европы (1877 г.).



Модель гор (1910 г.).



Рельефные карты территорий. Дерево.



ИНСТИТУТ
ГЕОГРАФИИ
Российской
академии наук
основан в 1918 году

«Я слышал, что мир прекрасен», — сказал слепой.
«Кажется», — ответил зрячий.
Станислав Ежи Лец