

Санкт-Петербургский государственный университет

СТРОГАНОВ Ярослав Владимирович

Выпускная квалификационная работа

Создание карт транспортной доступности учебных заведений Санкт-Петербурга

Уровень образования: бакалавриат

Направление 05.03.03 «Картография и геоинформатика»

Основная образовательная программа СВ.5020 «Картография и геоинформатика»

Научный руководитель:

старший преподаватель кафедры

Картографии и геоинформатики,

к.г.н. Андреева Т.А.

Рецензент:

главный специалист отдела инженерных

изысканий, ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,

к.г.н. Солодов А.А.

Санкт-Петербург

2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ, МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ САНКТ- ПЕТЕРБУРГА	5
1.1. Нормативно-правовая база, регулирующая сферу общественного транспорта.....	5
1.2. Понятие транспортной доступности, ее виды	7
1.3. Методы оценки доступности	8
1.4. Анализ транспортной системы Санкт-Петербурга, описание транспортной инфраструктуры, особенностей движения и доступности различных видов транспорта	9
Глава 2. ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ САНКТ- ПЕТЕРБУРГА	14
2.1. Подготовка пространственных данных	14
2.2. Построение карт транспортной доступности учебных заведений.....	20
2.3. Оценка транспортной доступности учебных заведений	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	27
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	28
Приложение № 1.....	32
Приложение № 2.....	49
Приложение № 3.....	74

ВВЕДЕНИЕ

Транспортная система является наиболее важным элементом в социально-экономической сфере каждого городского поселения. Она определяет его доступность, мобильность и уровень развития. Транспортная система особенно значима в крупных городах, поскольку представляет собой сложный и разветвленный организм, функционирование которого требует постоянного анализа, адаптации и развития. Это касается всех аспектов городской инфраструктуры, включая образовательную сферу.

Актуальность данной работы состоит в том, что город Санкт-Петербург, как один из крупнейших образовательных и культурных центров России, сталкивается с задачей обеспечения удобного и эффективного доступа к учебным заведениям для студентов. Здесь функционируют 45 государственных и 15 негосударственных вузов, а также более 100 ссузов. Согласно данным "Петростата", в городе насчитывается около 400 тысяч студентов. Большинство учебных заведений Санкт-Петербурга расположено в центре города, однако, по причине того, что субъект является обширным по площади, есть и те, которые рассредоточены в разных его концах, например, в Петродворцовом или в Курортном районах. Это создает проблему транспортной доступности учебных заведений, особенно для студентов, проживающих в местах со слаборазвитой транспортной инфраструктурой. Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена проблеме картографирования транспортной доступности учебных заведений в Санкт-Петербурге. Под транспортной доступностью в данном исследовании будет иметься в виду пространственная доступность транспортной системы, которая отражает удаленность образовательных учреждений от мест предоставления транспортных услуг для пассажиров.

Цель работы – создание карт и оценка доступности общественного транспорта образовательных учреждений Санкт-Петербурга.

Для реализации поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- рассмотреть теоретические и правовые аспекты, связанные с общественным транспортом и его доступностью;
- проанализировать особенности исследуемой территории и ее транспортную инфраструктуру;
- рассмотреть методы оценивания транспортной доступности образовательных учреждений Санкт-Петербурга;
- подготовить и обработать пространственные данные;

- смоделировать зоны доступности;
- визуализировать результат на карте;
- оценить транспортную доступность образовательных учреждений и сделать выводы.

Объектом исследования настоящей работы является пешеходная доступность от образовательных учреждений Санкт-Петербурга до остановочных пунктов. Ключевым элементом объекта исследования выступает пешеходная доступность непосредственно в городских районах, где нет метро или же иных транспортных узлов, позволяющих оперативно добраться до пункта назначения.

Предметом исследования является транспортная доступность учебных заведений. В работе проанализированы местоположения образовательных учреждений относительно остановочных пунктов (станций) общественного транспорта, станций метрополитена, а также наличие пешеходных зон вокруг них.

Теоретическая значимость заключается в возможности анализа текущей ситуации с транспортной доступностью учебных заведений Санкт-Петербурга и в выявлении проблем, которые необходимо решить. Кроме того, исследование поможет разработать рекомендации по улучшению транспортной доступности учебных заведений и созданию более комфортных условий для студентов и преподавателей.

Практическая значимость работы состоит в том, что данную методику можно использовать для исследования транспортной доступности других городов.

В рамках выпускной квалификационной работы были использованы данные о местоположении учебных заведений, остановок общественного транспорта и пешеходных сетях. Работа выполнялась с использованием следующих программных средств: ПО QGIS 3.22.3, Inkscape, Microsoft Office 2019.

Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ, МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

1.1. Нормативно-правовая база, регулирующая сферу общественного транспорта

В Российской Федерации в нормативно-правовом поле общественный транспорт и его доступность прямо или косвенно затрагиваются в документах различного уровня. Кроме того, в российской градостроительной практике нормируются такие показатели доступности, как доступность мест работы и учебы.

Конституция Российской Федерации

Конституция РФ (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года) – основной закон страны, имеющий высшую юридическую силу, и распространяется на всю территорию государства. Законы и иные правовые акты, принимаемые в РФ, не противоречат Конституции Российской Федерации. В статье 7 Конституции РФ содержится следующее: Россия – социальное государство, политика которого направлена на обеспечение достойной жизни и свободного развития человека. Это означает, что государственная социальная политика, представляющая собой систему проводимых государством мероприятий, способствующих улучшению качества и уровня жизни, напрямую связана с градостроительством, в том числе и с транспортной сферой.

Градостроительный кодекс РФ

«Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ. Нормативно-правовой акт, устанавливающий основные принципы градостроительной деятельности в России. Законы и иные НПА субъектов Российской Федерации, содержащие нормы, регулирующие отношения в области градостроительной деятельности, не должны противоречить ГрК РФ. В пункте 1 статьи 9 утверждается, что территориальное планирование нацелено на устойчивое развитие транспортной и социально инфраструктуры. В пункте 4 статьи 42 сказано, что материалы по обоснованию проекта планировки территории содержат схему организации движения транспорта (включая транспорт общего пользования) и пешеходов, отражающую местоположение объектов транспортной инфраструктуры и учитывающую существующие и прогнозные потребности в транспортном обеспечении на территории.

Федеральный закон

Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Нормативно правовой акт, являющийся основой для свода правил СП 42.13330.2016. Согласно 3 статье, настоящий закон применяется в области технического регулирования зданий и сооружений любого назначения (в том числе и остановок общественного транспорта), а также связан с процессами их проектирования.

Свод правил

Свод правил СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89» распространяется на проектирование новых и реконструкцию существующих городских муниципальных образований на территории Российской Федерации и содержит основные требования к их планировке и застройке. В статье 11.2 говорится о затратах времени в городах на передвижение от мест проживания до мест работы. Для городов с населением свыше 2 млн. чел. максимально допустимые затраты времени следует определять с учетом фактического расселения, размещения мест труда и уровня развития транспортных систем. Таким образом, фактически затраты на передвижение граждан в крупнейших городах никак не нормализуются. В статье 11.24 содержится информация о том, что дальность пешеходных проходов от объектов различного назначения (в их число входят и учебные заведения) до ближайшей остановки общественного транспорта необходимо принимать до 500 м, от объектов массового посещения дальность должна составлять до 250 м.

Постановление Правительства Санкт-Петербурга

Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 13 июля 2011 года № 945 «О Транспортной стратегии Санкт-Петербурга до 2025 года» создано в целях обеспечения эффективного развития транспортной системы Санкт-Петербурга. В пункте 2.2. содержится информация о том, что обеспечение транспортной доступностью должно осуществляться за счет привлекательности городского пассажирского транспорта и улучшения условий пешеходного движения.

Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации

Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 31 января 2017 г. № НА-19-р «Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и

городским наземным электрическим транспортом» содержит показатели качества транспортного обслуживания населения и их нормативные значения. В пункте 3.1.1. утверждается, что предельные расстояния кратчайшего пешеходного пути от границ участков объектов до остановочных пунктов должны составлять 500 м.

1.2. Понятие транспортной доступности, ее виды

Под транспортной доступностью в настоящем исследовании понимается пространственная доступность транспортной системы – характеристика удаленности учебных заведений (вузов и ссузов), от мест предоставления услуг по транспортировке пассажиров (Lei, Church, 2010; Гребенников В.В., Мунин Д.А., и др., 2012).

В настоящее время отсутствует четкое определение «транспортной доступности», и не существует единой методики ее оценки. В общем случае под транспортной доступностью принимают характеристику определенного пункта или территории, показывающую степень возможности преодоления выбранными способами пространства, отделяющего этот пункт или территорию от других рассматриваемых пунктов или территорий (Мартыненко А.В., Петров М.Б., 2016). Это определение подходит для данного исследования, так как рассматривается пешеходная доступность от учебных заведений до ближайших станций метро, железнодорожных остановочных пунктов, остановок городского пассажирского транспорта.

В зарубежных и отечественных источниках встречается иные интерпретации транспортной доступности. Одна из них – абсолютное время, затраченное на перемещение в определенном направлении с какой-либо целью (например, минимальная продолжительность поездки от места отправки до места назначения), с учетом пространственно-временных особенностей транспортных услуг (Lei, Church, 2010, Farber, Fu, 2017). Также под данным термином понимается время передвижения между местом проживания до места работы для большинства пассажиров (Симанов А.В., 2018).

Таким образом, географическая доступность транспортной системы, в соответствии с изложенными в разделе 1.1. нормативно-правовыми документами, характеризуется расстоянием (дальностью пешеходных подходов) между образовательными учреждениями и объектами транспортной инфраструктуры для пассажиров (станциями метро, остановочными пунктами). Для того, чтобы оценить транспортную доступность необходимо смоделировать пешеходные проходы от характерных точек начала движения пользователей (выходы метро, выходы с железнодорожных станций, остановочные пункты наземного общественного транспорта) и проконтролировать их соответствие нормативам.

1.3. Методы оценки доступности

Как было описано ранее, под транспортной доступностью в данном исследовании понимается именно характеристика расстояния от мест предоставления услуг по транспортировке пассажиров до образовательных учреждений. Поэтому для оценки доступности были использованы методы пешеходной доступности от непосредственных остановочных пунктов таких, как станции метрополитена, станции пригородного железнодорожного транспорта, а также остановочные пункты наземного городского пассажирского транспорта. Для оценки доступности есть множество методов, но существует два наиболее распространенных. Это метод буферного анализа и метод сетевого анализа (Сомов Э.В., 2013, Морозов А.С. и др., 2020).

Метод буферного анализа

Метод построения буферной зоны для оценки доступности объектов преимущественно распространен в связи с простой реализацией с помощью стандартных наборов инструментов ГИС. Подготовка данных и сам процесс моделирования занимают минимальное количество времени. Метод заключается в определении расстояния от объекта до определяемой точки пространства по прямой. То есть строятся буферные зоны с заданным радиусом, в результате которых вокруг остановочных пунктов моделируются зоны доступности учебных заведений. Но таких ситуаций в реальной городской среде не существует, так как людям приходится обходить препятствия (здания, водные объекты, закрытые территории и др.), чтобы достигнуть нужного объекта, и двигаться строго по отведенным для них территориям (тротуарам, внутриквартальным проездам и т.д.). Поэтому данный метод плохо подходит для определения транспортной доступности учебных заведений (Сомов Э.В., 2013).

Метод сетевого анализа

Данный метод заключается в построении модели зон улично-дорожной сети для пешеходов, состоящей из линейных объектов (графов), соединенных звеньями и узлами, а также из точек, от которых начинает распространяться явление (мест предоставления услуг по транспортировке пассажиров) и точек, где это явление заканчивается (образовательных учреждений). Этот метод отражает реальные пешеходные пути, по которым происходит движение пешеходов (Сомов Э.В. 2013).

Метод сетевого анализа имеет преимущество перед методом буферных зон, так как учитывает непреодолимые препятствия, которые могут появиться на пути следования пешеходов. Тем не менее он также не совершенен, поскольку графы существующих моделей пешеходных систем фрагментарны и могут не смыкаться с контурами зданий и подъездов.

Также могут отсутствовать внутридворовые проходы и тропинки. Поэтому, формально, используя метод сетевого анализа, не всегда можно сказать о том, что присутствует «доступность» объекта от остановочного пункта (Морозов А.С. и др., 2020). В этом случае необходимо вручную создавать или удалять линейные объекты для получения корректного анализа сетевой модели. Таким образом, для создания подробной пешеходной сети потребуются большие временные затраты.

1.4. Анализ транспортной системы Санкт-Петербурга, описание транспортной инфраструктуры, особенностей движения и доступности различных видов транспорта

Санкт-Петербург – крупнейший транспортный узел северо-западного административного округа и второй по величине в Российской Федерации после Москвы. Транспортная система Санкт-Петербурга играет ключевую роль в экономике, способствуя целостности городской территории и объединению экономического пространства. В настоящее время развитие транспортной системы становится важным фактором для осуществления современной модели экономического роста, основанной на повышении деловой активности предприятий и улучшении качества жизни горожан (docs.cntd.ru, О государственной...).

В настоящий момент крупные города Европы и Азии характеризуются высокой плотностью городского пассажирского транспорта (далее – ГПТ), обеспечивающей доступность и комфорт пассажиров. В этом вопросе Санкт-Петербург значительно уступает зарубежным городам по объему перевозок, транспортной доступности и безопасности. Это подтверждается тем, что лишь 60,7 процента жителей были удовлетворены качеством обслуживания ГПТ к началу 2023 года. В следствии чего, одной из главных задач транспортного комплекса Санкт-Петербурга является популяризация общественного транспорта среди населения (docs.cntd.ru, О государственной...).

Улично-дорожная сеть Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург расположен на островах в дельте Невы, где она впадает в Финский залив. Петропавловская крепость и Адмиралтейство были одними из первых и наиболее значимых зданий города, которые служили важными ориентирами для развития транспортной сети. Планировочная структура Санкт-Петербурга в основном определяется конфигурацией улично-дорожной сети (далее – УДС) города и исторически развивалась, учитывая близость к водным путям. Нынешняя система УДС Санкт-Петербурга представляет собой смешанную систему, состоящую из: прямоугольных, радиально-дуговых, лучевых, секущих и свободных планировок (kgainfo.spb.ru, Генеральный план...).

Плотность УДС сети города является низкой, и составляет 2,42 км/кв.км. В то время как в Москва данный показатель составляет 13,8 км/кв.км. То же самое и с протяжённостью сети рельсового железнодорожного транспорта и изолированного городского пассажирского транспорта – 0,19 км/кв.км. В Москве данный показатель – 0,92 км/кв.км, а, например, в Мадриде 0,56 км/кв.км (docs.cntd.ru, О государственной...).

По состоянию на начало 2023 г. в Санкт-Петербурге имеется 15 пешеходных улиц, а также других существенных компонентов городской дорожной сети: 447 мостов, 72 путепровода, 53 тоннеля (в т.ч. пешеходных), 18 надземных пешеходных проходов.

Характеристика городского пассажирского транспорта Санкт-Петербурга

Транспорт — это совокупность транспортных средств, инфраструктуры сооружений и устройств, который обеспечивает передвижение грузов и пассажиров в пространстве (Сафонов Е. и др., 2021).

ГПТ представляет собой комплексную систему, включающую управление, транспортную и организационную инфраструктуру, а также изолированную транспортно-дорожную сеть. Основная цель ГПТ заключается в обеспечении удобства передвижения жителей города и обеспечении транспортной доступности всех районов мегаполиса (Пробочкин С.В., 2020).

В настоящее время в Санкт-Петербурге осуществляется перевозка пассажиров различными видами общественного транспорта, включая метрополитен, автобусы (как социальные, так и коммерческие маршруты), городской электрический транспорт (трамваи, троллейбусы), железнодорожный транспорт для пригородных поездок и легковые такси (docs.cntd.ru, О государственной...). Всего на 2024 год в Санкт-Петербурге действует 449 внутригородских маршрутов автобуса, 42 маршрута трамвая и 47 маршрутов троллейбуса наземного городского транспорта (orgp.spb.ru, СПб ГКУ Организатор перевозок).

Всего ежегодно средствами ГПТ Санкт-Петербурга перевозится порядка 2 млрд. пассажиров (более 5 млн. поездок в день). Отсюда около 49 процентов приходится на метрополитен.

Метрополитен

Метрополитен является главенствующим транспортом в городе и составляет структурную основу (каркас) всей системы ГПТ общего пользования Санкт-Петербурга. Данный вид транспорта обеспечивает внутригородские перевозки между центром, его периферией и между различными районами с наиболее высоким пассажиропотоком.

На 2024 г. в метрополитене Санкт-Петербурга работают 5 линий (Рис.1) (Кировско-Выборгская, Московско-Петроградская, Невско-Василеостровская, Правобережная, и Фрунзенско-Приморская) и 86 станций.

Метрополитен считается самым быстрым и надежным общественным транспортом в городе, обеспечивая высокую скорость до 32–40 км/ч. В часы пик поезда ходят с интервалом около 2 минут.

К началу 2024 года зона пешеходной доступности станций метрополитена охватывает 37,2% площади плотно застроенных территорий. Доля территорий в зоне доступности станций метро в центре Санкт-Петербурга составляет 58%, в северных районах – 24%, в восточных – 23,5%, в южных – 12,7%. Некоторые районы Санкт-Петербурга, такие как Красносельский, значительные части Приморского, Красногвардейского, Фрунзенского, Калининского и Выборгского районов, не имеют доступа к метрополитену (docs.cntd.ru, О государственной ...).



Рисунок 1. Схема линий Петербургского метрополитена, 2024 г. (metro.spb.ru).

Сложившаяся сеть метрополитена обслуживает преимущественно радиальные связи между периферийными и центральными районами города, при этом из-за отсутствия хордовых и кольцевых линий не обеспечиваются перевозки населения по широтным связям между густонаселенными окраинными районами Санкт Петербурга (kgainfo.spb.ru, Генеральный план...).

Пригородный железнодорожный транспорт

Пригородный железнодорожный транспорт в Санкт-Петербурге относится к категории пассажирских перевозок, которые обеспечивают связь с районными центрами, областным

центром и включают дачные маршруты (Сильченков, 2012). Поэтому данный вид транспорта особенно актуален для жителей города, живущих, работающих и учащихся в пригородах.

В Санкт-Петербургском железнодорожном узле выделяют четыре дальних и пригородных направления (Волховстроевское, Витебское, Московское, Выборгское) а также четыре преимущественно пригородных направления (Приозерское, Ладожское, Балтийское направление и Сестрорецкое) с основных вокзалов: Московского, Балтийского, Витебского, Ладожского и Финляндского. Для удобства пассажиров все вокзалы непосредственно привязаны к станциям метрополитена. Таким образом система пригородного железнодорожного транспорта является вторым по значимости в Санкт-Петербурге ГПТ и непосредственно «опирается» на систему метрополитена.

Среди преимуществ наземного железнодорожного транспорта можно выделить удобство избежания пробок, особенно в час пик, а также соблюдения графиков отправления поездов. Однако, выбирая такой вид передвижения по городу, пассажир может столкнуться с рядом проблем: наблюдается неполнота покрытия некоторых районов железными дорогами и неразвитость инфраструктуры доступности (например, отсутствия пешеходных дорожек от вокзалов до точек интересов).

В целом, если говорить о доступности, то только около 15% населения проживает в местах, где имеется 15 минутная доступность к железнодорожным станциям. Также следует отметить, что пригородный железнодорожный транспорт не полностью интегрирован в систему ГПТ из-за значительных временных интервалов между электропоездами в определенных направлениях, которые могут достигать часа (kgainfo.spb.ru, Генеральный план...).

Наземный городской пассажирский транспорт

Наземный ГПТ в Санкт-Петербурге включает в себя сеть трамвайных, троллейбусных и автобусных маршрутов.

Система наземного ГПТ Санкт-Петербурга дополняет систему внеуличного скоростного транспорта, обеспечивая транспортное обслуживание населения на межрайонных и внутрирайонных связях в границах районов Санкт-Петербурга, а также на связях с пригородами и городами-спутниками (kgainfo.spb.ru, Генеральный план...). Например, автобусный маршрут №1, проходящий через три района города, соединяет собой целых шесть станций метро (Рис. 2). Это говорит о том, что наземный ГПТ фактически ориентирован на метрополитен.

На 01.01.2024 в городе действует следующая инфраструктура наземного ГПТ: трамвайная сеть включает 42 маршрута, троллейбусная сеть – 47 маршрутов, а сеть автобусных маршрутов ГУП "Пассажиравтотранс" насчитывает 101 маршрут. В то же время существует 347 автобусных маршрутов, обслуживаемых частными операторами, включая 60 маршрутов пригородного сообщения (orgr.spb.ru, СПб ГКУ Организатор перевозок...).

Главной проблемой наземного ГПТ Санкт-Петербурга остаются нерегулярные движения в часы пик, так как происходит задержка рейсов из-за заторов на дорогах общего пользования.

Однако, введенная в 2022 г. Новая модель транспортного обслуживания, суть которой заключалась в развитии маршрутов общественного транспорта, создании остановочных пунктов и обновлении подвижного состава, все-таки повлияла на общую картину инфраструктуры наземного ГПТ (orgr.spb.ru, Описание новой...). В целом, развитие сети положительно сказалась на транспортной доступности в городе.

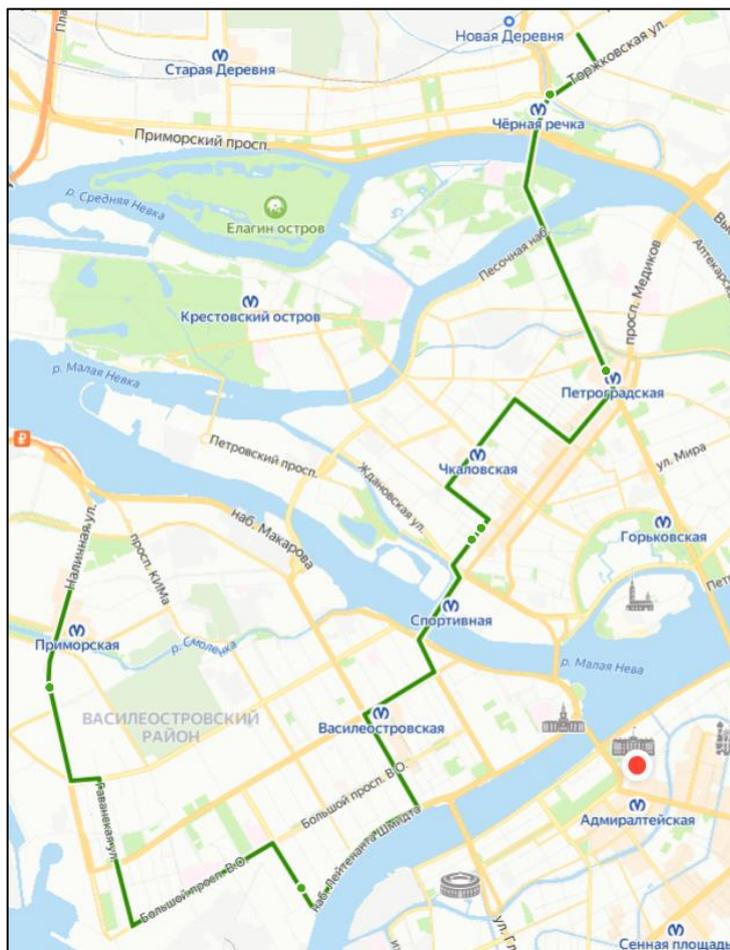


Рисунок 2. Схема автобусного маршрута №1. (yandex.ru).

Глава 2. ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

2.1. Подготовка пространственных данных

Для создания карт транспортной доступности учебных заведений Санкт-Петербурга были использованы пространственные данные на 2024 год. К ним относились: вестибюли метрополитена (выходы), вокзалы (платформы) пригородного железнодорожного транспорта, остановочные пункты наземного ГПТ, пешеходная улично-дорожная сеть, образовательные учреждения (вузы, ссузы).

Главным источником данных для большинства точечных объектов послужил реестр наборов данных «Система классификаторов исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга» (data.gov.spb.ru) (далее – Реестр), где были скачаны файлы в формате XLSX: «Адреса вестибюлей станций метро (Версия №25 от 14.03.2024)» для вестибюлей метрополитена, «Вокзалы (Версия №34 от 18.03.2024)» для пригородного железнодорожного транспорта, «Перечень остановочных пунктов с указанием вида транспорта и с координатами их местоположения (Версия №30 от 18.03.2024)» для наземного ГПТ, «Справочник вузов Санкт-Петербурга, размещенный на портале системы высшего профессионального образования Санкт-Петербурга (Версия №14 от 14.03.2024)» для учебных заведений. В этих файлах содержится информация в табличном виде о наименования, адресах, координатах объектов и т.д.

Для обработки данных, скачанные файлы были открыты в Microsoft Excel 2019 и преобразованы в формат CSV с разделением поля со значениями координат (широты и долготы) на два поля (Рис. 3). Это необходимо было сделать для экспорта данных в ПО QGIS в векторном формате Shapefile.

В	О	Р	Q
Наименование ОО ВО	Адрес фактический	Широта	Долгота
Государственное автономное образовате	Санкт-Петербург, Пушкин, Петербургское шоссе, д. 10	59.739722	30.387778
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8	59.966667	30.316667
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 14	59.9708	30.3103
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Литовская, дом 2	59.9785	30.34
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41	59.9432	30.3732
Санкт-Петербургский имени В.Б.Бобкова	Санкт-Петербург, Софийская ул., д. 52, лит. А	59.856111	30.423333
Санкт-Петербургское государственное ав	199178, г.Санкт-Петербург, 12-я линия В.О., дом 13, литера А	59.938611	30.274722
Федеральное государственное автономн	Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 67	59.929444	30.296111
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Зодчего Росси, д. 2	59.930278	30.335833
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1	59.916389	30.316667
Санкт-Петербургский филиал федеральнс	Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 3, корп.1, лит. А	59.980236	30.326872
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Двинская, д. 5/7	59.909722	30.249722
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9	59.923889	30.315833
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, Малоохтинский проспект, д. 98	59.921667	30.407778
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Моховая, д. 34	59.940603	30.345817
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, набережная реки Мойки, д. 48	59.933889	30.319444
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Глинки, д. 2	59.925833	30.298056
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2	59.729722	30.388056
Федеральное государственное образоват	Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 17	59.937778	30.289722
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Правды, д. 13	59.922222	30.339722
Федеральное государственное бюджетнс	191186, г.Санкт-Петербург, Миллионная улица, дом 1, литера А	59.9462	30.3313
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3	59.918056	30.276111
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 18	59.934722	30.316389
Федеральное государственное бюджетнс	Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22	59.934722	30.317778

Рисунок 3. Разделение полей с координатами в MS Excel.

В процессе анализа данных, полученных из «Системы классификаторов Санкт-Петербурга», было выяснено, что ни один набор пространственных данных не соответствует требуемой точности и полноты для последующего исследования и обработки. Для уточнения использовались данные из открытых источников: веб-картографического проекта OpenStreetMap (далее – OSM), ресурсов с данными дистанционного зондирования (космическими снимками, ортофотопланами). В связи с этим первоначально возникла необходимость устранить неточности и обеспечить полноту пространственных данных.

Вестибюли станций метрополитена

Как уже было сказано ранее, метрополитен является основным транспортом в городе и составляет каркас всей системы ГПТ. Поэтому в исследовании необходимо было точно указать места, где пассажирам непосредственно предоставляются услуги по транспортировке данным видом транспорта. В случае метро это вестибюли станций метро, а именно, входы и выходы из них.

Для получения пространственных данных о вестибюлях станций метро была использована информация из OSM, так как в Реестре отсутствовала необходимая информация о координатах вестибюлей, а также об их входах и выходах. Чтобы выгрузить пространственные данные о входах и выходах из метрополитена на всю территорию Санкт-Петербурга в ПО QGIS использовался модуль QuickOSM. Для этого внутри модуля использовался атрибутивный запрос по тегу “railway” с значением “subway_entrance”. Полученный результат был подгружен и отображен в векторном формате точек Shapefile. (Рис.4).



■ точки входов/выходов из метрополитена

Рисунок 4. Вход и выход со станции Василеостровская.

Вокзалы и платформы пригородного железнодорожного транспорта

Поскольку система пригородного железнодорожного транспорта дополняет систему метрополитена, то для создания карт транспортной доступности были использованы остановочные пункты (вокзалы и платформы) в районах города, где у пассажиров нет доступа до станций метро. В наборе данных из Реестра «Вокзалы» содержалась лишь часть необходимых остановочных пунктов, поэтому недостающие объекты были взяты из OSM. Как и в случае с вестибюлями метрополитена, был сделан атрибутивный запрос. Использовался тег “railway” со значением “stop”. Результат был подгружен и отображен в векторном формате точек Shapefile. Некоторые полученные пространственные объекты, не используемые в дальнейшем анализе (платформы и вокзалы в местах, где нет образовательных учреждений) были отсортированы и удалены. Оставшиеся остановочные пункты пригородного железнодорожного транспорта были приурочены к входам и выходам с платформ для последующей связи с пешеходными зонами (Рис. 5). Эти операции нужны для построения зон доступности методом сетевого анализа, необходимого для построения карт транспортной доступности.



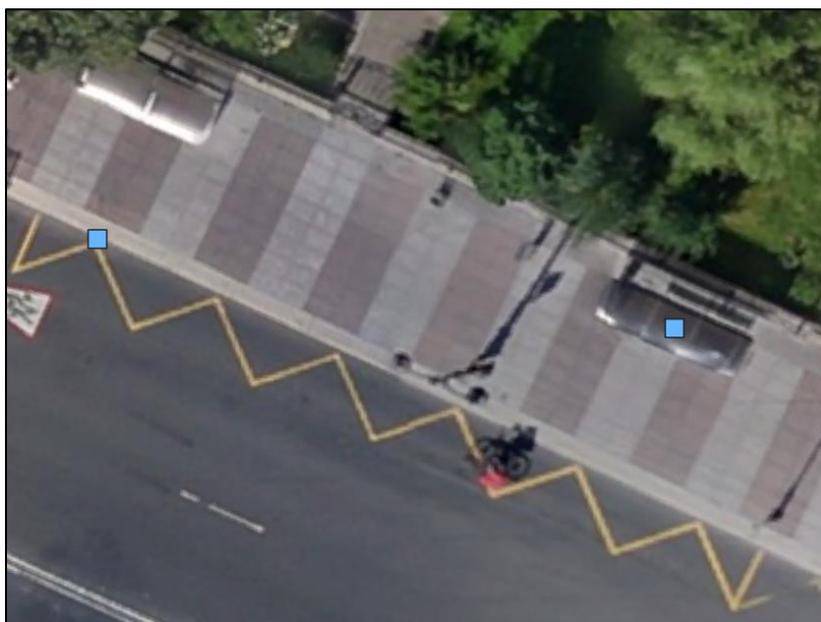
■ точки входов/выходов с платформ

Рисунок 5. Выходы с платформы, остановка Стрельна.

Остановочные пункты наземного ГПТ

Первоисточником данных об остановочных пунктах являлся документ Реестра «Перечень остановочных пунктов с указанием вида транспорта и с координатами их местоположения». После выгрузки CSV-файла в ПО QGIS и отображения точек в векторном

формате требовалось сверить насколько пространственные данные, полученные из Реестра, соответствуют реальному положению остановочных пунктов наземного ГПТ на местности. То есть важно было определить, насколько близко расположены выгруженные координаты точек к координатам пунктов мест по предоставлению услуг по перевозке пассажиров. В данном случае этими местами служили остановочные павильоны или дорожная разметка 1.17 (www.consultant.ru, О Правилах...) (Рис. 6). При проведении сравнения были задействованы геоданные из OSM как эталонные. В модуле QuickOSM использовался атрибутивный запрос по тегу “highway” со значением “bus_stop”.



■ точка остановочного пункта наземного ГПТ

Рисунок 6. Необходимое положение точек остановочных пунктов.

Анализ показал, что большая часть пространственных данных из Реестра была избыточна, и не имела смысла для настоящего исследования. Кроме того, геоданные имели неточности в координатах расположения точек, иногда достигающие 20 метров. Вероятно, это было связано с тем, точечные объекты находились в неизвестной системе координат. Поэтому, в ходе обработки точечный слой был репроецирован в WGS 84 UTM 35N, были внесены необходимые исправления у координат объектов, а также были удалены лишние остановочные пункты наземного ГПТ.

Образовательные учреждения

Набор данных объектов образовательных учреждений, взятых из Реестра, содержал только государственные вузы города, что для данного исследования недостаточно, так как, кроме того, необходимо было учитывать частные вузы, вместе с ссузами. Вследствие чего

требовалось дополнить недостающие данные. В модуле QuickOSM в ПО QGIS были выполнены выгрузки пространственных объектов через атрибутивный запрос по тегу “amenity” со значением “university” и такой же запрос со значением “college”. Таким образом, был получен векторный слой, содержащий более 300 точечных объектов (Рис. 7)

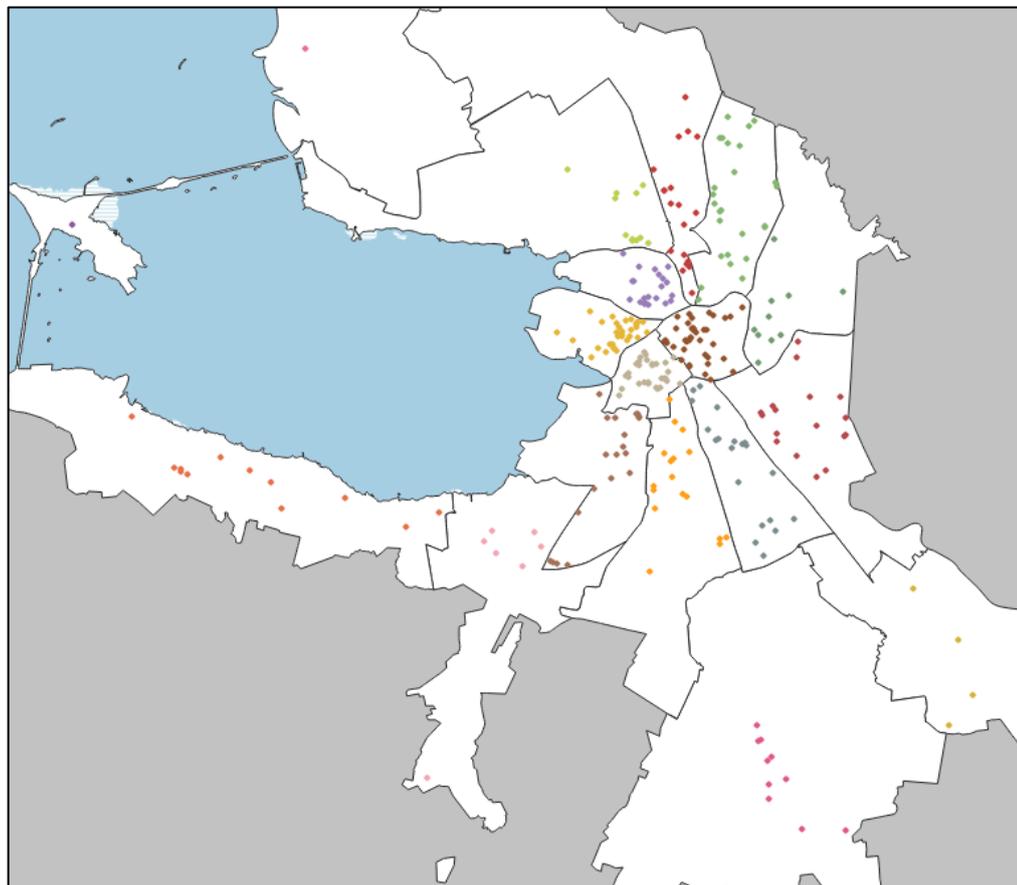


Рисунок 7. Вузы и ссузы Санкт-Петербурга.

Для построения карт транспортной доступности образовательных учреждений все пространственные объекты, характеризующие учебные заведения были соотнесены с их входами в главные здания для того, чтобы максимально приурочить их к пешеходным зонам.

На рисунке выше можно заметить, что большинство образовательных учреждений сосредоточено в центральных районах города и лишь небольшая часть по периферии. В дальнейшем анализе город будет “разбит” на области с пешеходной доступностью от учебных заведений до метрополитена и до прочего транспорта (пригородного железнодорожного транспорта и наземного ГПТ).

Пешеходная сеть города

Для того, чтобы создать карты транспортной доступности методом сетевого анализа требовалась полная пространственно-координированная пешеходная сеть на все районы

Санкт-Петербурга. Эта сеть рассматривалась в исследовании как траектории, по которым движутся пешеходы в виде векторных линейных объектов. Пространственные данные были загружены в QGIS из OSM с помощью модуля QuickOSM. Был выполнен атрибутивный запрос по тегу “highway” со значениями “footway” и “path”. Полученные наборы данных были сохранены в формате Shapefile и объединены единый слой линейных векторных объектов (Рис. 8).

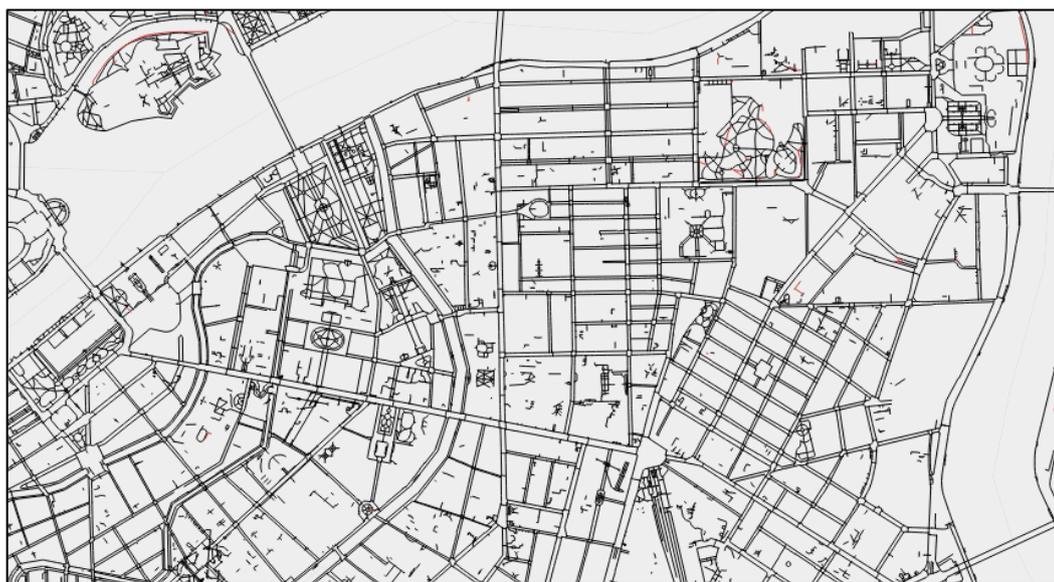


Рисунок 8. Векторные линейные объекты пешеходной сети. Центральный район.

Первоначально, помимо вышеперечисленных наборов данных, был загружен слой со значением “service”. Однако, в ходе дальнейшей работы с построением маршрутов методом сетевого анализа выяснилось, что пространственные объекты этого слоя являются внутриворовыми проходами, которые чаще всего закрыты для прохода, особенно в центральной части города. Поэтому было принято решение отказаться от такого набора данных в пользу достоверности построения маршрутов.

Затем важным шагом стало изменение геометрий линейных объектов слоя пешеходной сети. Это было сделано для того, чтобы сеть имела необходимые характеристики полноты и логичности всех линий слоя, а также соотнесенность с точками остановочных пунктов и образовательных учреждений.

Таким образом, в результате проделанных операций по подготовке пространственных данных, полученных с помощью Реестра набора данных и открытого веб-картографического проекта OSM, были собраны все объекты требующиеся для создания карт транспортной доступности образовательных учреждений Санкт-Петербурга в ПО QGIS в проекции WGS 84 UTM 35N.

2.2. Построение карт транспортной доступности учебных заведений

Для того, чтобы определить транспортную доступность образовательных учреждений Санкт-Петербурга, то есть оценить, насколько здания (в данном случае входы в здания), принадлежащие учебным заведениям удалены от остановочных пунктов общественного транспорта, в настоящем исследовании был применен метод сетевого анализа, рассмотренный в Главе 1. Используемые для выбранного метода пространственные данные вестибюлей станций метрополитена, остановочных пунктов пригородного железнодорожного транспорта и наземного ГПТ, а также пешеходной сети и образовательных учреждений, были предварительно обработаны и отображены в рабочей среде ПО QGIS.

Чтобы добиться поставленной цели, используя метод сетевого анализа, был применен следующий алгоритм действий:

- преобразование векторных линейных слоев пешеходных сетей в набор сетевых данных;
- создание областей доступности учебных заведений, с использованием набор сетевых данных;
- анализ пространственного наложения областей доступности и полигональных объектов учебных заведений;
- визуализация результатов на карте.

В качестве дальнейшего примера был выбран Василеостровский район, на котором будет показан алгоритм создания картографический изображений.

Формирование набора сетевых данных

В целях создания набора сетевых данных было выполнено преобразование векторных линейных слоев пешеходных зон в граф.

Узлы линейных объектов формируют вершины графа. Ребрами графа служат сегменты линий. Узлы с совпадающими координатами рассматриваются как одна вершина в структуре графа. В результате, две линии, которые пересекаются в одном узле, оказываются соединенными друг с другом.

Первоначально, для реализации преобразования линейного объекта в граф необходимо было использовать инструмент «Разбить линии на отрезки» в среде QGIS, так как некоторые пересекающиеся линии не имели узловых точек.

По окончании процедуры «разбивки» линий непосредственно применялся инструмент проектирования графов “Build graph” модуля «Networks», после которого в таблице

атрибутов слоя были созданы поля, характеризующие направления движений, необходимых для создания связанности вершин графа, формирующих набор сетевых данных (Рис. 9).

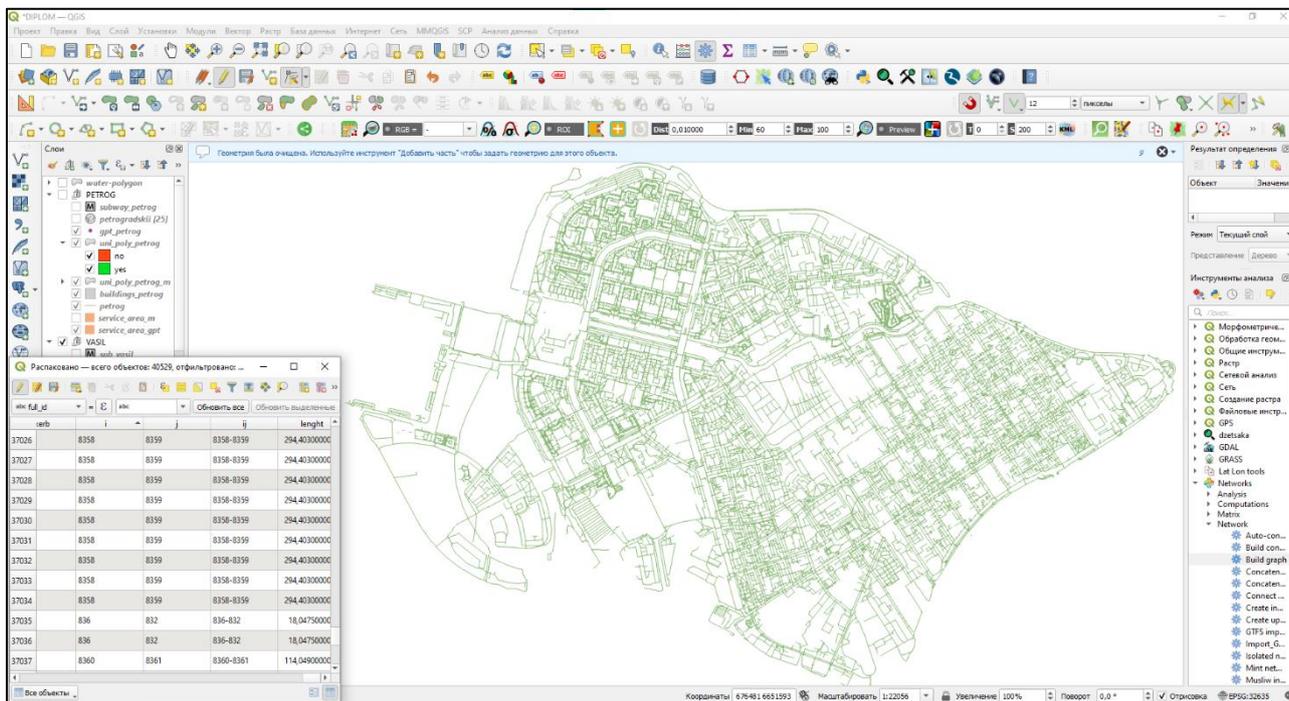


Рисунок 9. Формирования набора сетевых данных на примере Василеостровского района.

Создание областей доступности учебных заведений

Область доступности вершины A в графе определяется как подмножество вершин, к которым можно добраться из вершины A с оптимальной стоимостью маршрута, не превышающей определенного порогового значения.

Для того, чтобы создать зону доступности был применен инструмент «Область обслуживания» в меню «Сетевой анализ». В настройках инструмента был выбран точечный слой, характеризующий остановочные пункты общественного транспорта, от которых будут отсчитываться расстояния в 500 м. Отдельно были созданы области доступности, рассчитанные от точек выходов из метрополитена и от точек остановочных пунктов наземного транспорта (Рис. 10, 11).

Согласно статье 11.24 Свода правил СП 42.13330.2016: дальность пешеходных проходов от объектов различного назначения до ближайшей остановки общественного транспорта необходимо принимать до 500 м.

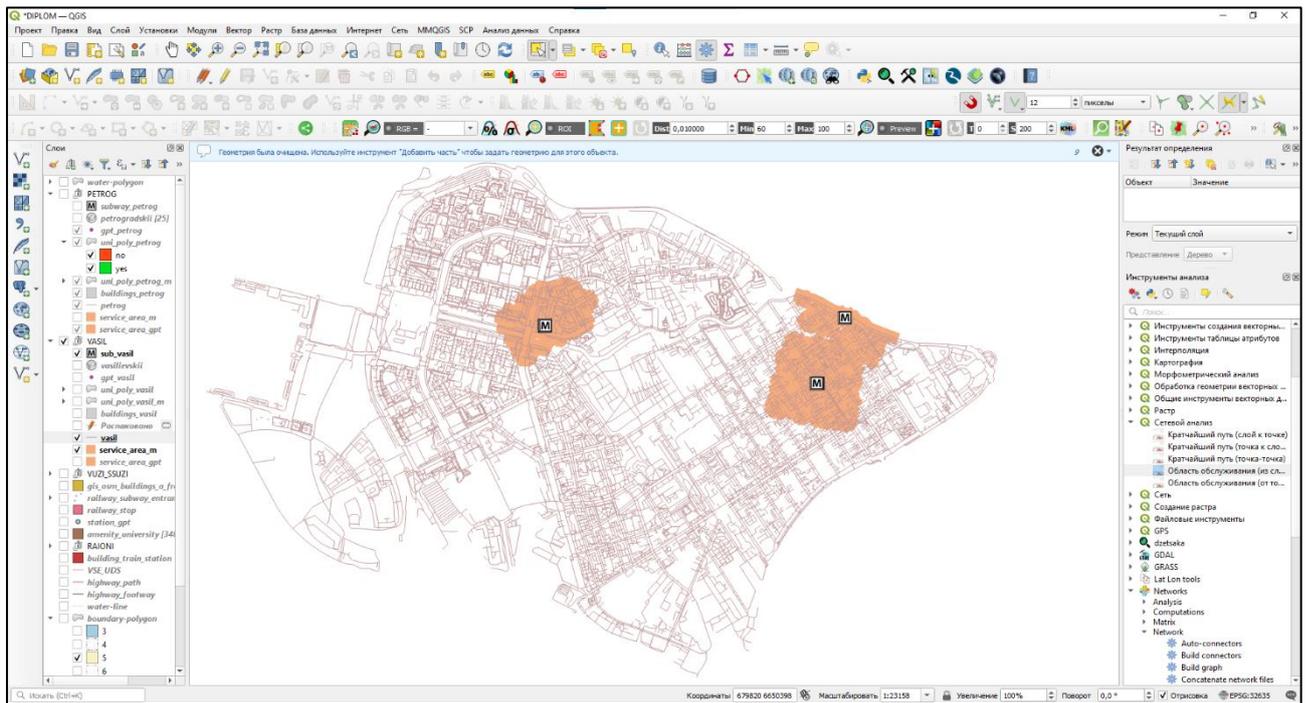


Рисунок 10. Области доступности учебных заведений, рассчитанные от выходов из метрополитена.

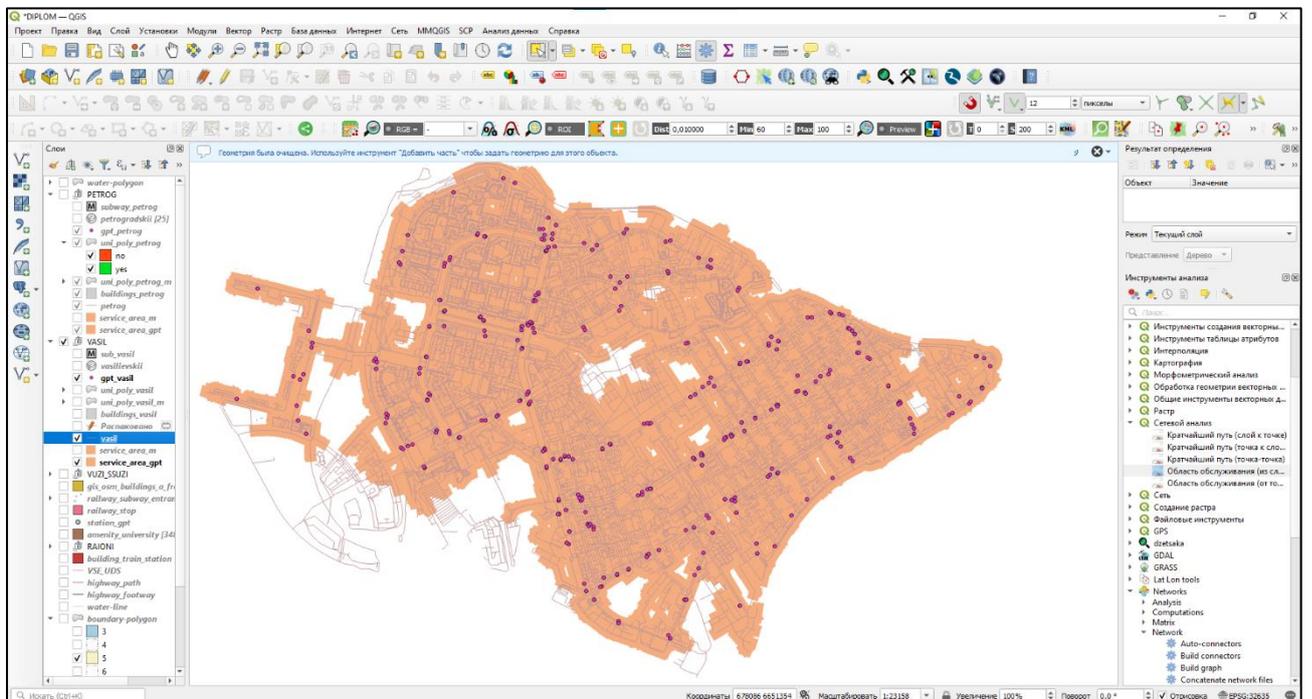


Рисунок 11. Области доступности учебных заведений, рассчитанные от остановочных пунктов наземного транспорта.

Анализ пространственного наложения областей доступности и полигональных объектов учебных заведений

Анализ состоял в том, чтобы оценить, как слой полигональных объектов, характеризующий здания учебных заведений, соотносится с полученными областями доступности (это необходимо для понимания есть доступность или нет). Для этого вручную рассматривался каждый полигон объекта на предмет наложения его слоем области обслуживания остановочными пунктами. При этом, важной характеристикой служило наложение этого слоя именно на точечный объект входа в здания учебных заведений. Бывает, что технически часть здания находится в области доступности, но между тем точка входа расположена на значительном расстоянии. Особенно это актуально для таких крупных комплексов строений, как университеты.

Таким образом, по результатам анализа пространственного наложения, были выявлены два класса полигональных объектов зданий учебных заведений (для слоев с областями доступности, рассчитанного от точек выходов из метрополитена и от точек остановочных пунктов наземного транспорта): «с доступностью» и «без доступности».

Визуализация результатов

В целях визуализации, для двух классов полигональных объектов зданий учебных заведений, полученных по результатам анализа, был применен понятный и наглядный для пользователя значковый способ картографического изображения с дифференциацией “доступности” по цветам. Строения, имеющие доступность к остановочным пунктам, были окрашены в зеленый цвет, а не имеющие доступность – в красный цвет. Получившаяся визуализация была приставлена на упрощенно-обобщенном картографическом изображении (Рис. 12).

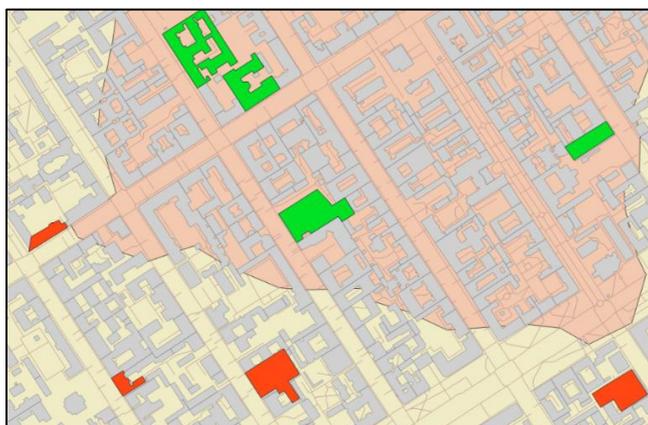


Рисунок 12. Визуализация объектов, имеющих различный класс доступности.

Следующим шагом была произведена компоновка картографических изображений в окне «Макеты» в среде QGIS (Рис. 13).

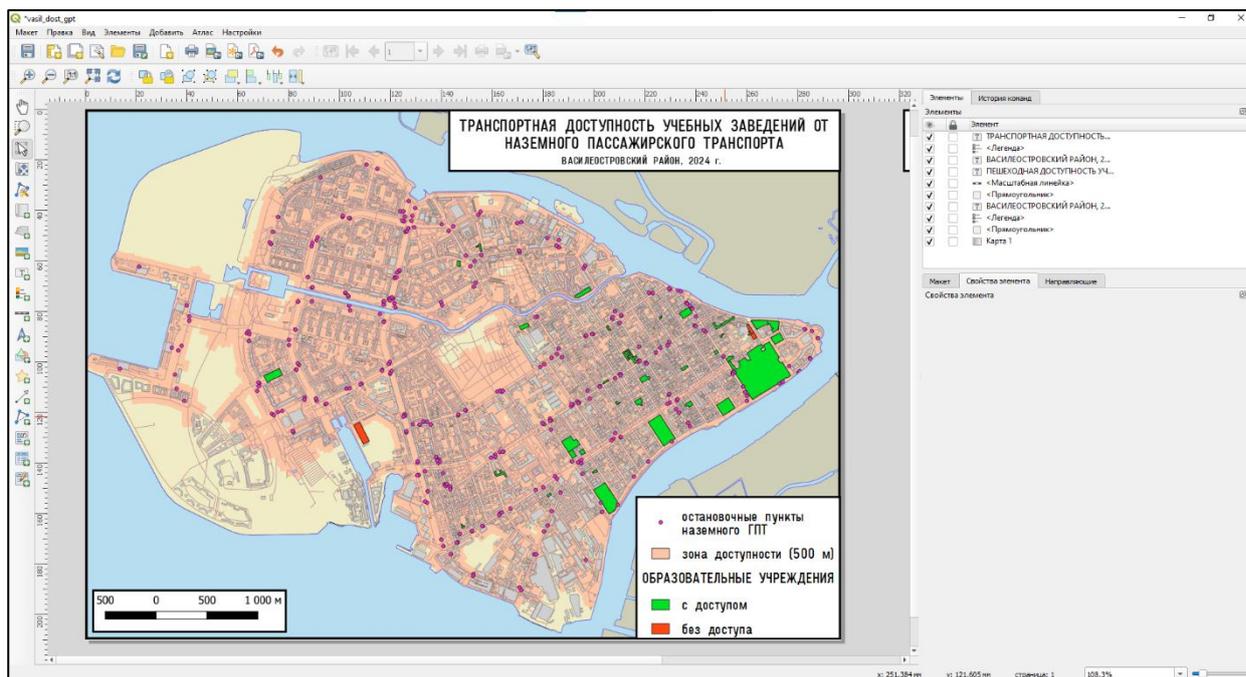


Рисунок 13. Компоновка карт в окне «Макеты».

Для настоящего исследования на каждый район Санкт-Петербурга было создано от двух до шести карт транспортной доступности. Это количество зависело, во-первых, от наличия в районе остановочных пунктов метрополитена, а во-вторых, от величины территории. В крупных районах, например, в Выборгском, необходимо было «разделить» район на две части для того, чтобы наглядно продемонстрировать пользователю ситуацию на карте. Первая категория карт представляла собой фактическое расположение всех исходных данных, участвующих в создании карт транспортной доступности. Во второй категории карт были показаны зоны обслуживания метрополитена. В третьей категории – зоны обслуживания наземного пассажирского транспорта (в т.ч. и пригородного железнодорожного транспорта).

Таким образом, в результате обработки и подготовки пространственных данных, создания и анализа зон обслуживания, были созданы карты транспортной доступности учебных заведений Санкт-Петербурга. Итоговые картографические произведения с получившейся транспортной доступностью образовательных учреждений Санкт-Петербурга по всем районам города представлены в разделе Приложений №1, №2, №3 данного исследования.

2.3. Оценка транспортной доступности учебных заведений

На основании полученных результатов анализа пешеходной доступности была рассчитана статистическая информация о транспортной доступности, содержащая сведения о количестве зданий учебных заведений, попадающих в зону доступности остановочных пунктов метрополитена, а также, в зону доступности остановочных пунктов наземного ГПТ, к общему количеству зданий учебных заведений по районам в процентах (Таблица 1).

Таблица 1. Сведения о учебных заведениях, имеющих транспортную доступность, по районам.

Район	Количество строений, принадлежащих учебным заведениям, %	
	С доступностью от станций метрополитена	С доступностью от остановочных пунктов наземного транспорта
Адмиралтейский	9 из 37 (≈24%)	37 из 37 (100%)
Василеостровский	6 из 38 (≈16%)	35 из 38 (≈92%)
Выборгский	6 из 20 (30%)	20 из 20 (100%)
Калининский	6 из 36 (≈17%)	34 из 36 (≈94%)
Кировский	4 из 25 (16%)	25 из 25 (100%)
Колпинский	–	7 из 7 (100%)
Красногвардейский	0 из 14 (0%)	14 из 14 (100%)
Красносельский	–	9 из 9 (100%)
Кронштадтский	–	2 из 2 (100%)
Курортный	–	1 из 1 (100%)
Московский	6 из 22 (≈27%)	22 из 22 (100%)
Невский	4 из 21 (≈19%)	21 из 21 (100%)
Петродворцовый	–	26 из 29 (≈90%)
Петроградский	5 из 27 (≈18%)	26 из 27 (≈96%)
Приморский	2 из 11 (≈18%)	11 из 11 (100%)
Пушкинский	–	1 из 13 (≈7,7%) * 13 из 13 (100%)
Фрунзенский	7 из 23 (≈30%)	23 из 23 (100%)
Центральный	14 из 49 (≈29%)	46 из 49 (≈94%)

** Для Пушкинского района была создана отдельная карта (см. Приложение № 2, Карта № 21), на которой была показана пешеходная доступность от остановок пригородного ж/д транспорта. Это было сделано исходя из того, что в районе отсутствуют станции метрополитена, но при этом, в отличие от остальных районов, здесь в зону доступности пригородных электричек «попадало» одно учебное заведение.*

Оценивая и анализируя полученные результаты пешеходной доступности учебных заведений по картам (Приложение 1, 2), был сделан ряд выводов по поводу транспортной доступности:

- в шести районах города отсутствуют станции метрополитена, транспортная доступность данного вида транспорта соответственно равняется 0%;
- наиболее доступны учебные заведения от станций метрополитена в Адмиралтейском ($\approx 24\%$), Выборгском (30%), Московском ($\approx 27\%$), Фрунзенском ($\approx 30\%$) и Центральном ($\approx 29\%$) районах;
- менее 20% учебных заведений расположены в пешеходной доступности от метрополитена в Василеостровском, Калининском, Кировском, Невском, Петроградском и Приморском районах;
- ни одно учебное заведение не находится в пешеходной доступности от станций метрополитена в Красногвардейском районе;
- практически все учебные заведения расположены в пешеходной доступности от остановок наземного транспорта во всех районах;
- наименьшая доступность от остановок наземного транспорта в Петродворцовом районе ($\approx 90\%$), Василеостровском районе ($\approx 92\%$).

Таким образом, поскольку остановки наземного ГПТ расположены в основном равномерно по всем районам, уровень транспортной доступности учебных заведений в Санкт-Петербурге можно считать высоким (примерно 98%). Однако есть различия между районами по доступности от станций метрополитена, они варьируется от 0% до 30%. В целом, лишь около 15% учебных заведений по городу имеют переходную доступность от станций метрополитена. Исходя из того, что метрополитен в Санкт-Петербурге является главенствующим пассажирским транспортом, уровень транспортной доступности данного вида транспорта можно назвать низким.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были рассмотрены теоретические и правовые аспекты, связанные с общественным транспортом и его доступностью, а также рассмотрены методы ее оценивания, были проанализированы особенности пешеходной сети и транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга, с помощью ПО QGIS была подготовлена и обработана необходимая пространственная информация, а также были смоделированы и картографически визуализированы зоны доступности общественного транспорта. Таким образом были созданы карты транспортной доступности учебных заведений на каждый район Санкт-Петербурга.

Оценка учебных заведений, попадающих в зону пешеходной доступности, показала, что на 2024 год в Санкт-Петербурге транспортная доступность учебных заведений от остановочных пунктов наземного общественного транспорта имеет высокий показатель. Тем не менее, в большинстве районов транспортная доступность от станций метрополитена остается на довольно низком уровне.

Результаты данной исследования помогут проанализировать текущую ситуацию с транспортной доступностью учебных заведений Санкт-Петербурга и выявить проблемы, которые необходимо решить. Кроме того, исследование поможет разработать рекомендации по улучшению транспортной доступности учебных заведений и созданию более комфортных условий для студентов и преподавателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабкин Д.С., Айдарханов А.А. Перспективы развития транспортной системы в Санкт-Петербурге // *Alfabuild*. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. – С. 25-32.
2. Войтенков С.С., Банкет М.В. Определение пешеходной доступности остановочных пунктов городского пассажирского транспорта // *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. - 2022. – №2. – С. 198-215.
3. Воронцова С.Д. Стратегия развития транспортной системы Санкт-Петербурга и Ленинградской области до 2030 года // *Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике*. - 2017. – №5. – С. 23–28.
4. Гребенников В.В., Мунин Д.А., Левашев А.Г., Михайлов А.Ю. Виды транспортной доступности // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. – 2012. – №1. – С. 56–61.
5. Данилина Н.В., Руденко С.С., Язбердиева Г.А. Оценка доступности остановочных пунктов наземного городского пассажирского транспорта с использованием географических информационных систем // *Недвижимость: экономика, управление*. – 2020. – № 1. – С. 36–41;
6. Мартыненко А. В., Петров М. Б. Влияние начертания транспортной сети на показатели доступности (на примере Свердловской области) // *Региональные исследования*. 2016. № 2 (52). С. 21–30.
7. Медведь О.А. Анализ структуры пригородных пассажиропотоков в Санкт-Петербургском железнодорожном узле // *Известия Петербургского университета путей сообщения*. – 2011. – №1. – С. 7–17.
8. Морозов А.С., Черников А.А., Молоденев К.В., Колесникова М.А. Способы расчёта показателя пешеходной доступности остановочных пунктов общественного пассажирского транспорта для жилых домов // *Транспортное планирование и моделирование: Сборник трудов V Международной научно-практической онлайн-конференции*. – М.: Российский университет транспорта, 2020. – С. 126–137.
9. Пробочкин С.В. Организационная модель единой городской пассажирской транспортной системы: дис. магистр. тех. наук: 15.04.01. – Тольятти, 2020. – 82 с.
10. Сафонов Е., Кирсанов С., Паламаренко Г. Совершенствование системы управления транспортным комплексом Санкт-Петербурга // *Механика. Транспорт. Комуникации*. – 2021. – №1. – С. 27–31.

11. Сильченков И.А. Пригородный железнодорожный транспорт: организация перевозок и тарифная политика // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2011. – №6. - С. 46–49.
12. Симанов А.В. Категория "Транспортная доступность" и оценка эффективности транспортной инфраструктуры регионов. // Общество и государство в зеркале социологических измерений (VIII Рязанские социологические чтения). – М.: Издательство Ипполитова, 2018. – С. 533–538.
13. Сомов Э.В. Геоинформационное моделирование при оценке качества транспортного обслуживания городского населения (на примере юго-запада Москвы) // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2013. – №1. – С. 42–46.
14. Тетерин А.К. Оценка доступности остановок общественного транспорта методами ГИС на примере г. Сыктывкара // Научные высказывания. – 2023. – №13. – С. 15–18.
15. Хилкова А.П. Экономические аспекты развития транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2011. – №1. – С. 120–122.
16. X. Albacete, D. Olaru, V. Paül & S. Biermann Measuring the Accessibility of Public Transport: A Critical Comparison Between Methods in Helsinki // Applied Spatial Analysis and Policy. – 2017. - №10. – С. 161–188.
17. Steven Farber, Liwei Fu Dynamic public transit accessibility using travel time cubes: Comparing the effects of infrastructure (dis)investments over time // Computers, Environment and Urban Systems 62. – 2017. – С. 30-40;
18. T. L. Lei, R. L. Church Mapping transit-based access: integrating GIS, routes and schedules // International Journal of Geographical Information Science. – 2010. – С. 283-304;

Ресурсы сети Интернет

19. <https://aentin.github.io/qgis-course/networks.html> – Анализ транспортных сетей, 20 марта 2024
20. <https://gis-lab.info/qa/isochrone-map-grass-qgis.html> – Базовая оценка транспортной доступности средствами GRASS GIS и QGIS, 11 марта 2024
21. <https://gis-lab.info/qa/qgis-network-analysis-lib.html> – Библиотека сетевого анализа QGIS: описание и примеры, 21 марта 2024
22. <https://kgainfo.spb.ru/zakon/generalplan/> – Генеральный план, 05 марта 2024

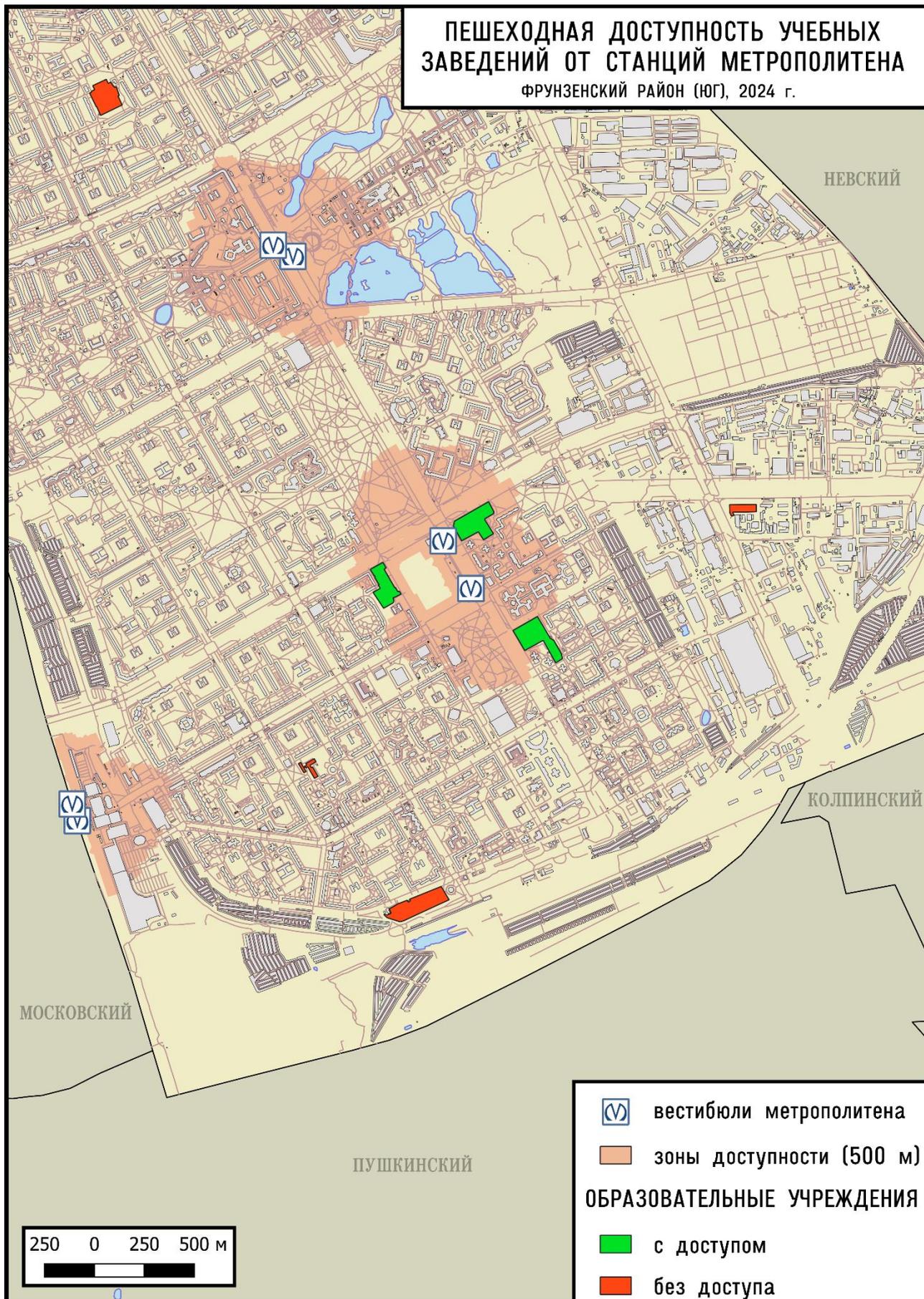
23. <http://orgp.spb.ru/tr-2022/model/> – Описание новой транспортной модели, 21 марта 2024
24. <https://orgp.spb.ru/> – СПб ГКУ «Организатор перевозок», 21 марта 2024
25. <https://data.gov.spb.ru/> – Система классификаторов и открытых данных Санкт-Петербурга, 30 марта 2024
26. <https://metro.spb.ru/map.html?v=1> – Схема Метрополитена, 20 марта 2024

Правовые акты и государственные стандарты

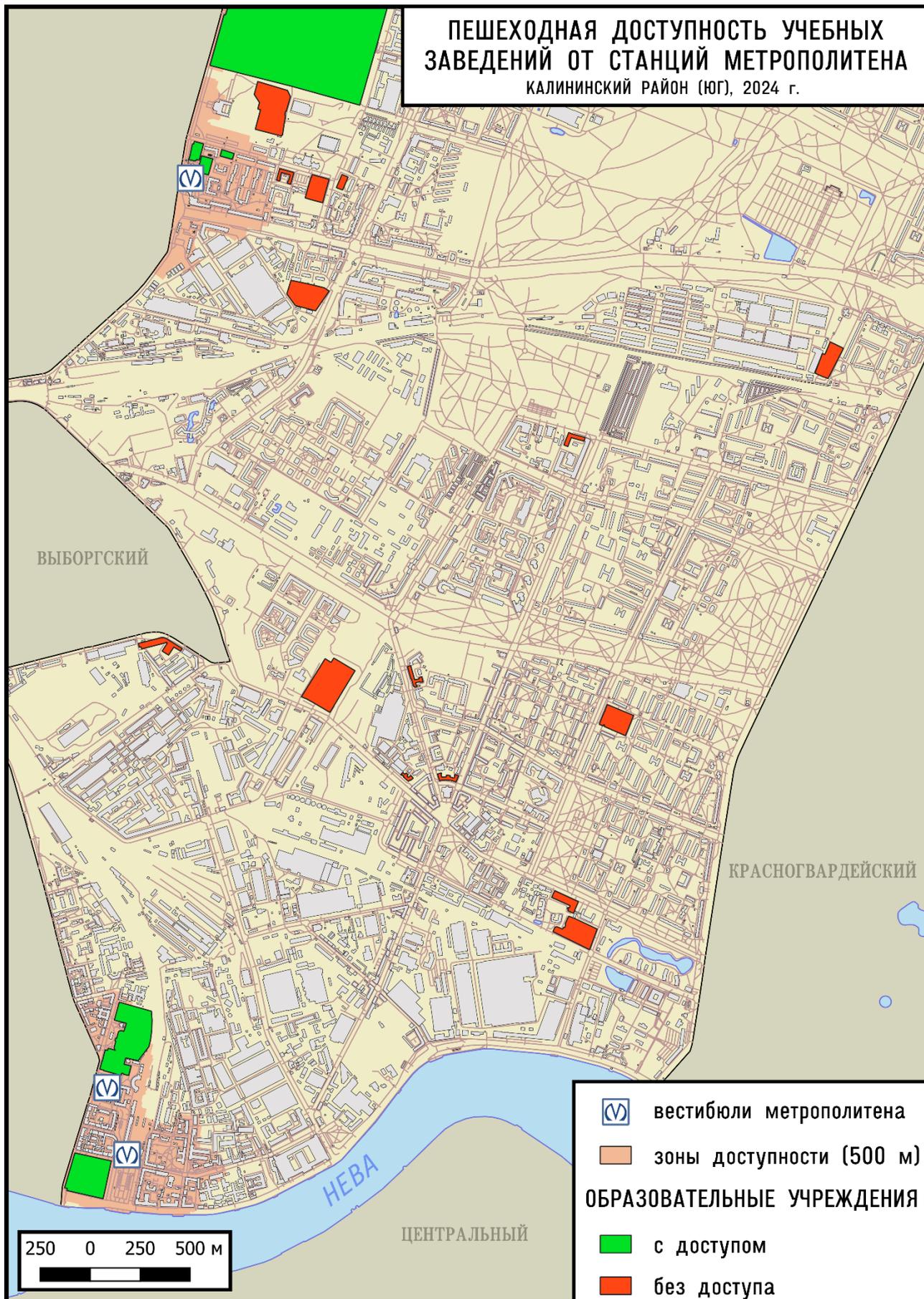
27. <https://git61.rostrud.gov.ru/upload/iblock/f35/konstitutsiia.pdf> – Конституция Российской Федерации (Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года) (с учетом поправок, внесенных законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ, от 14.03.2020 № 1-ФКЗ, от 04.10.2022 № 5-ФКЗ, от 04.10.2022 № 6-ФКЗ, от 04.10.2022 № 7-ФКЗ, от 04.10.2022 № 8-ФКЗ), 13 февраля 2024
28. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ – «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2024), 13 февраля 2024
29. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ – «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»: Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ, 21 февраля 2024
30. <https://docs.cntd.ru/document/456054209> – «СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89» (утв. Приказом Минстроя России от 30.12.2016 N 1034/пр) (ред. от 19.12.2019), 13 февраля 2024
31. <https://docs.cntd.ru/document/822403631> – О государственной программе Санкт-Петербурга «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга» (с изменениями на 2 мая 2024 года): Правительство Санкт-Петербурга постановление от 30 июня 2014 года N 552, 05 марта 2024

32. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/ – «О Правилах дорожного движения» (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения»): Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 19.04.2024), 7 марта 2024
33. <https://docs.cntd.ru/document/891854661> – «О Транспортной стратегии Санкт-Петербурга до 2025 года» (с изменениями на 14 июня 2017 года): Правительство Санкт-Петербурга постановление от 13 июля 2011 года N 945, 14 февраля 2024
34. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71508414/> – «Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом»: Распоряжение Министерства транспорта РФ от 31 января 2017 г. № НА-19-р, 21 февраля 2024

Карта № 3

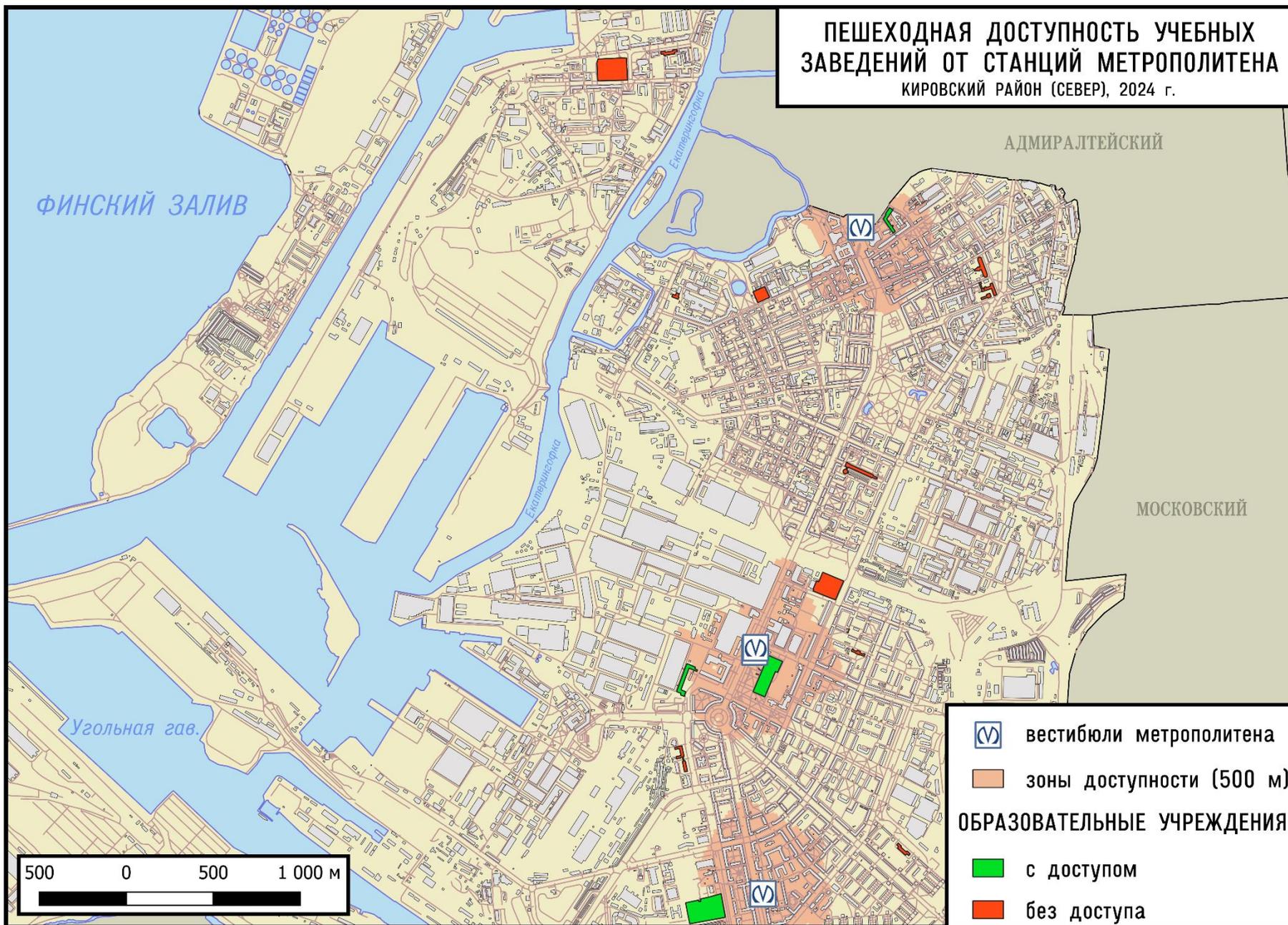


Карта № 4



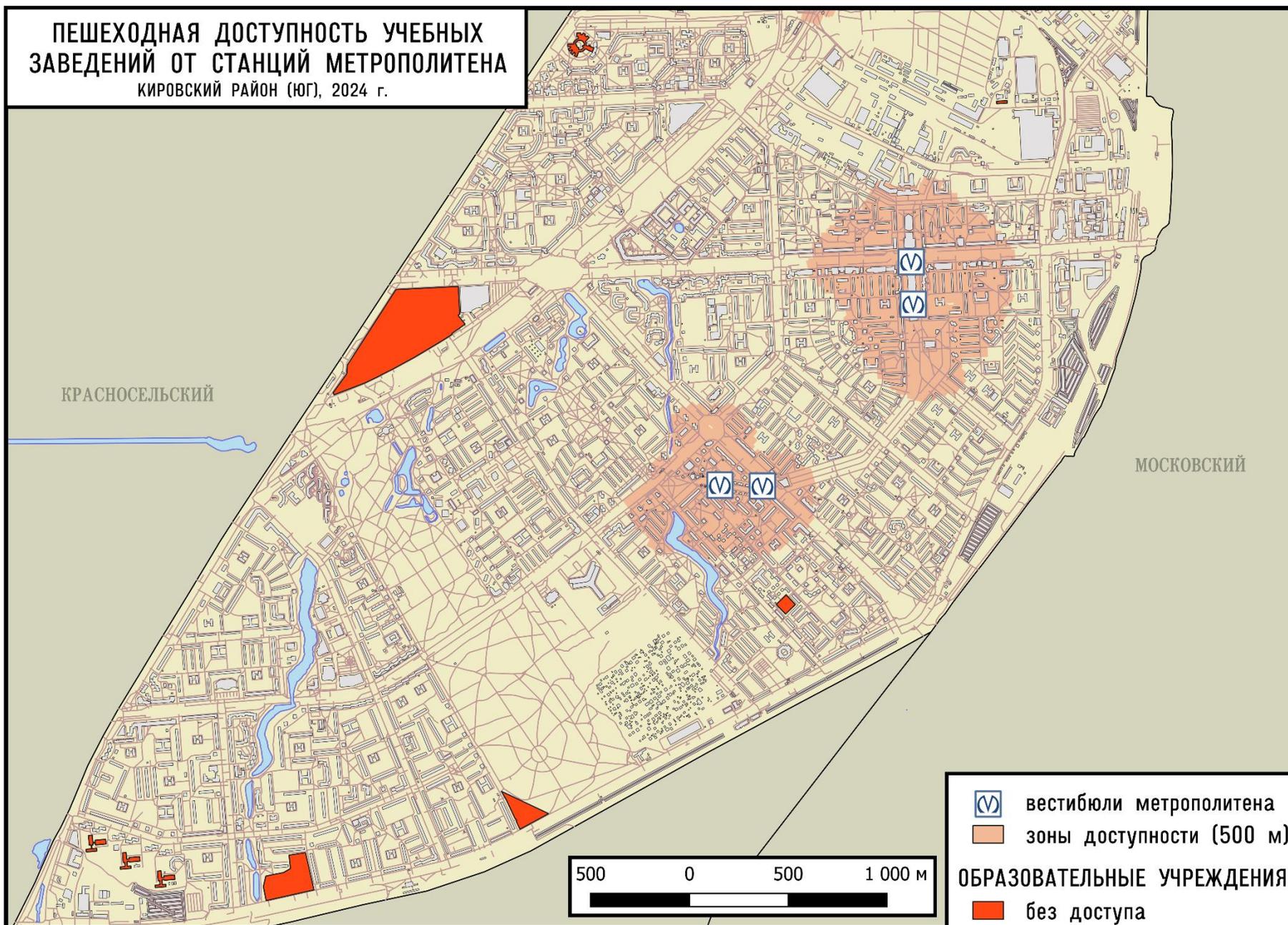


Карта № 7

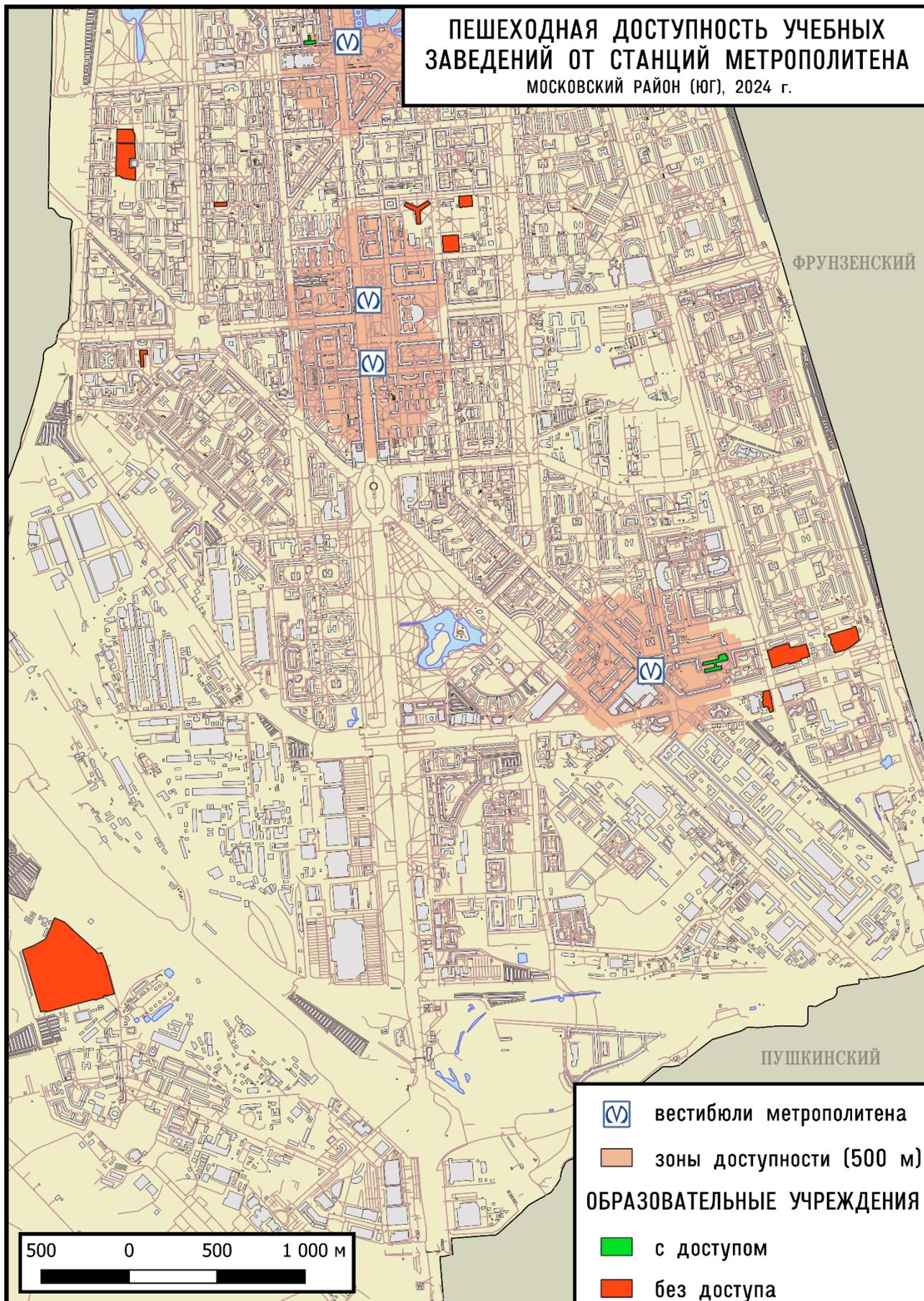


Карта № 8

ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА
КИРОВСКИЙ РАЙОН (ЮГ), 2024 г.



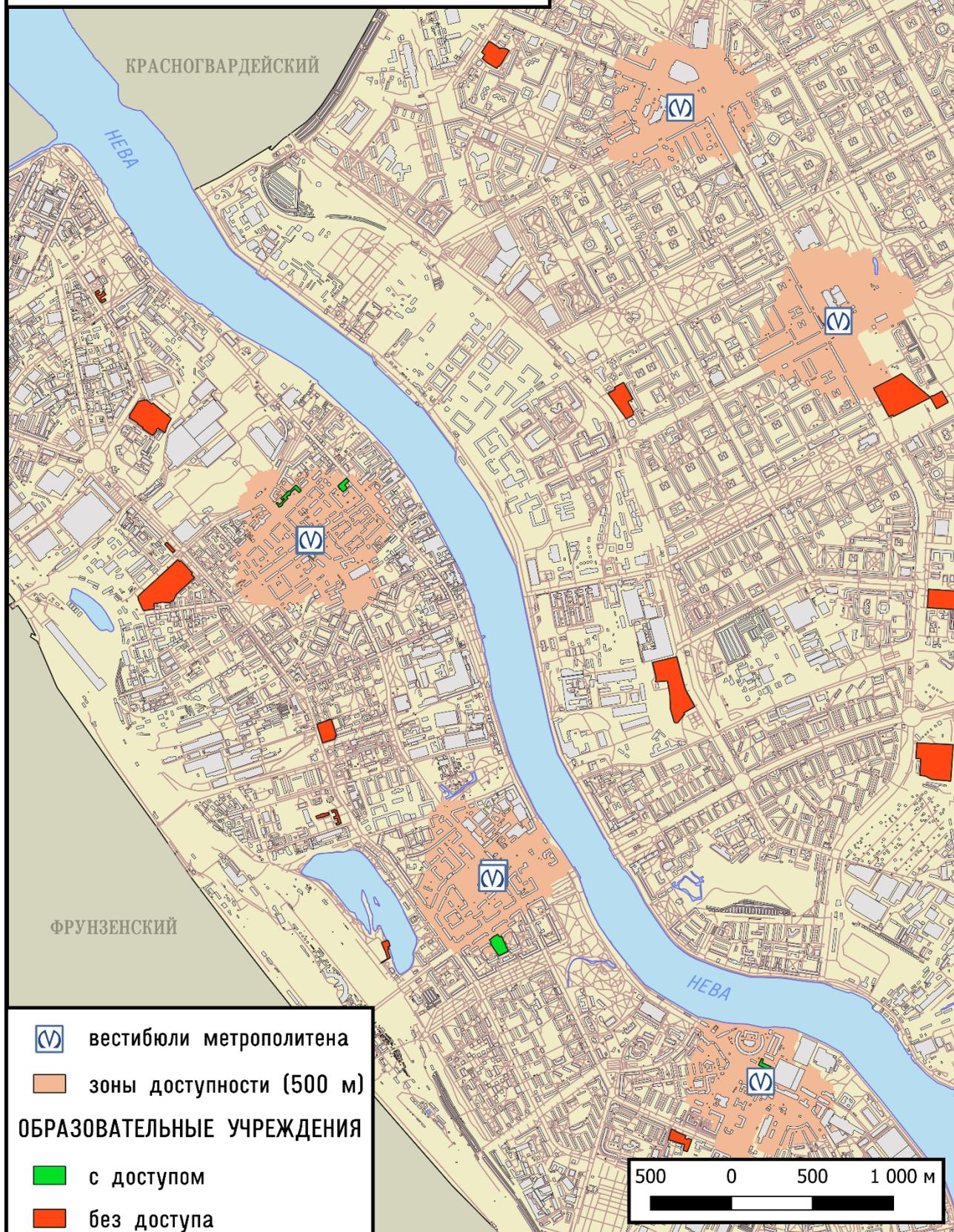
Карта № 10



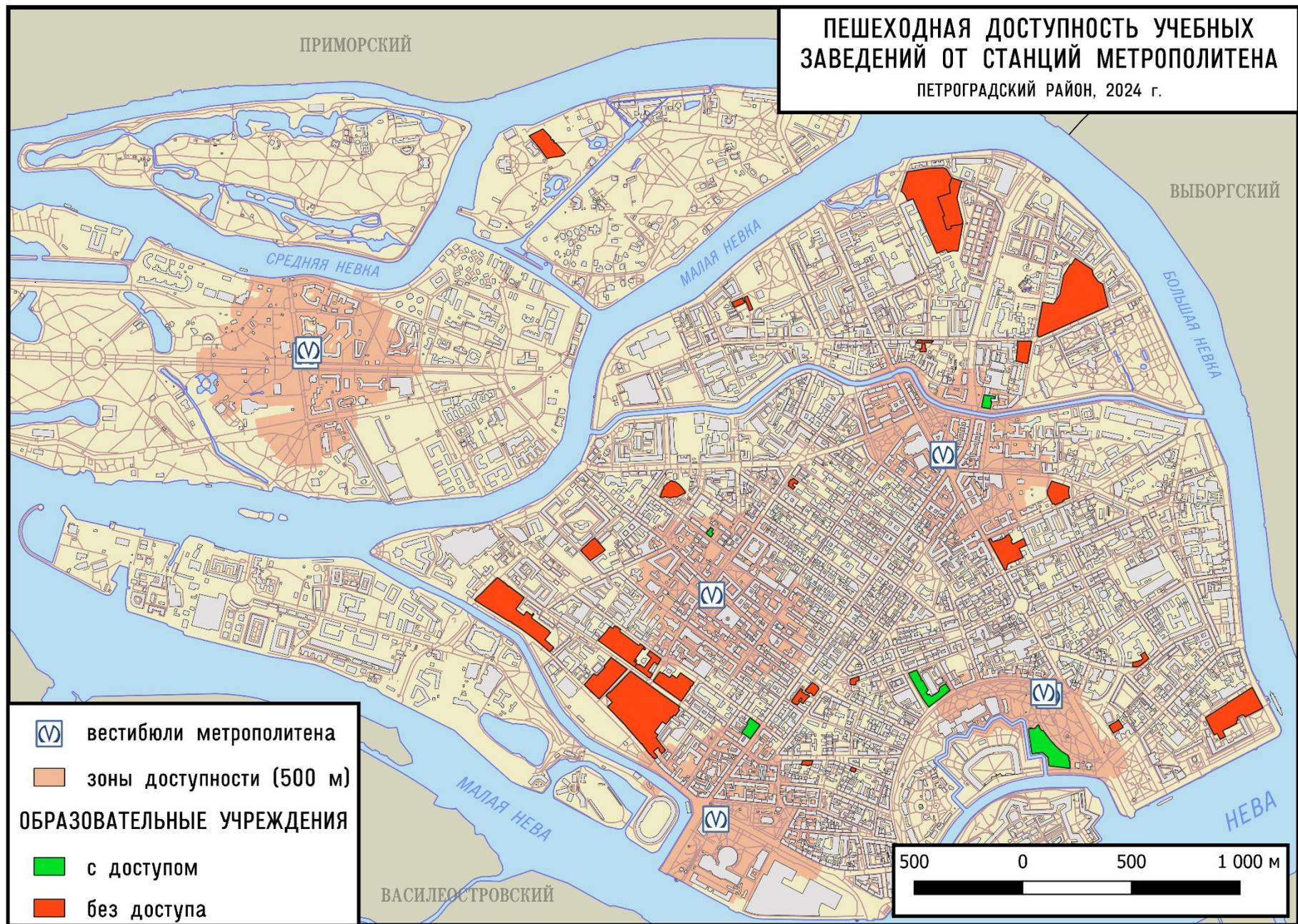
Карта № 11

ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

НЕВСКИЙ РАЙОН, 2024 г.

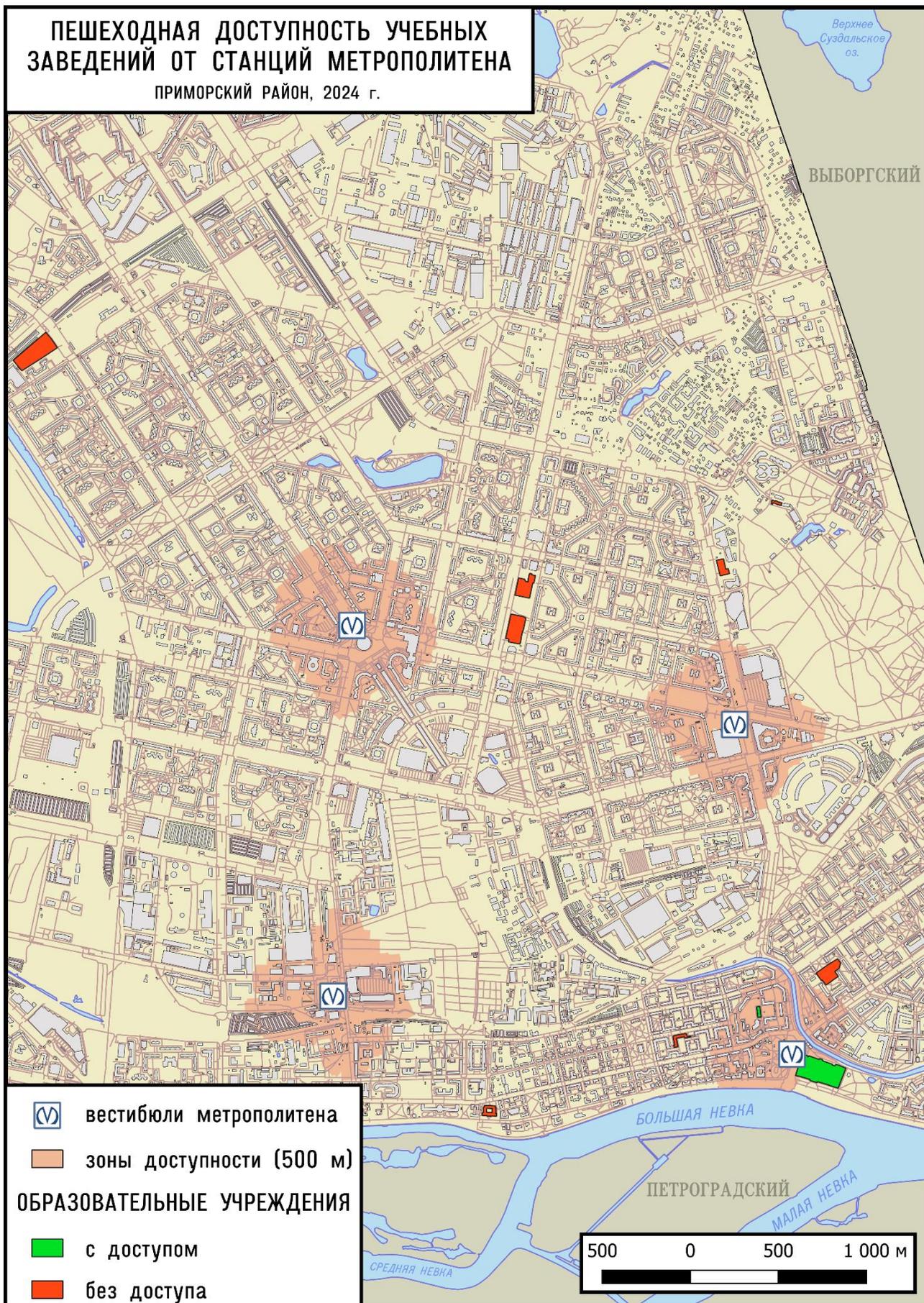


Карта № 12



ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

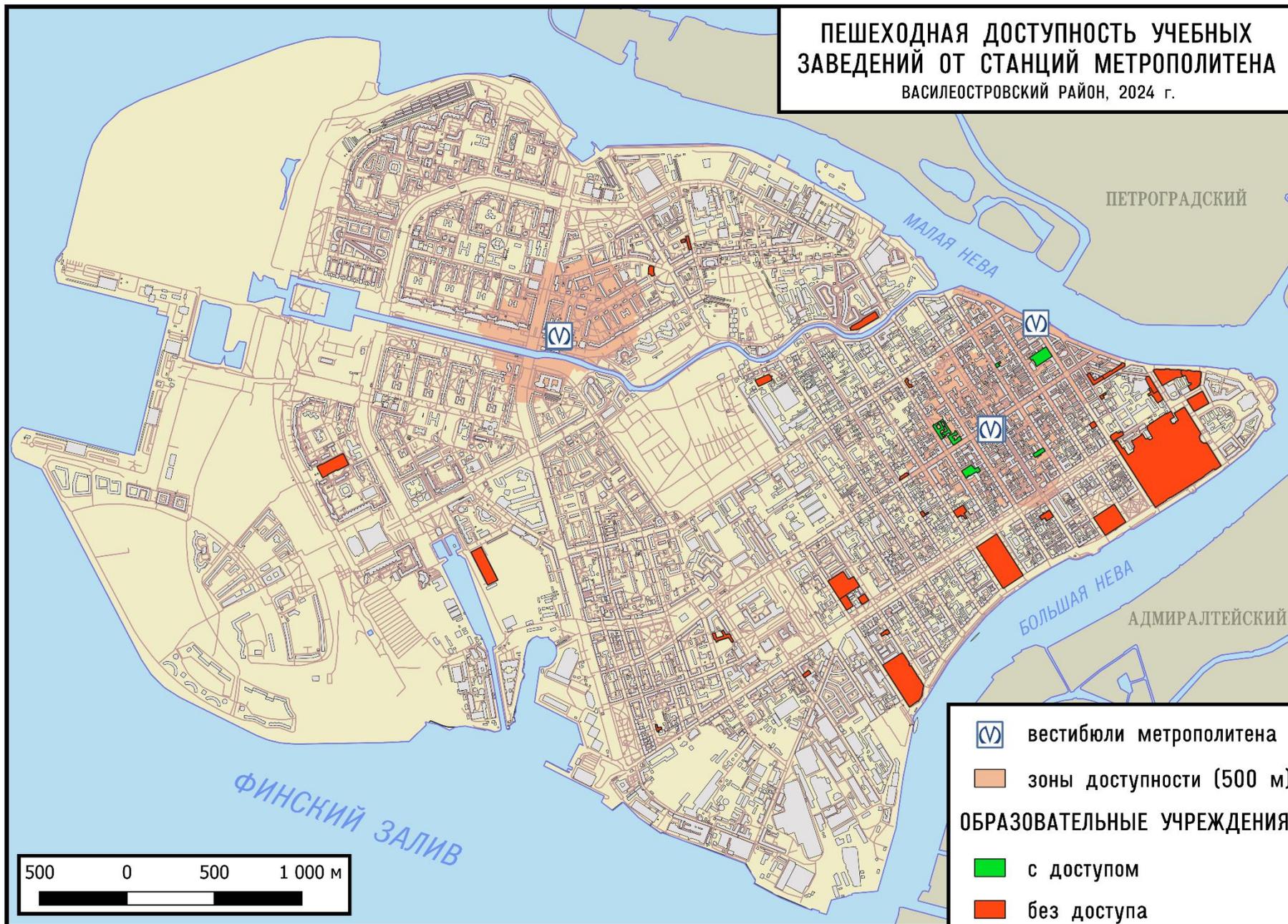
ПРИМОРСКИЙ РАЙОН, 2024 г.



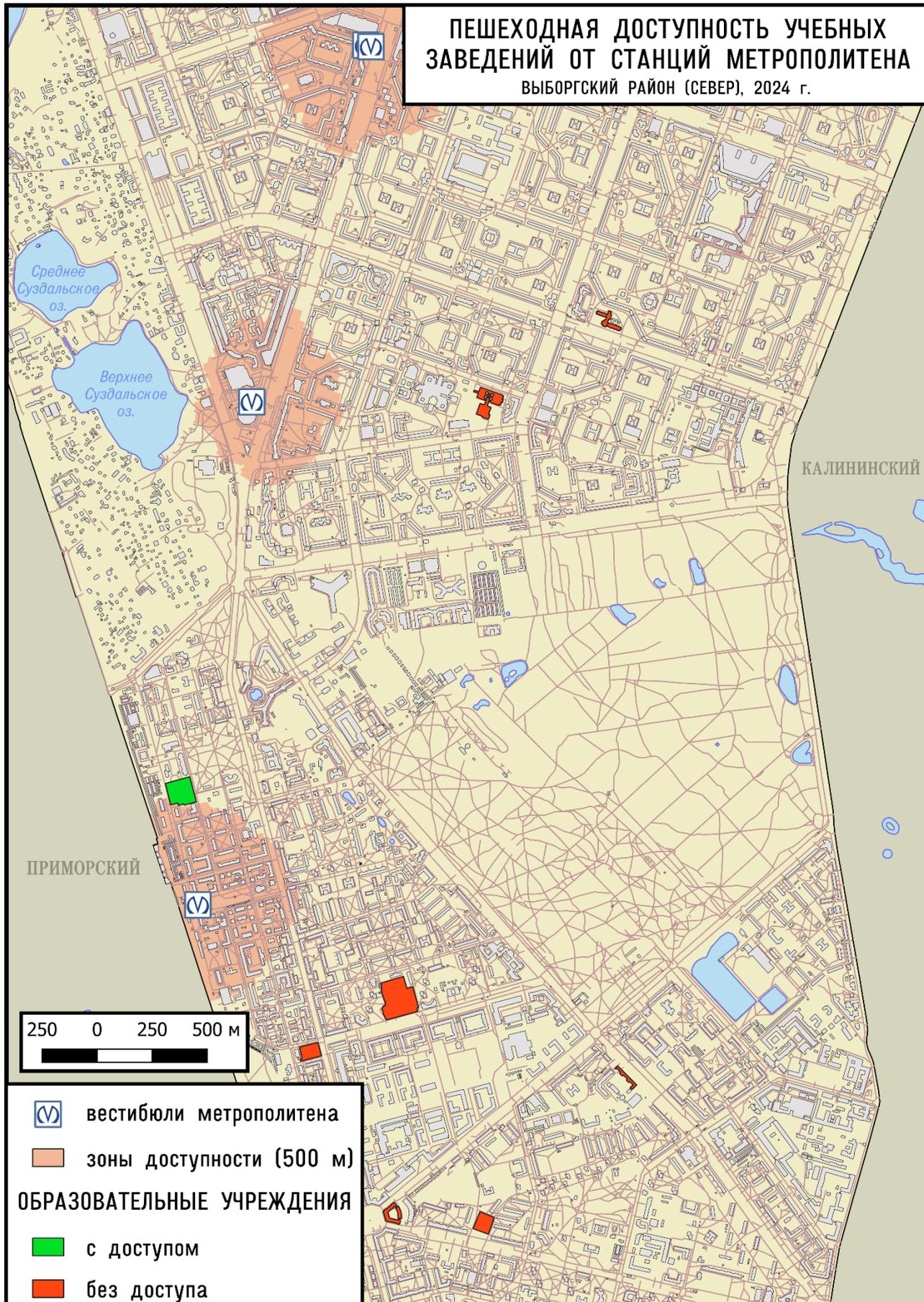
Карта № 14

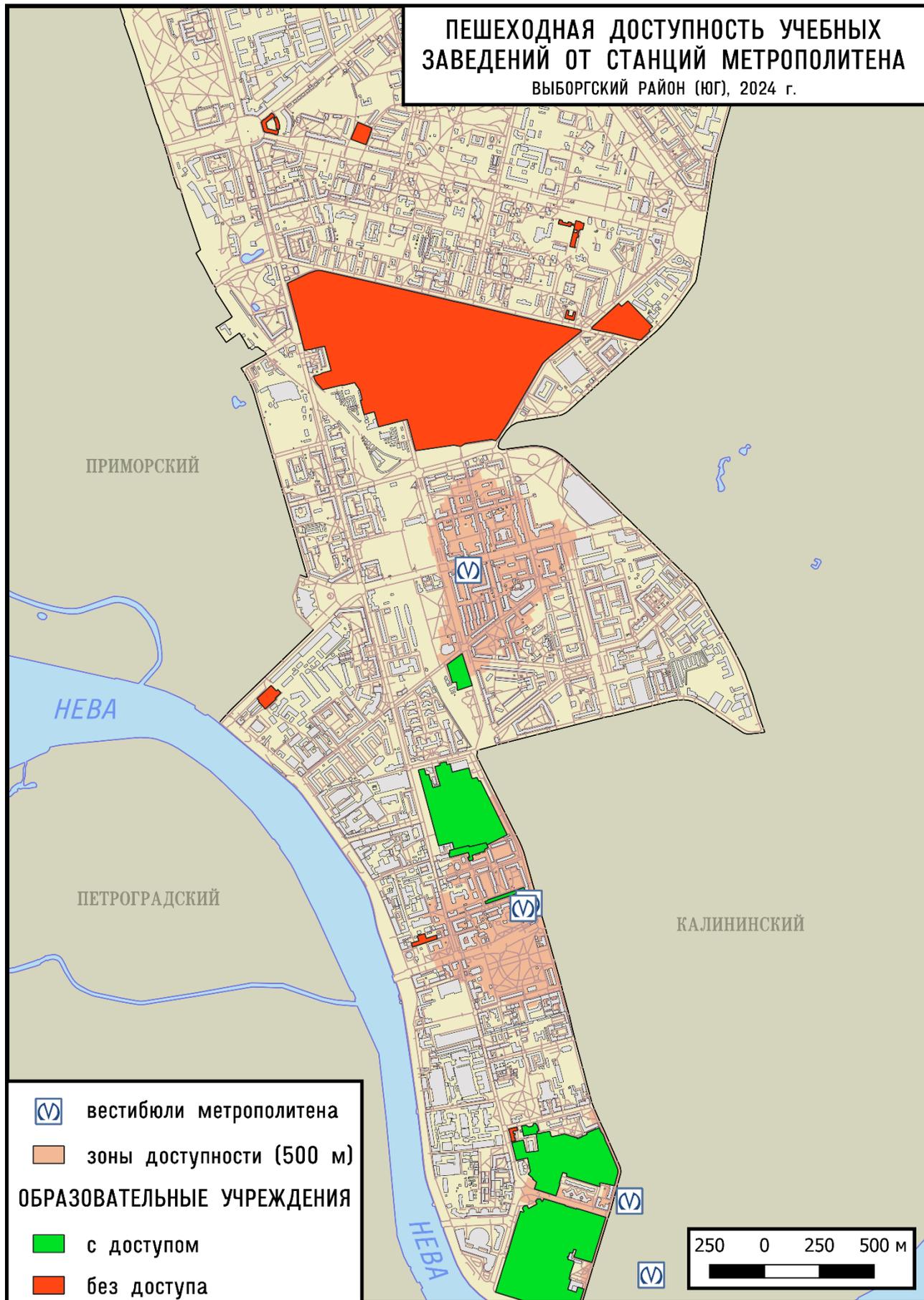


Карта № 15

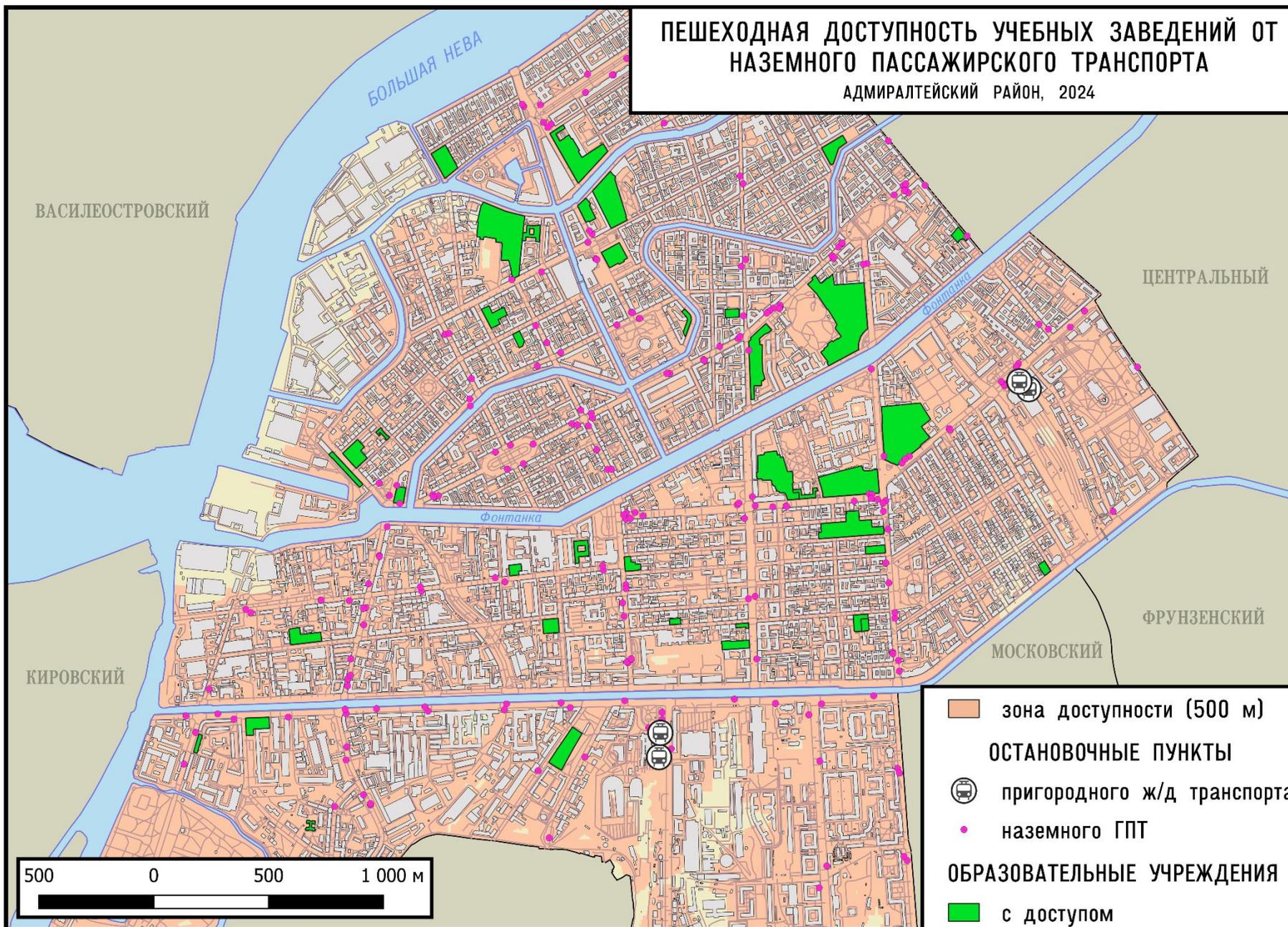


ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА
ВЫБОРГСКИЙ РАЙОН (СЕВЕР), 2024 г.

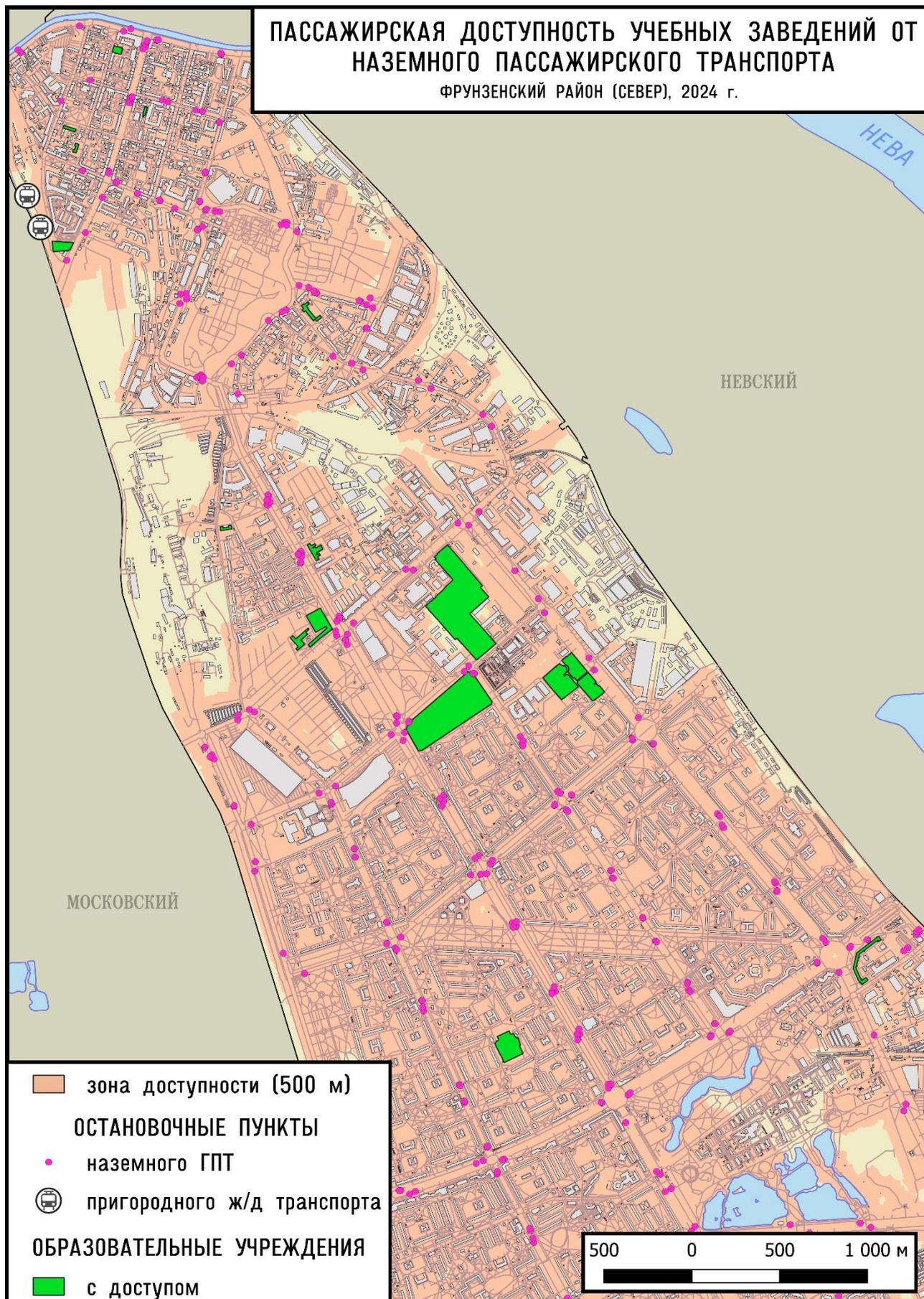




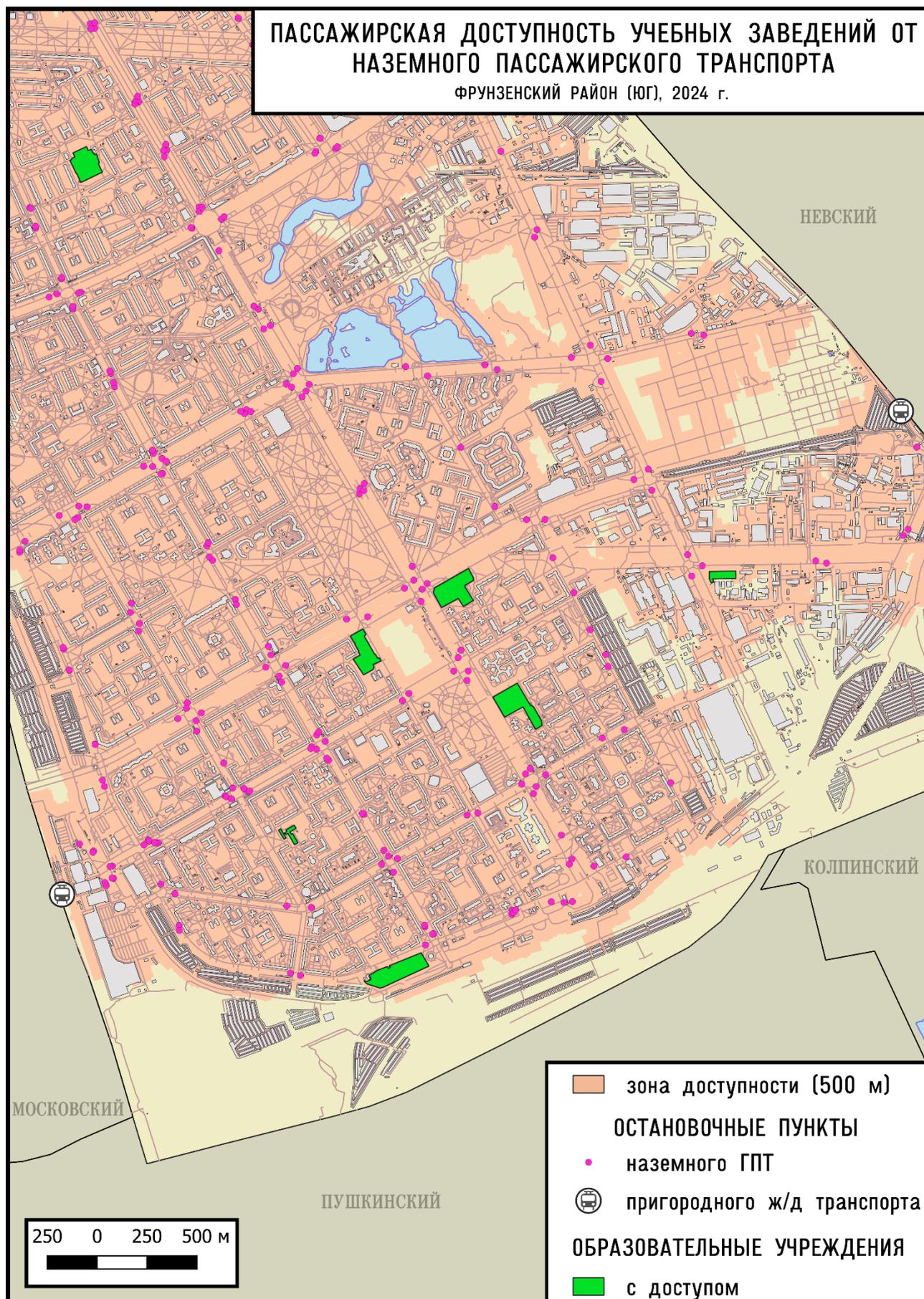
Приложение № 2. Карта №1



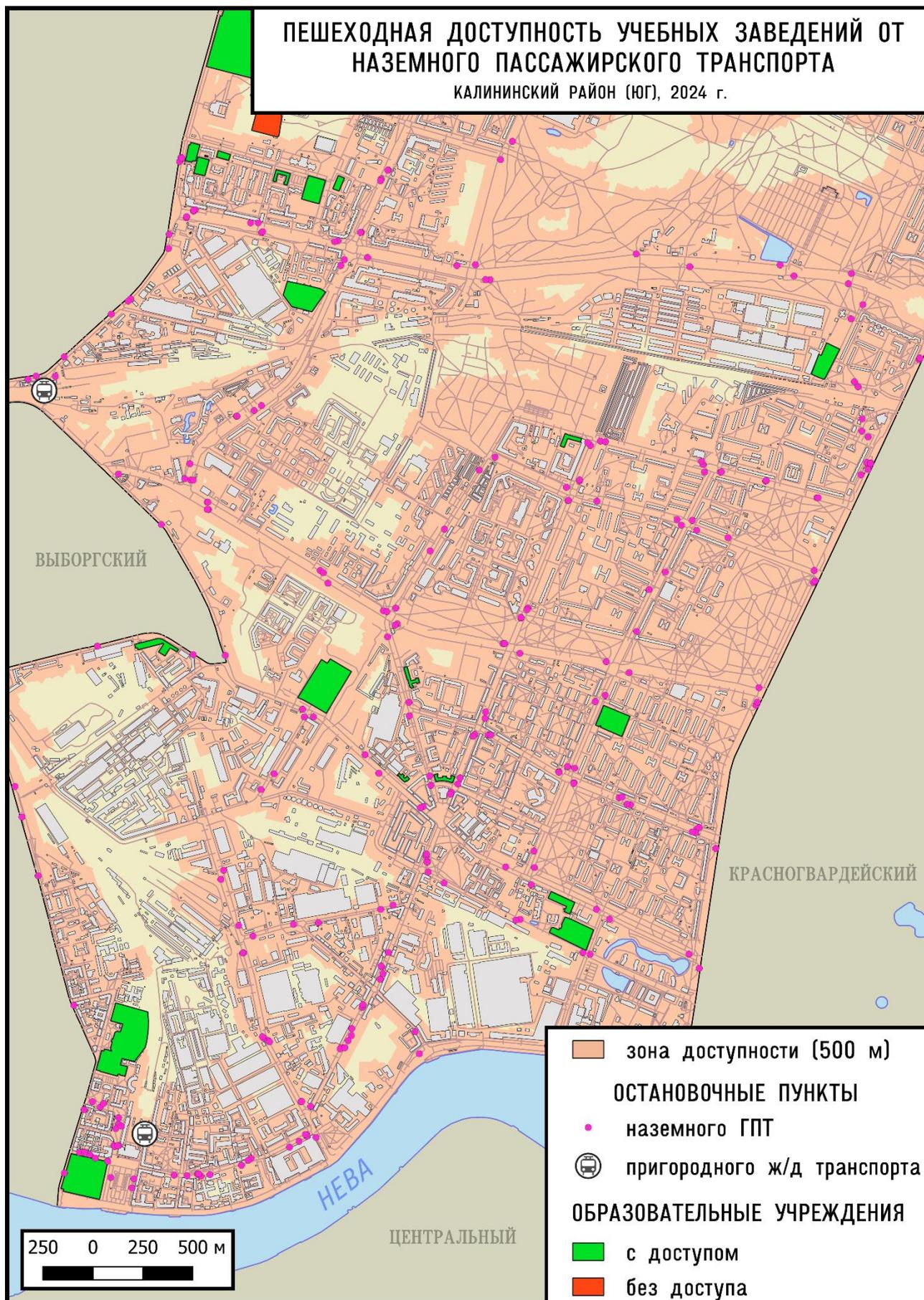
Карта №2

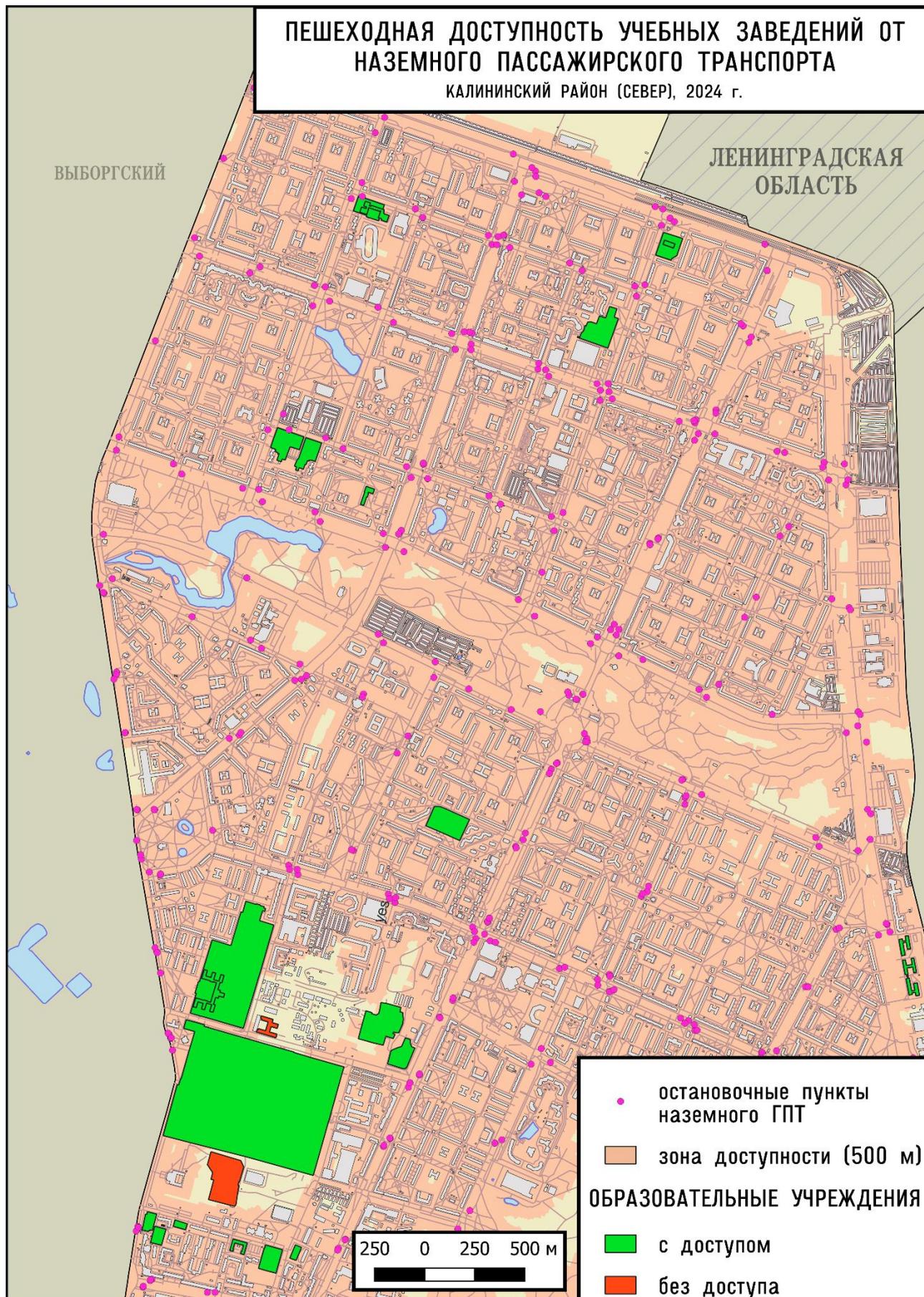


Карта № 3



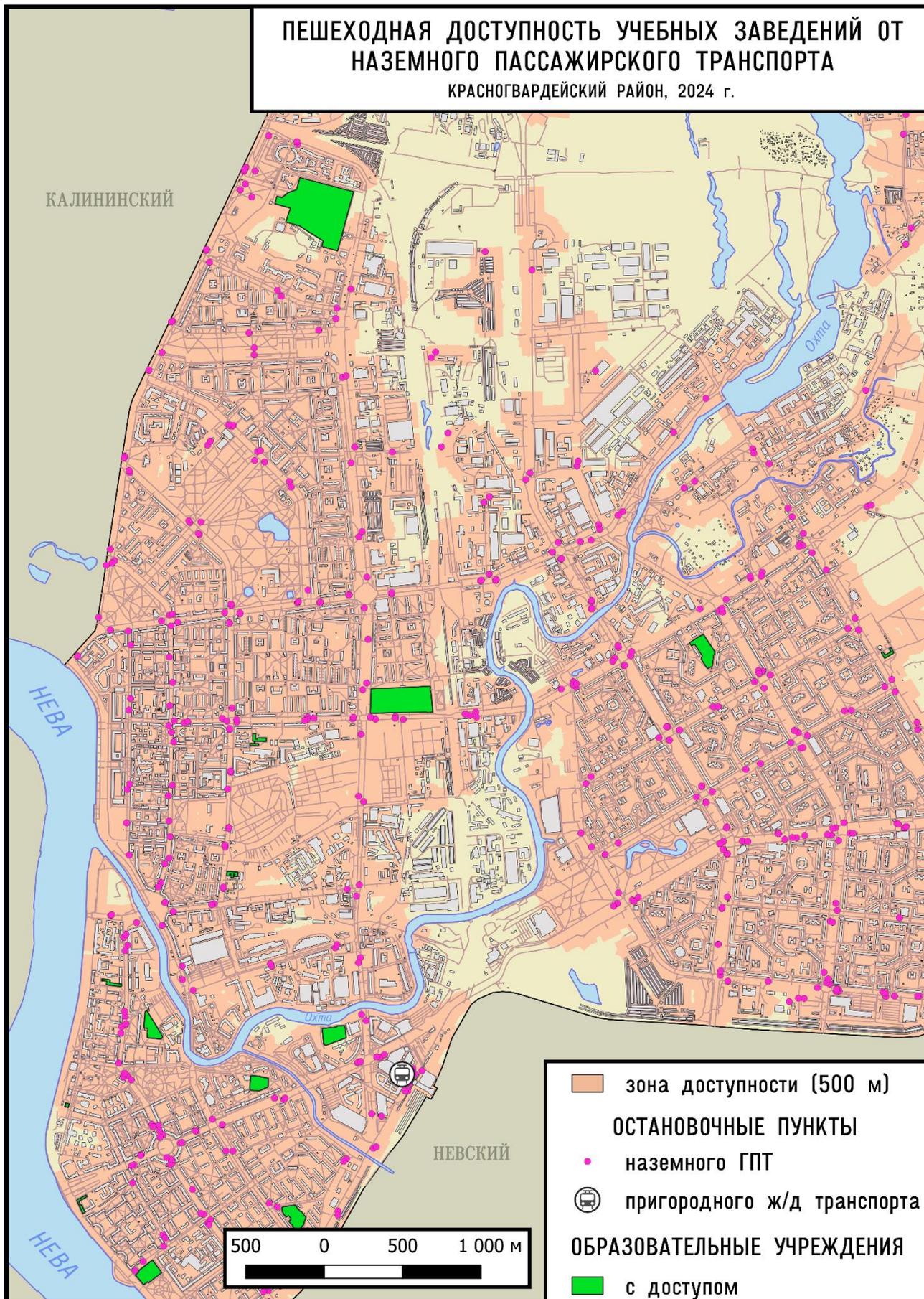
Карта № 4



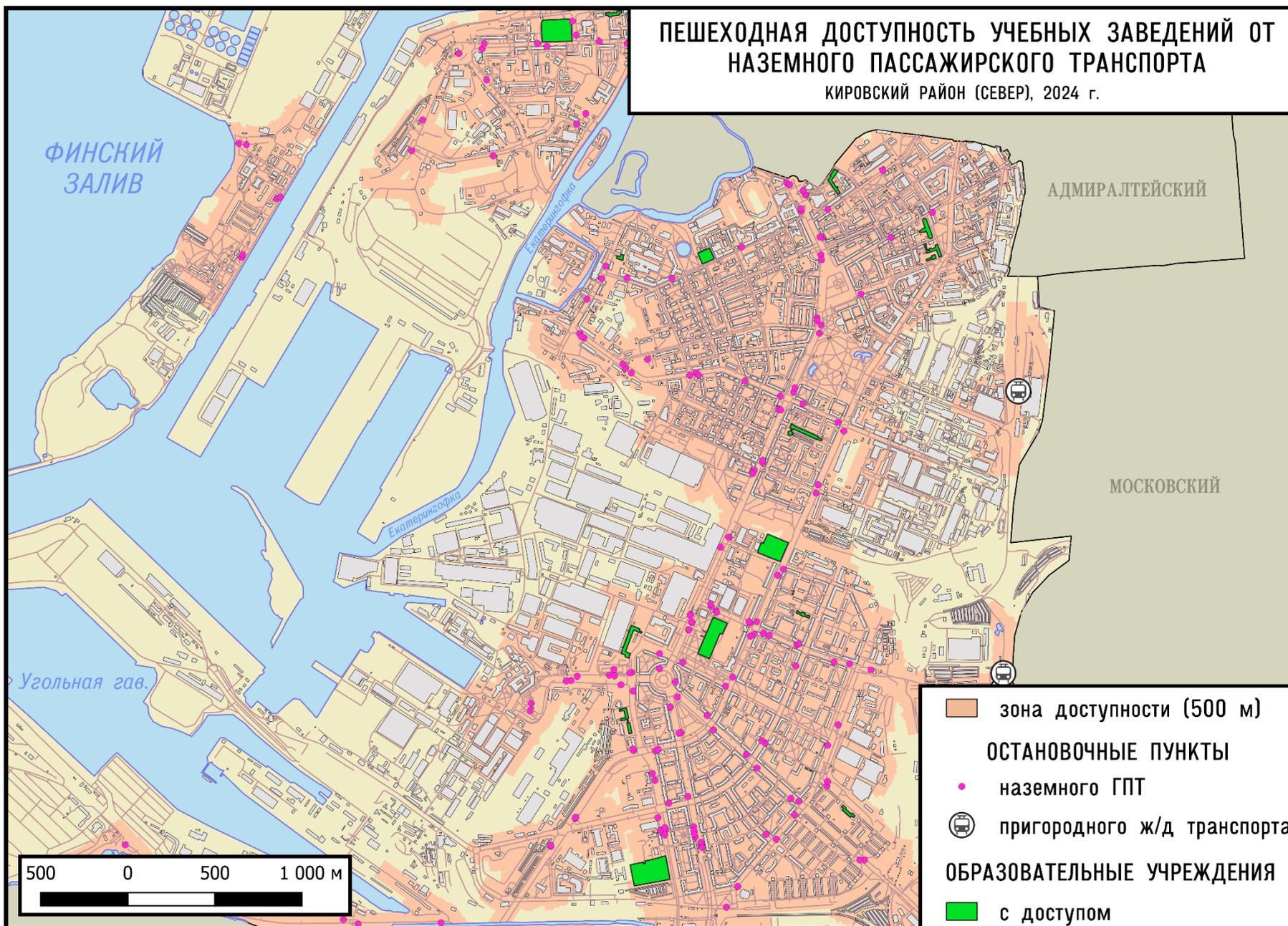


ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ НАЗЕМНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

КРАСНОГВАРДЕЙСКИЙ РАЙОН, 2024 г.



Карта № 7

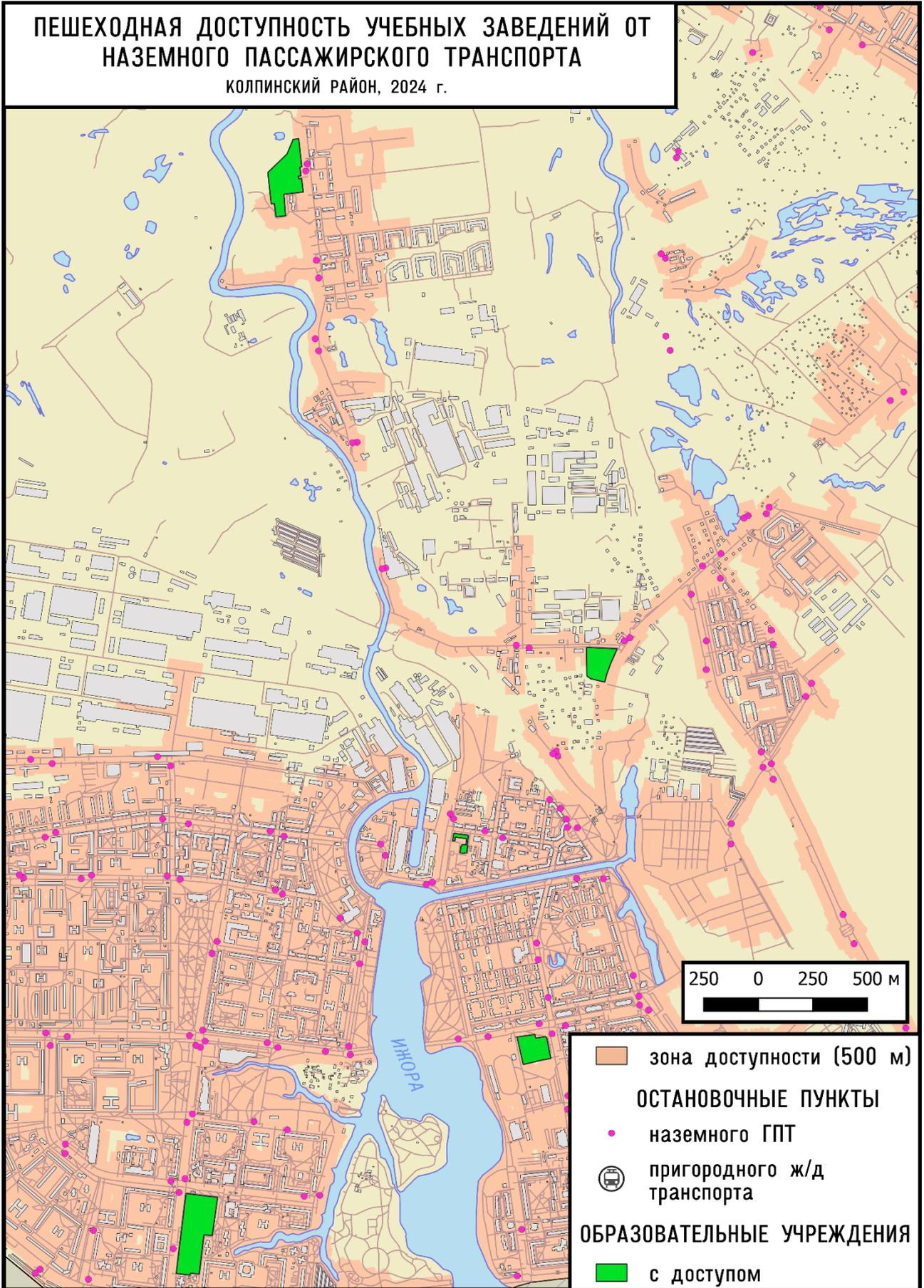


Карта № 8

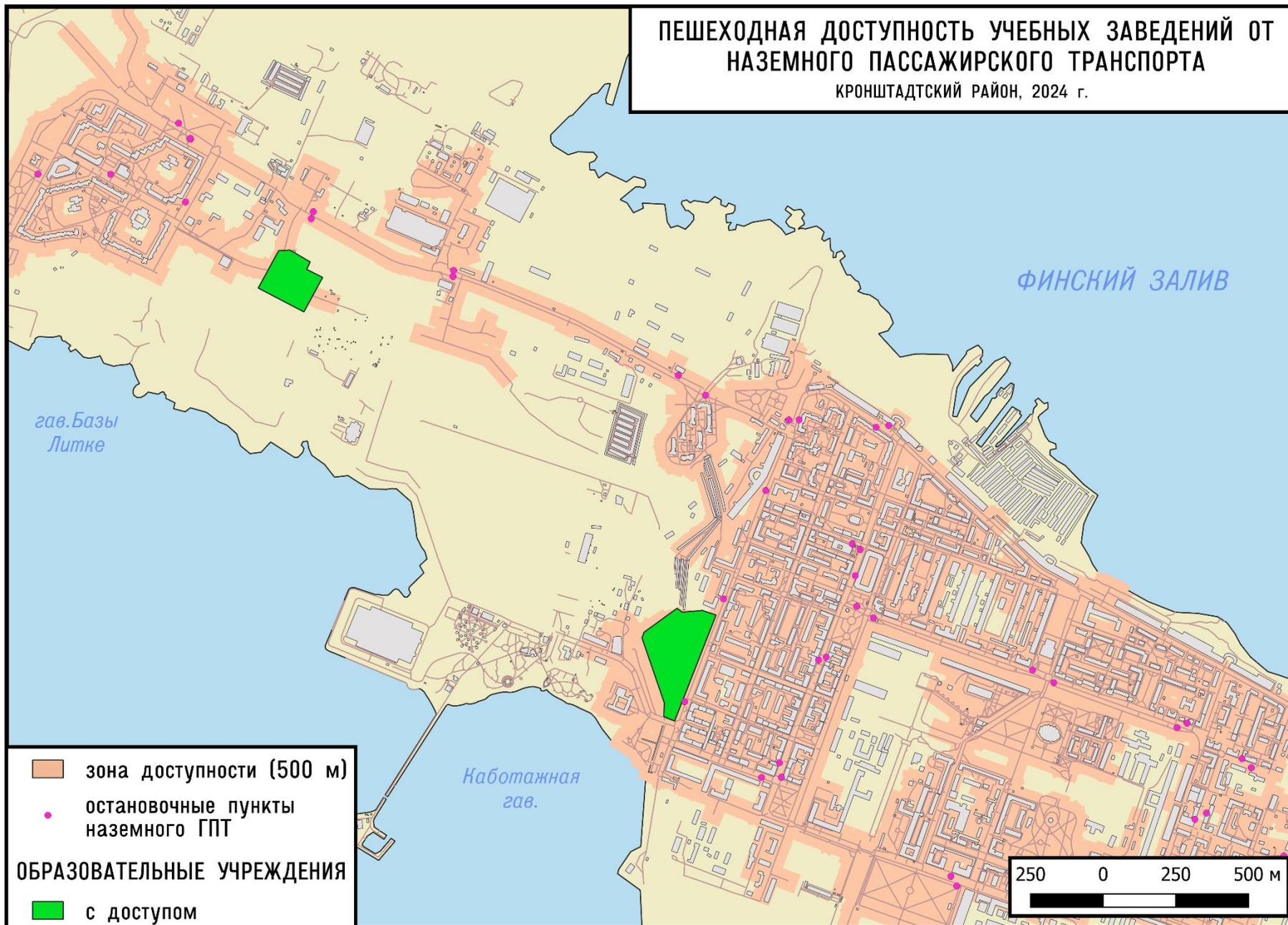


**ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ
НАЗЕМНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА**

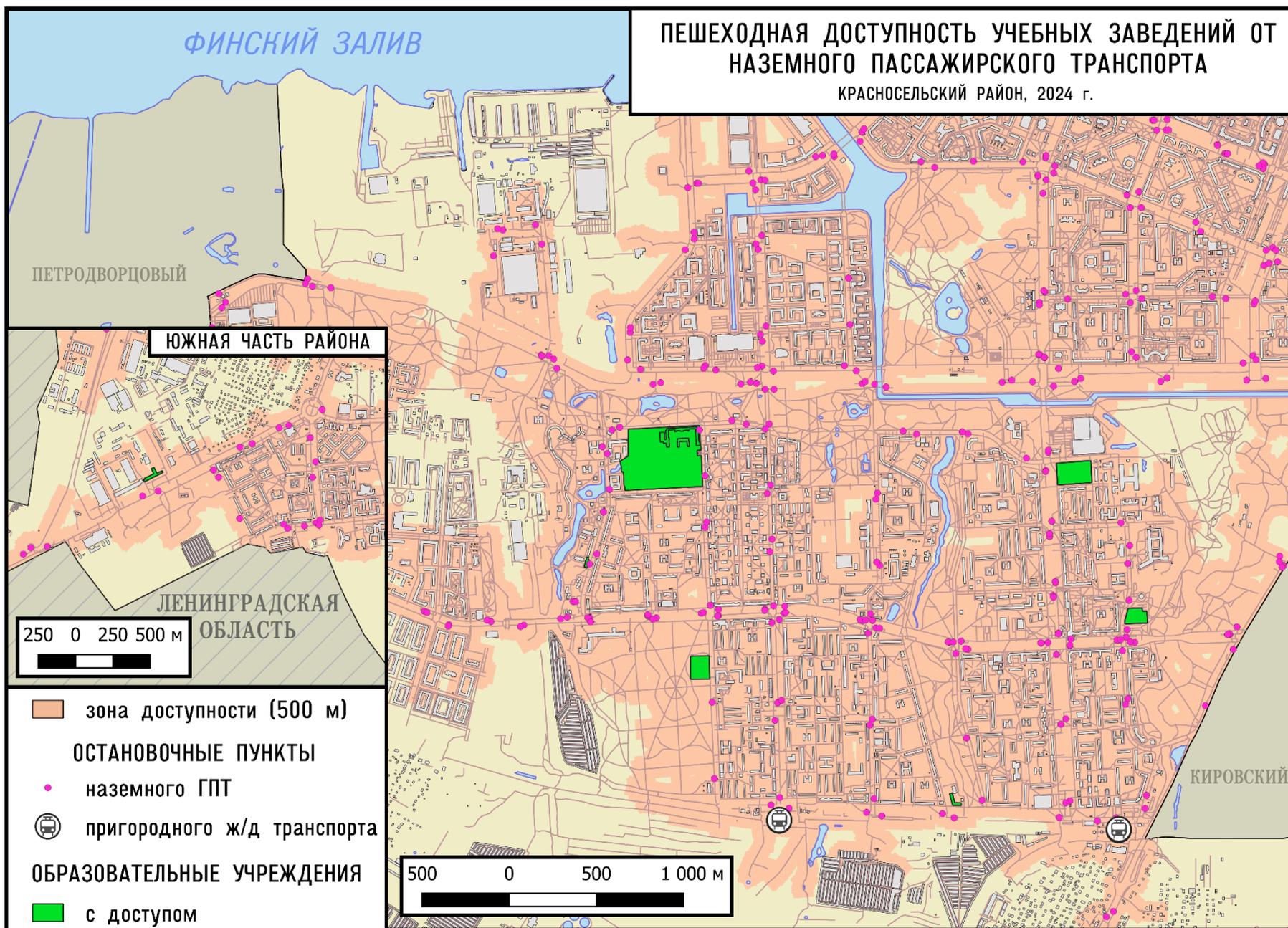
КОЛПИНСКИЙ РАЙОН, 2024 г.



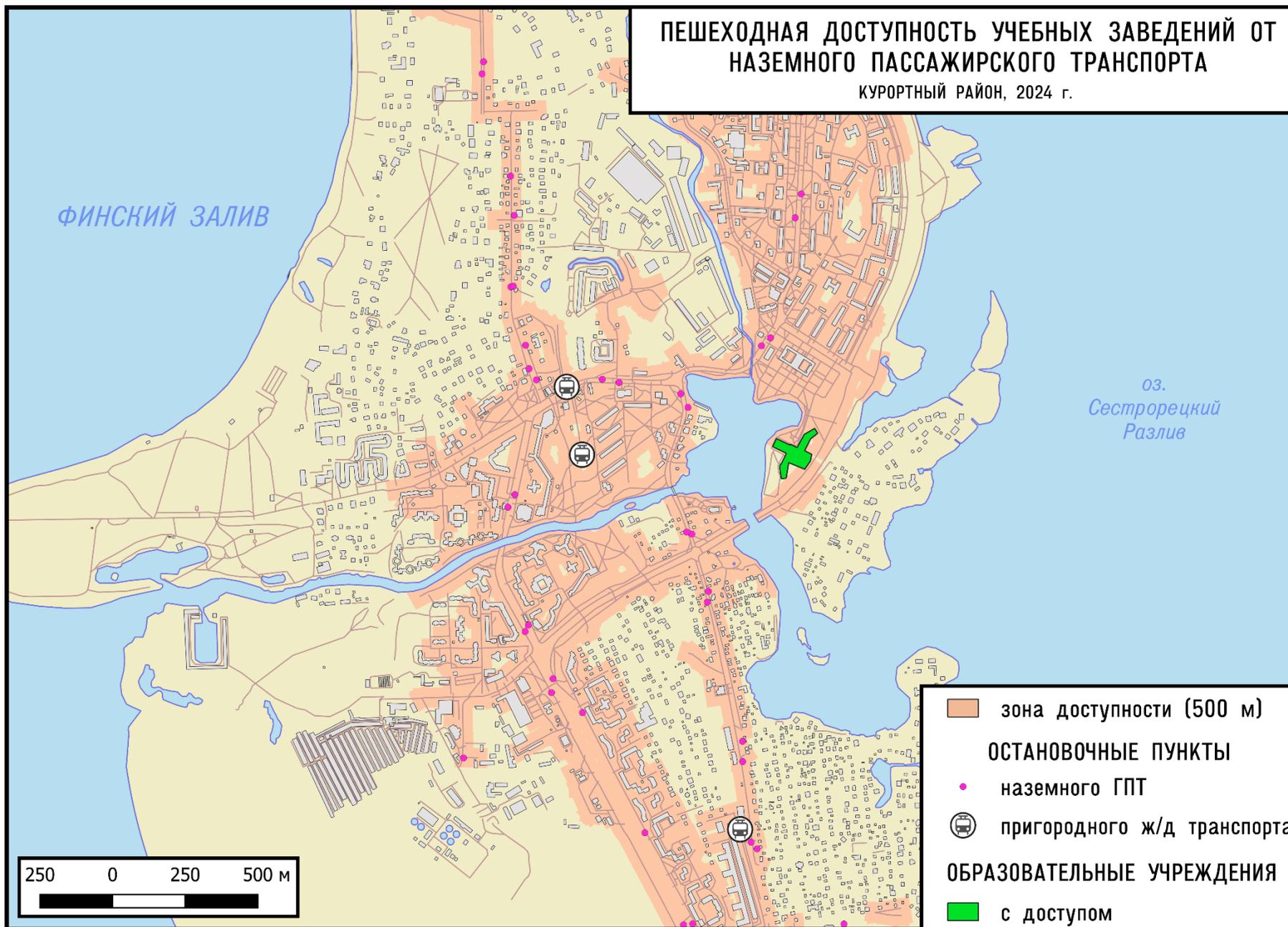
Карта № 10



Карта № 11

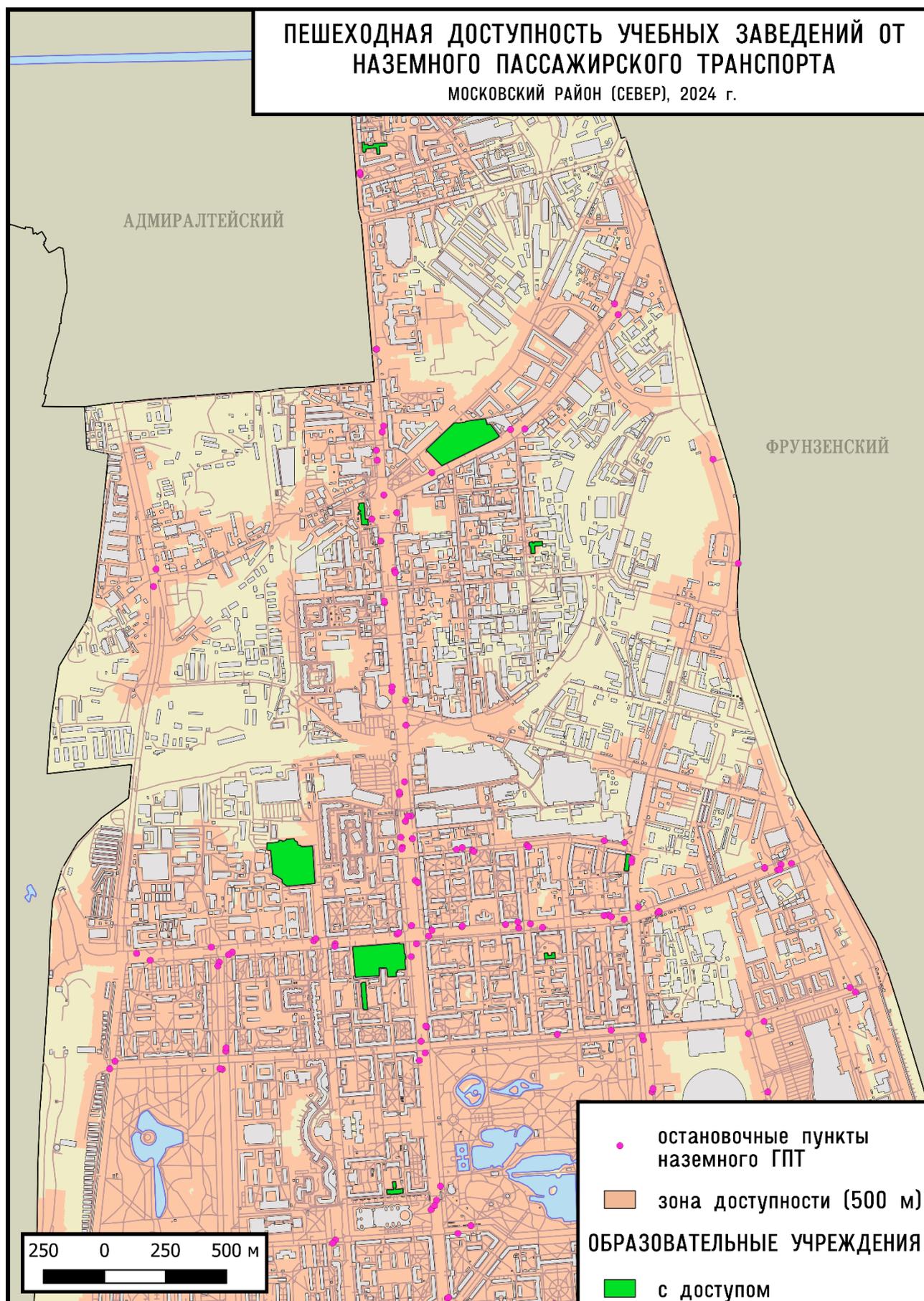


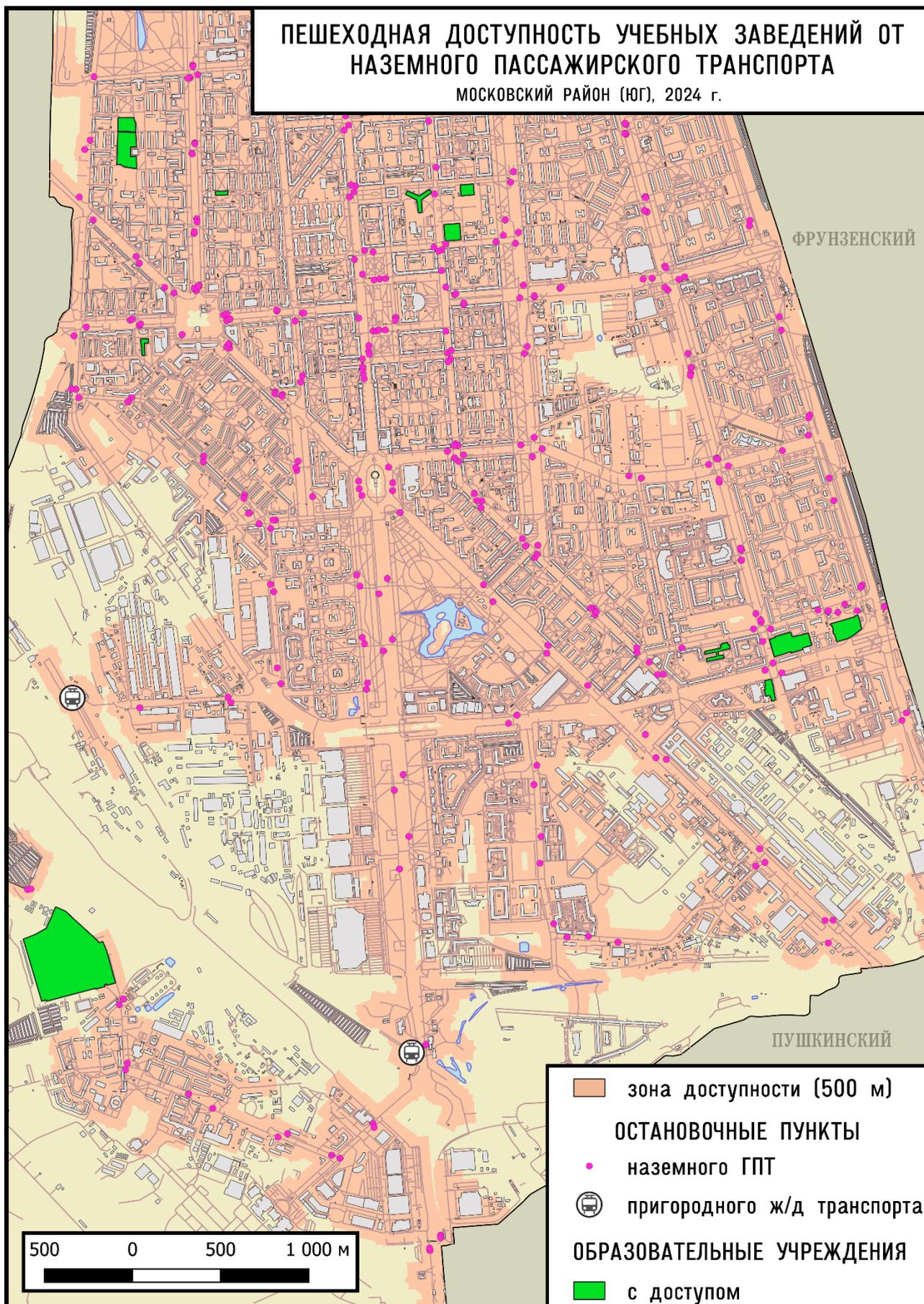
Карта № 12



ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ НАЗЕМНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

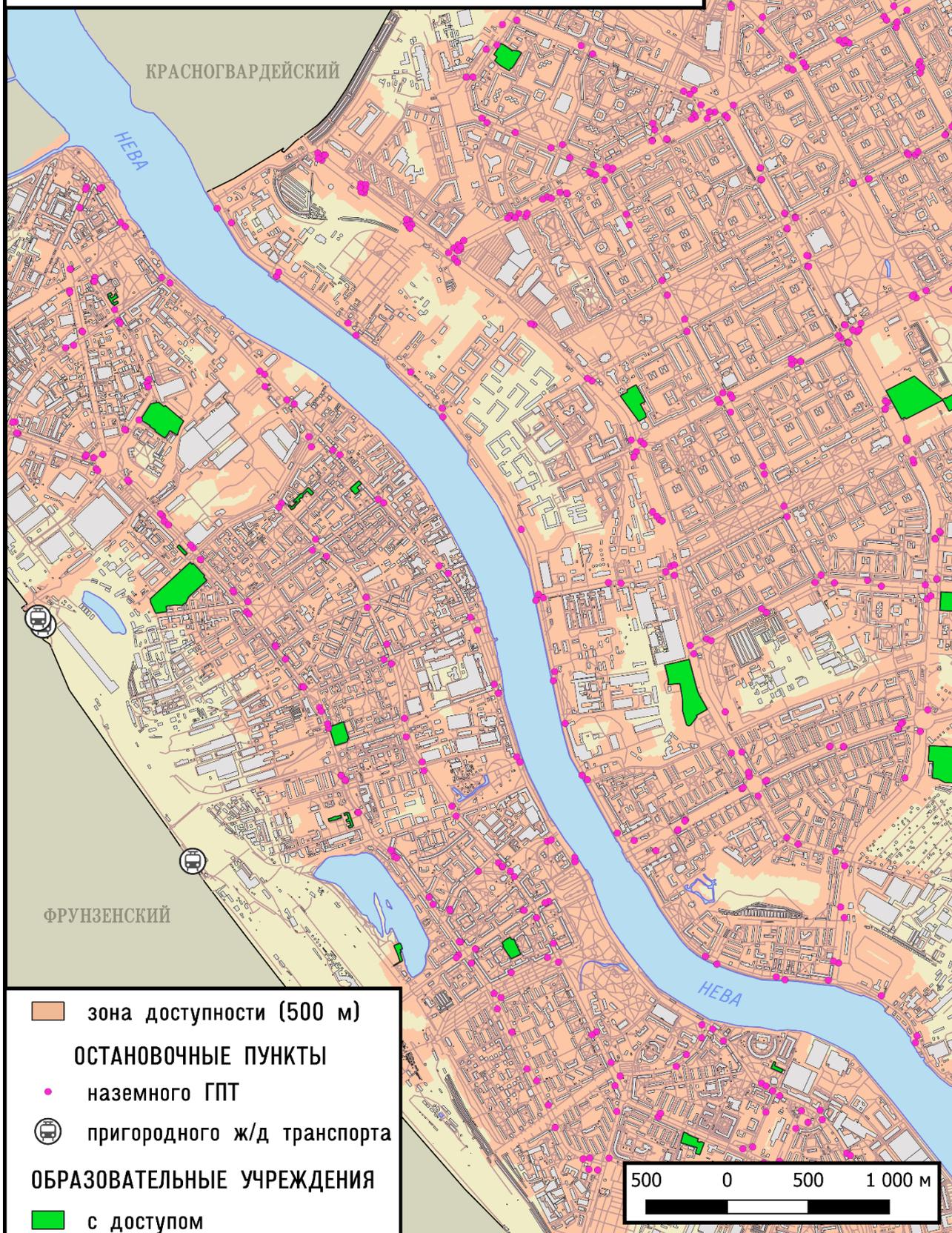
МОСКОВСКИЙ РАЙОН (СЕВЕР), 2024 г.



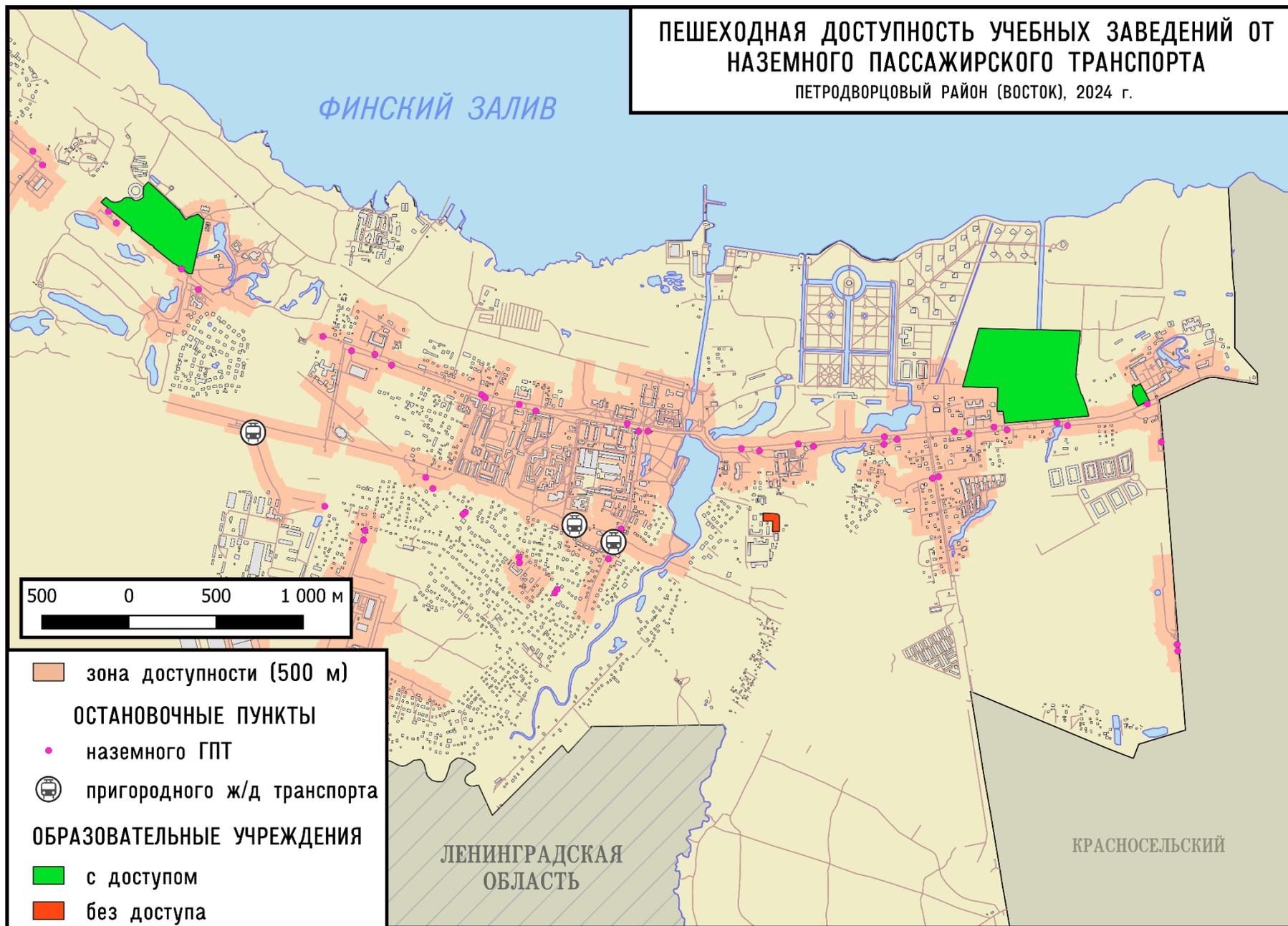


ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ НАЗЕМНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

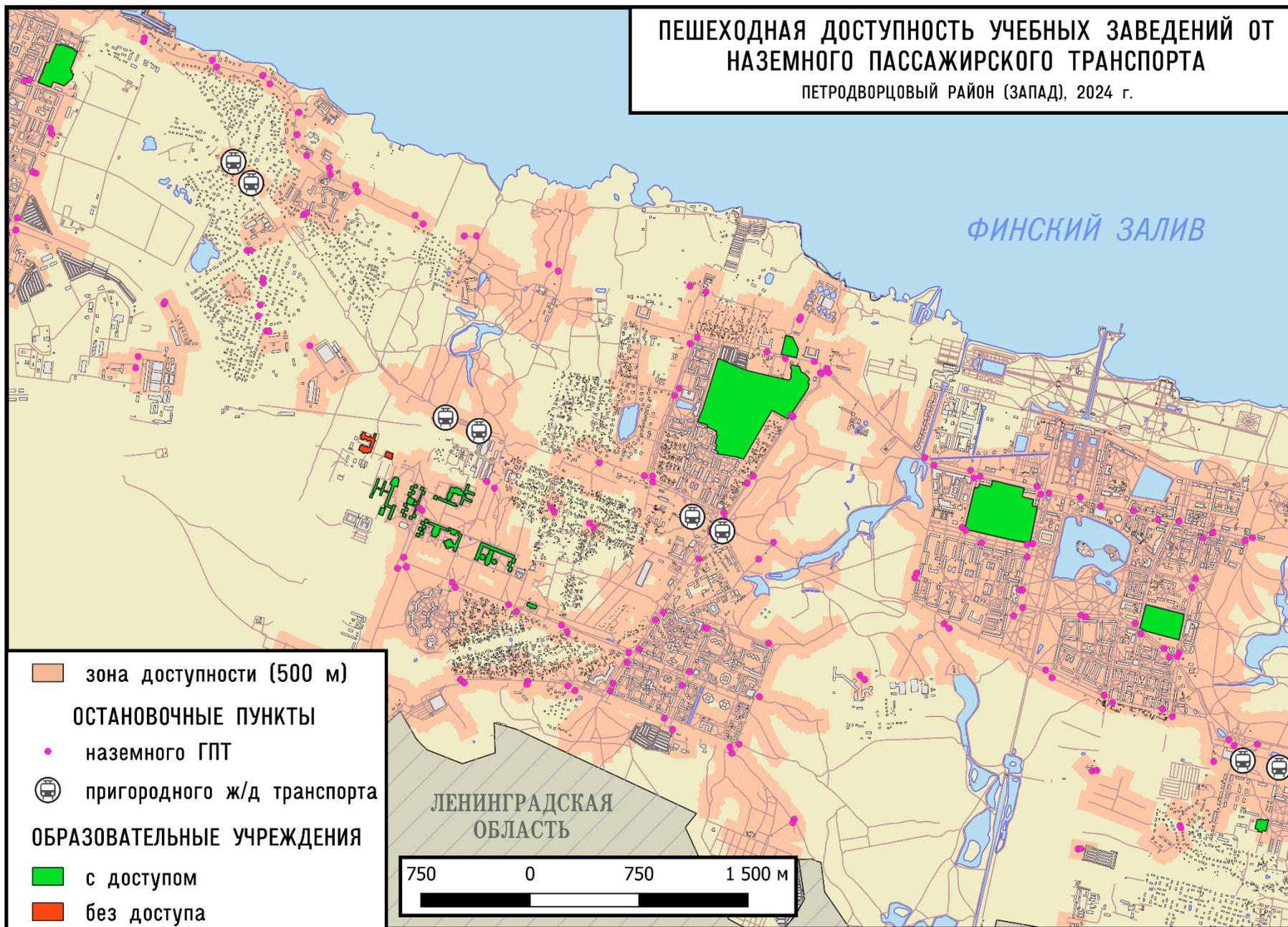
НЕВСКИЙ РАЙОН, 2024 г.



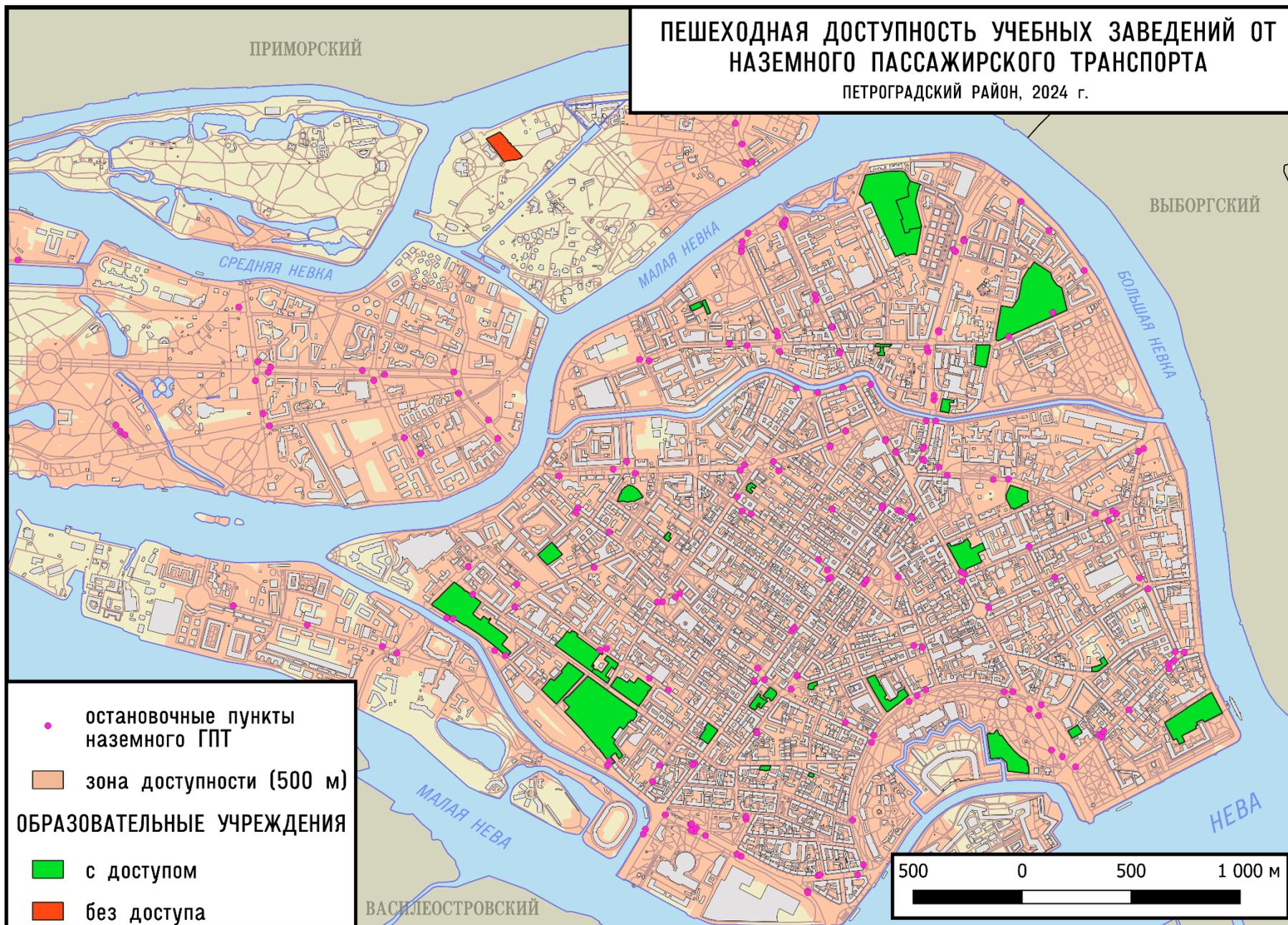
Карта № 16



Карта № 17

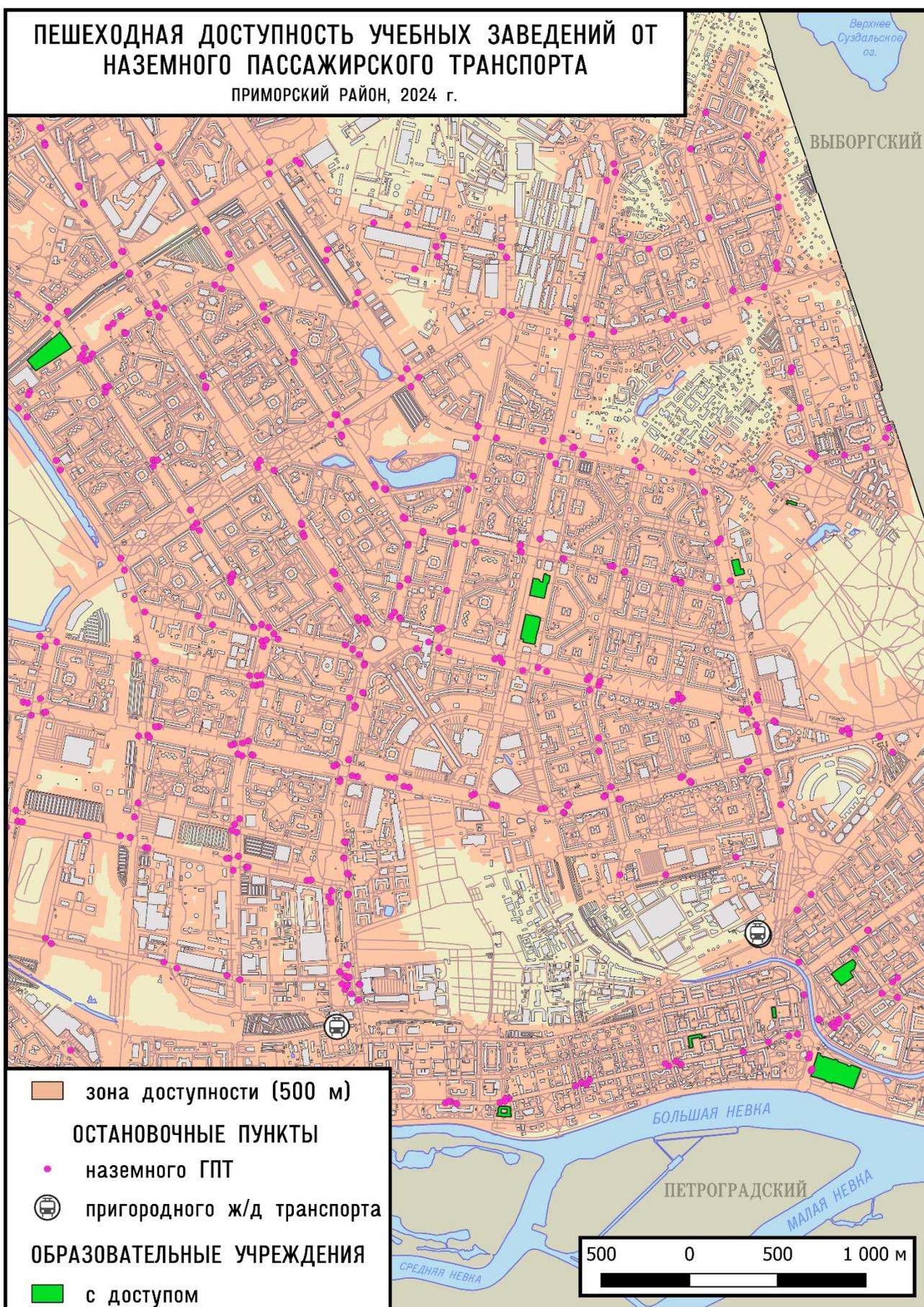


Карта № 18



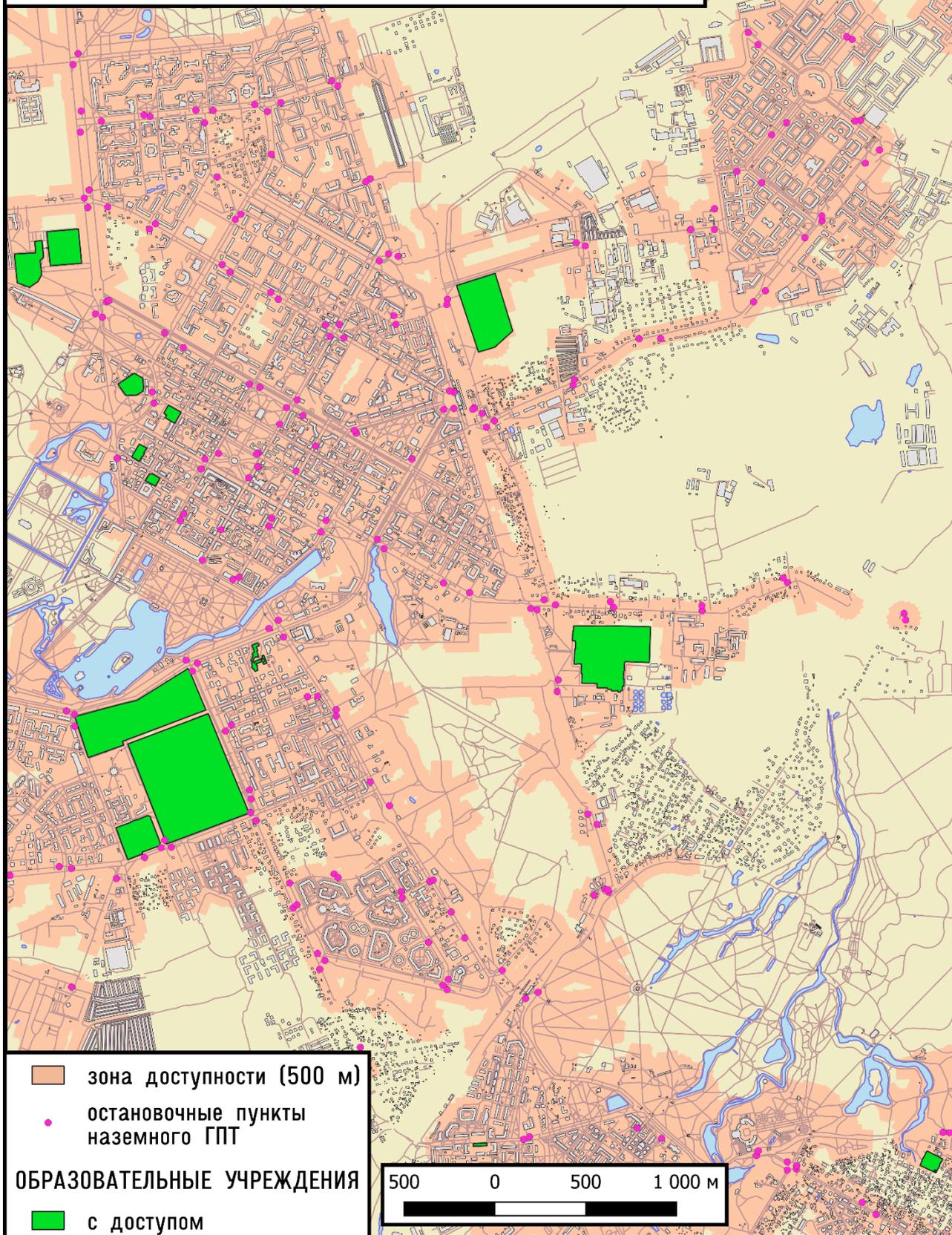
ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ НАЗЕМНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

ПРИМОРСКИЙ РАЙОН, 2024 г.



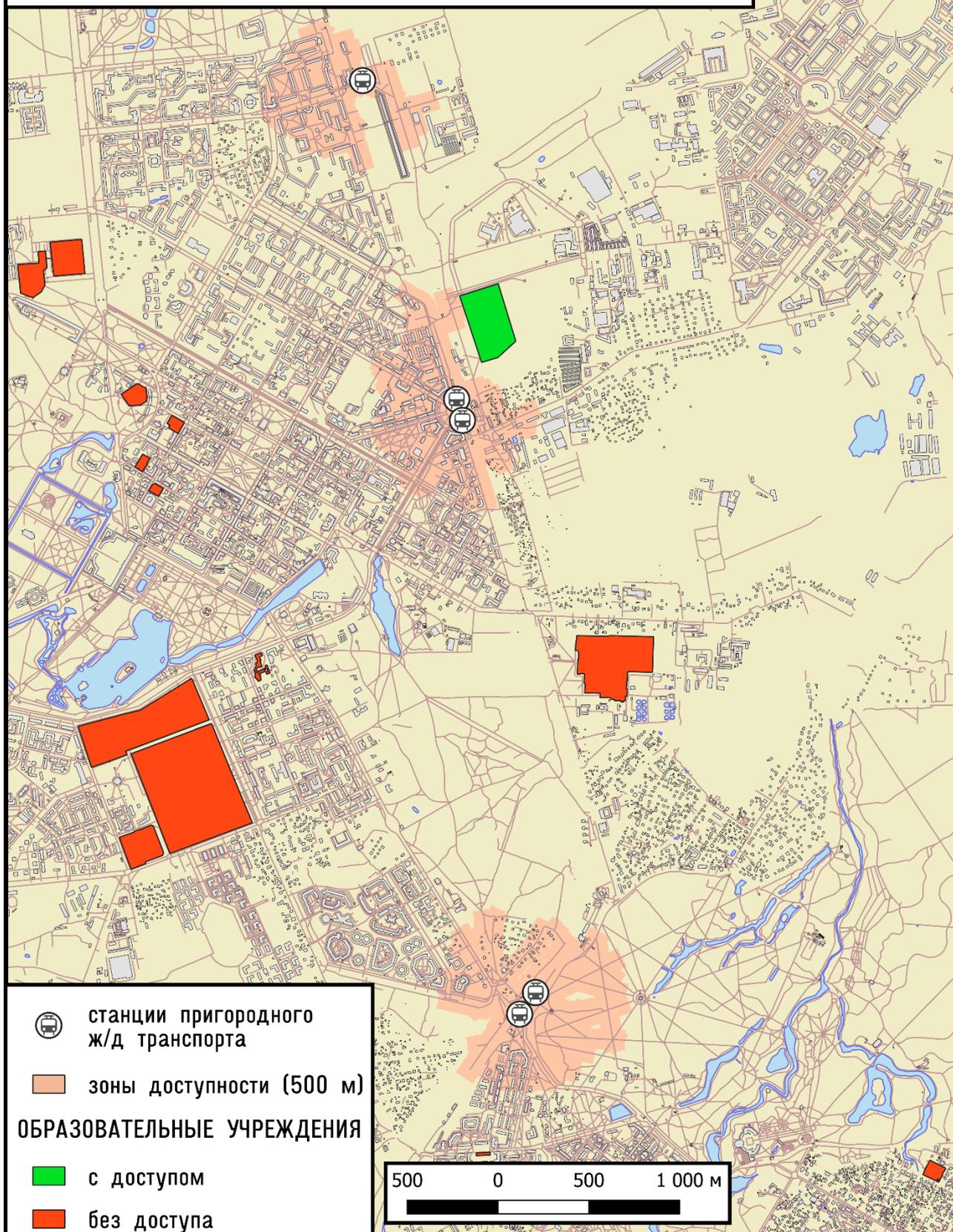
ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ НАЗЕМНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

ПУШКИНСКИЙ РАЙОН, 2024 г.

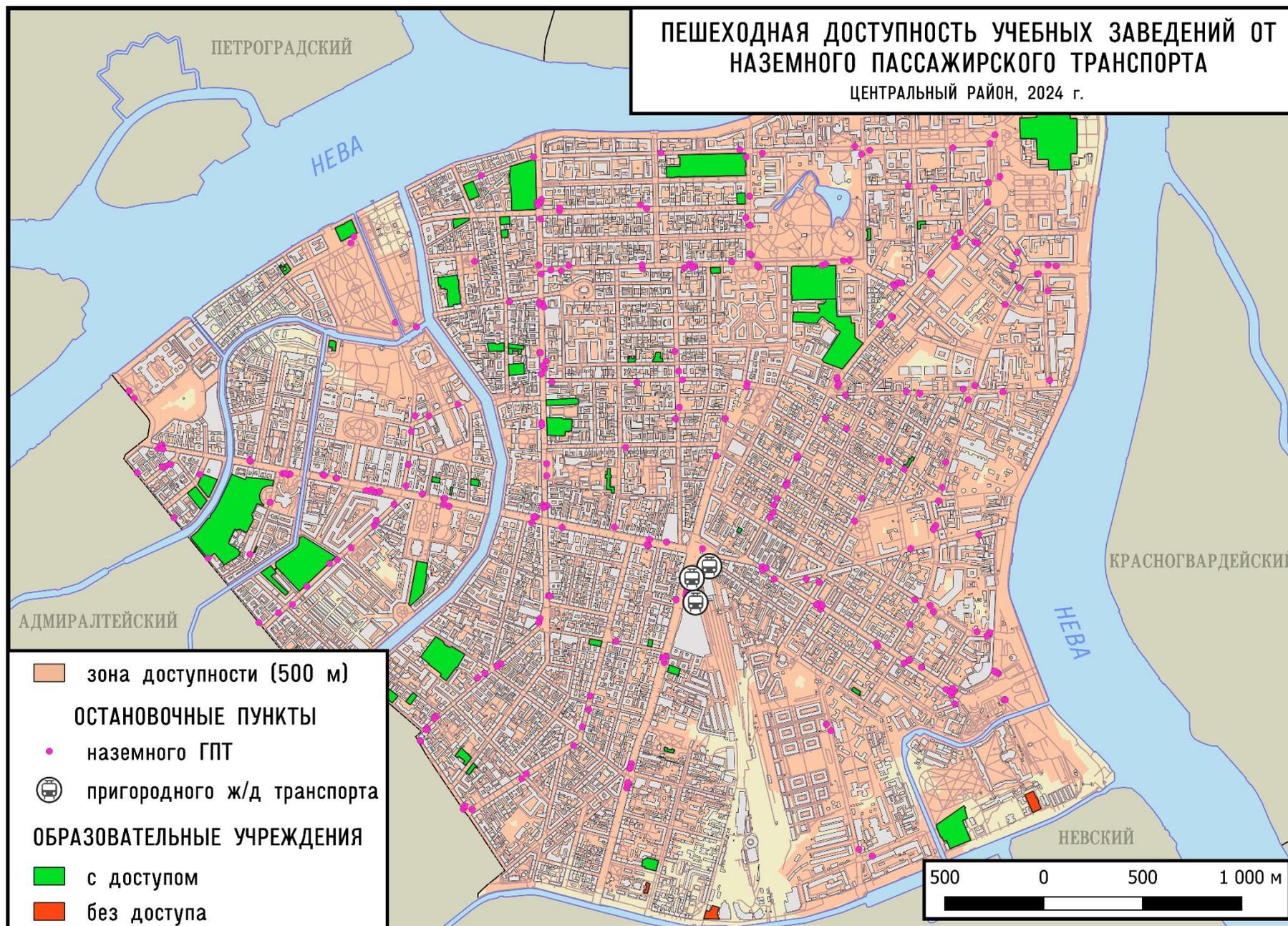


ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ СТАНЦИЙ ПРИГОРОДНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

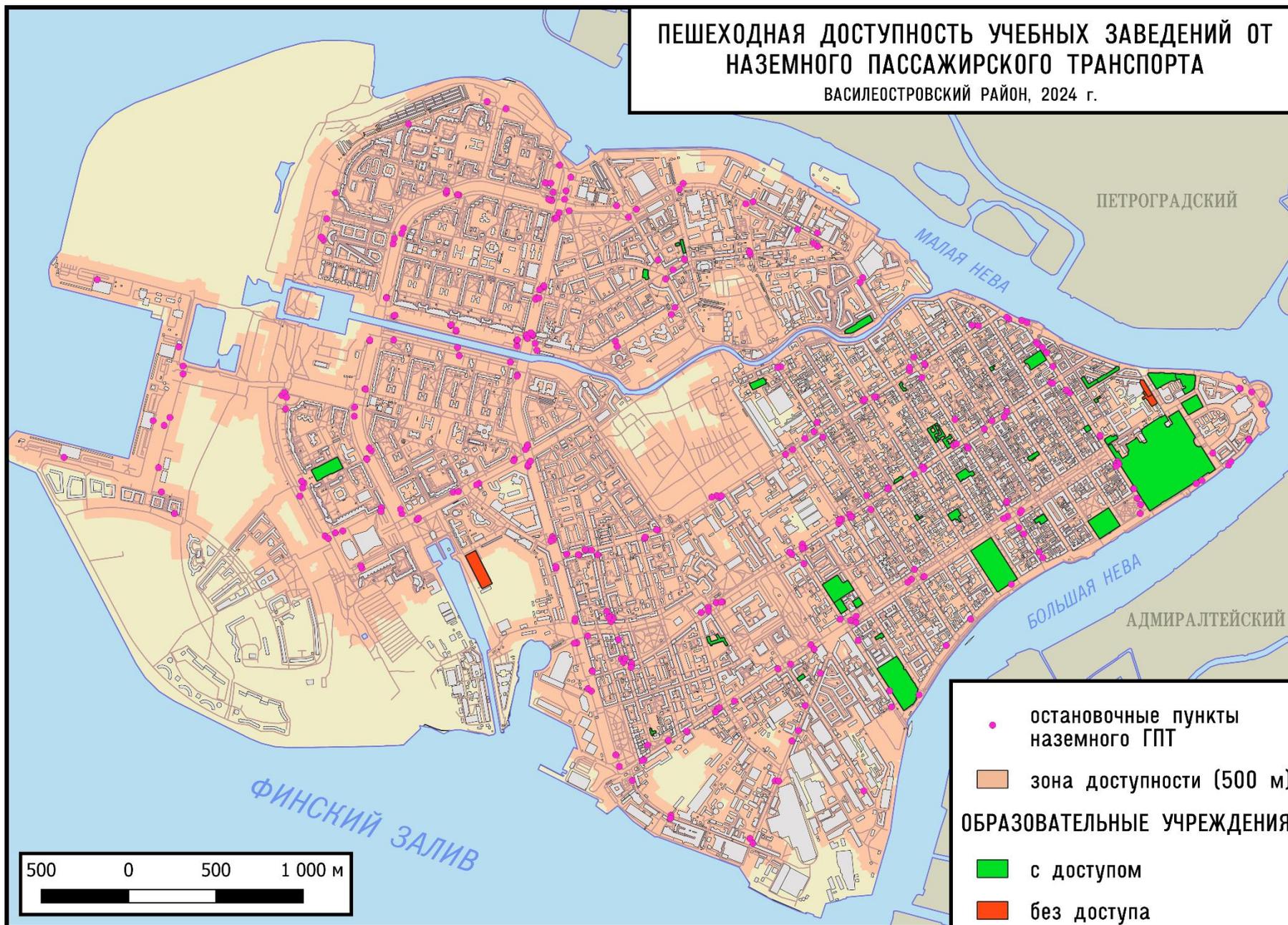
ПУШКИНСКИЙ РАЙОН, 2024 г.



Карта № 22

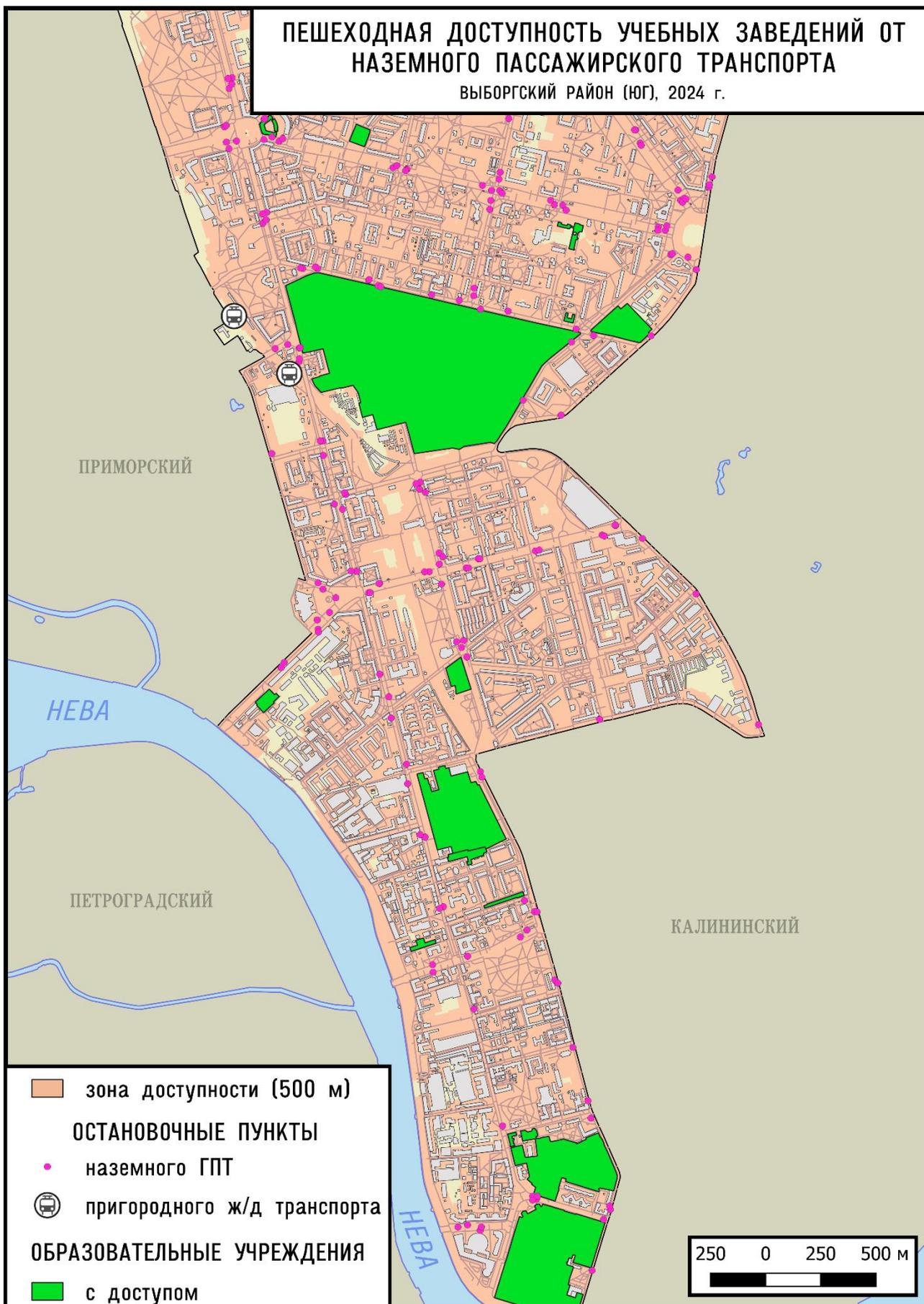


Карта № 23



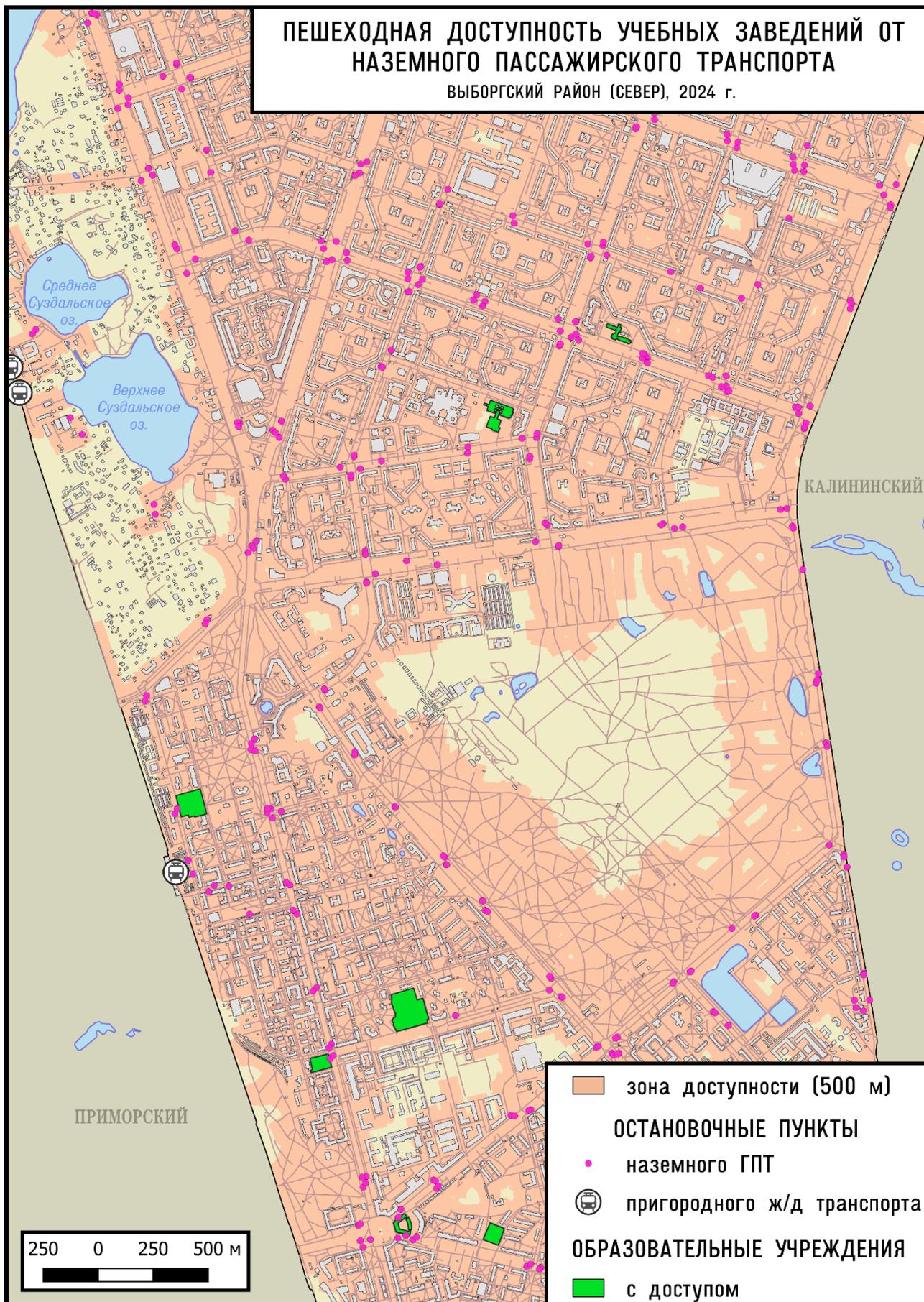
ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ НАЗЕМНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

ВЫБОРГСКИЙ РАЙОН (ЮГ), 2024 г.



ПЕШЕХОДНАЯ ДОСТУПНОСТЬ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ОТ НАЗЕМНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

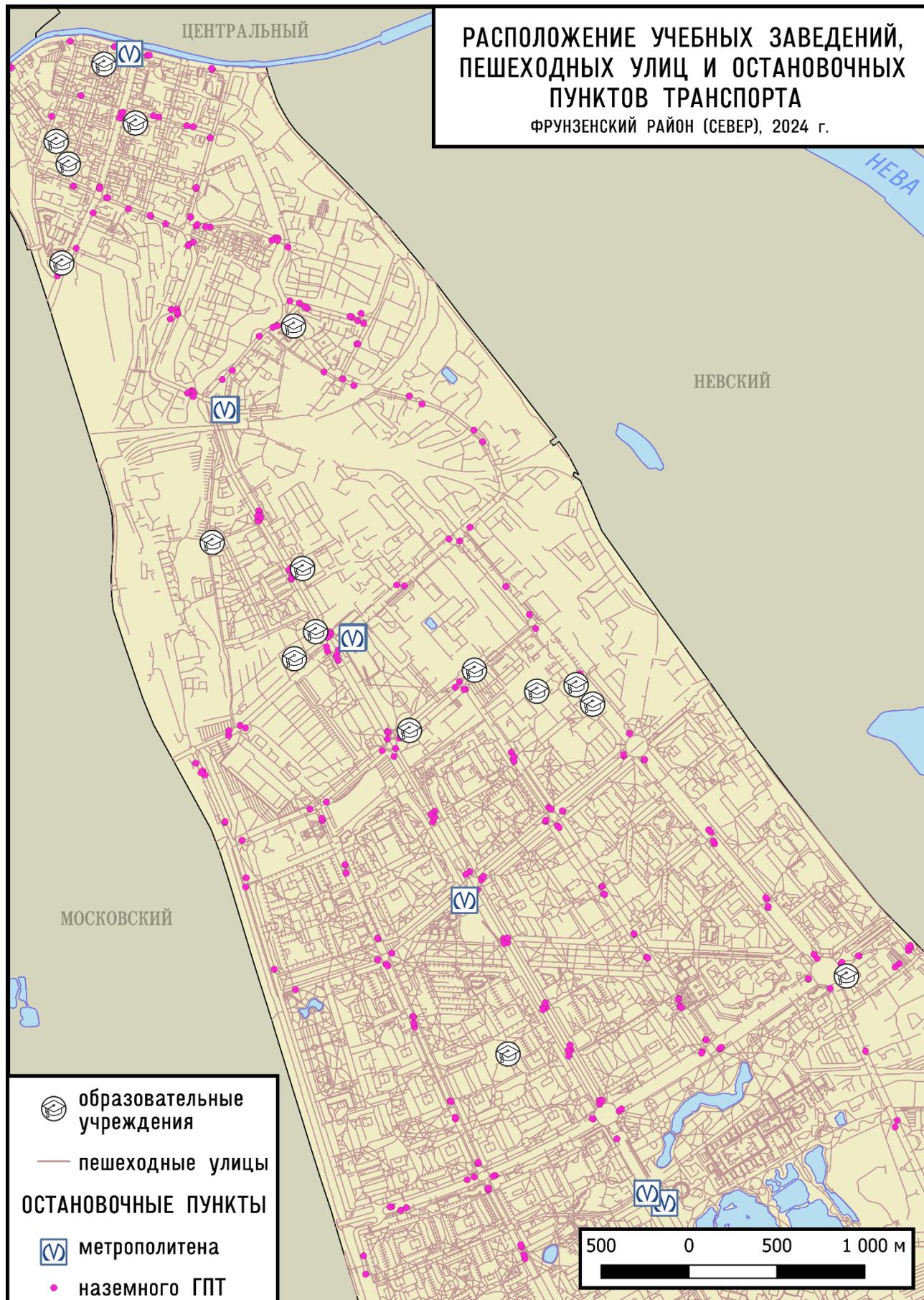
ВЫБОРГСКИЙ РАЙОН (СЕВЕР), 2024 г.



Приложение № 3. Карта № 1

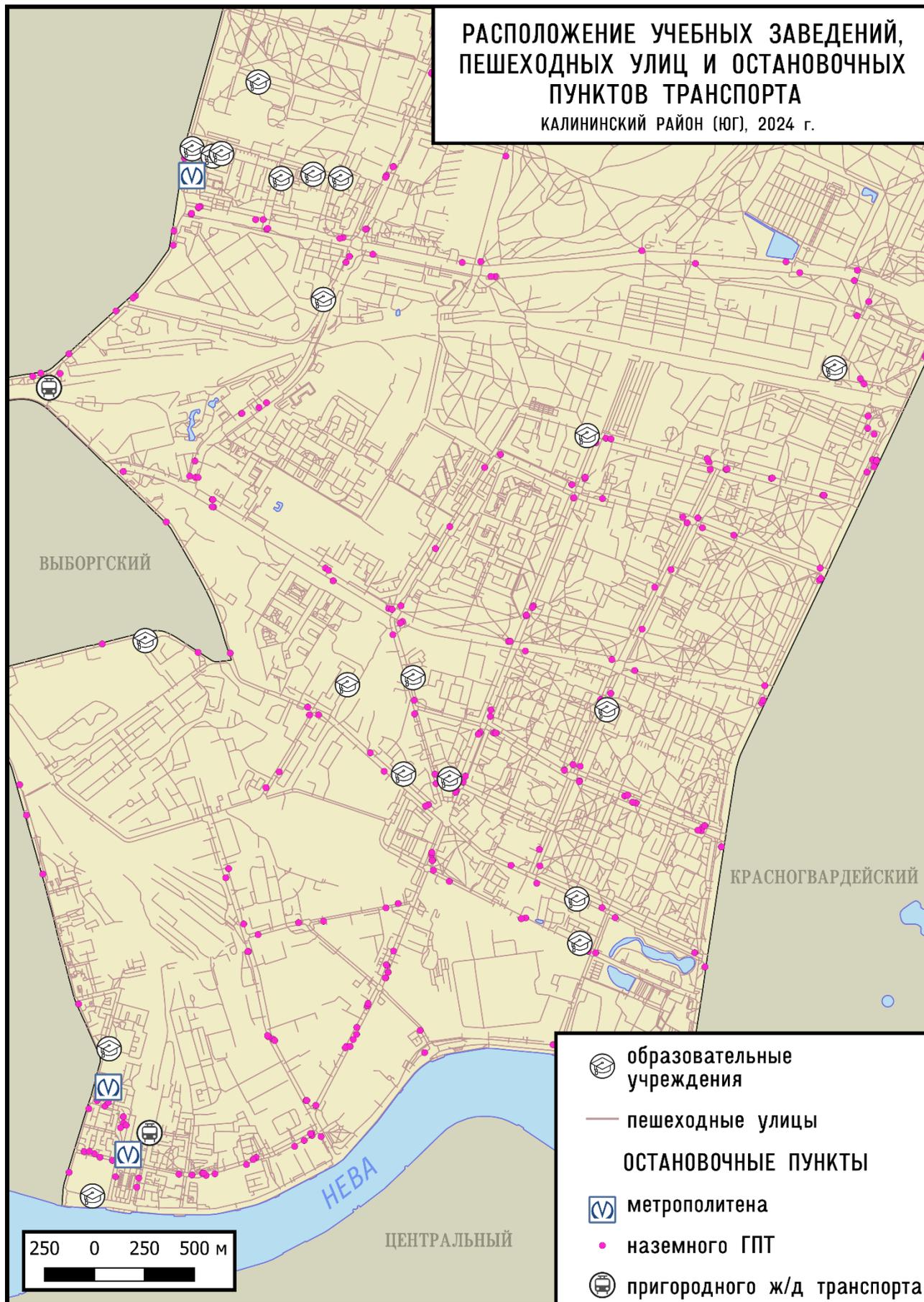


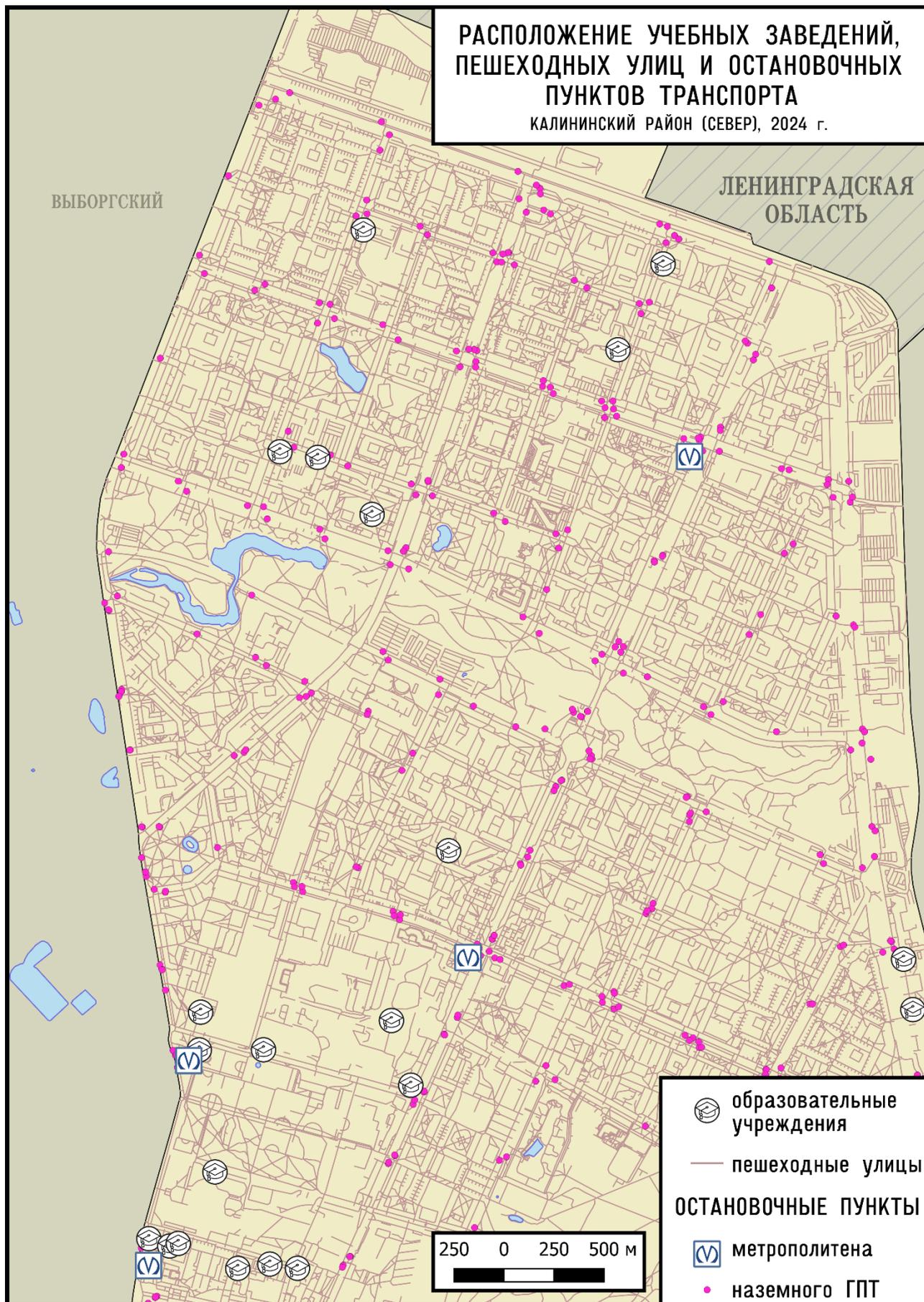
Карта № 2



Карта № 3

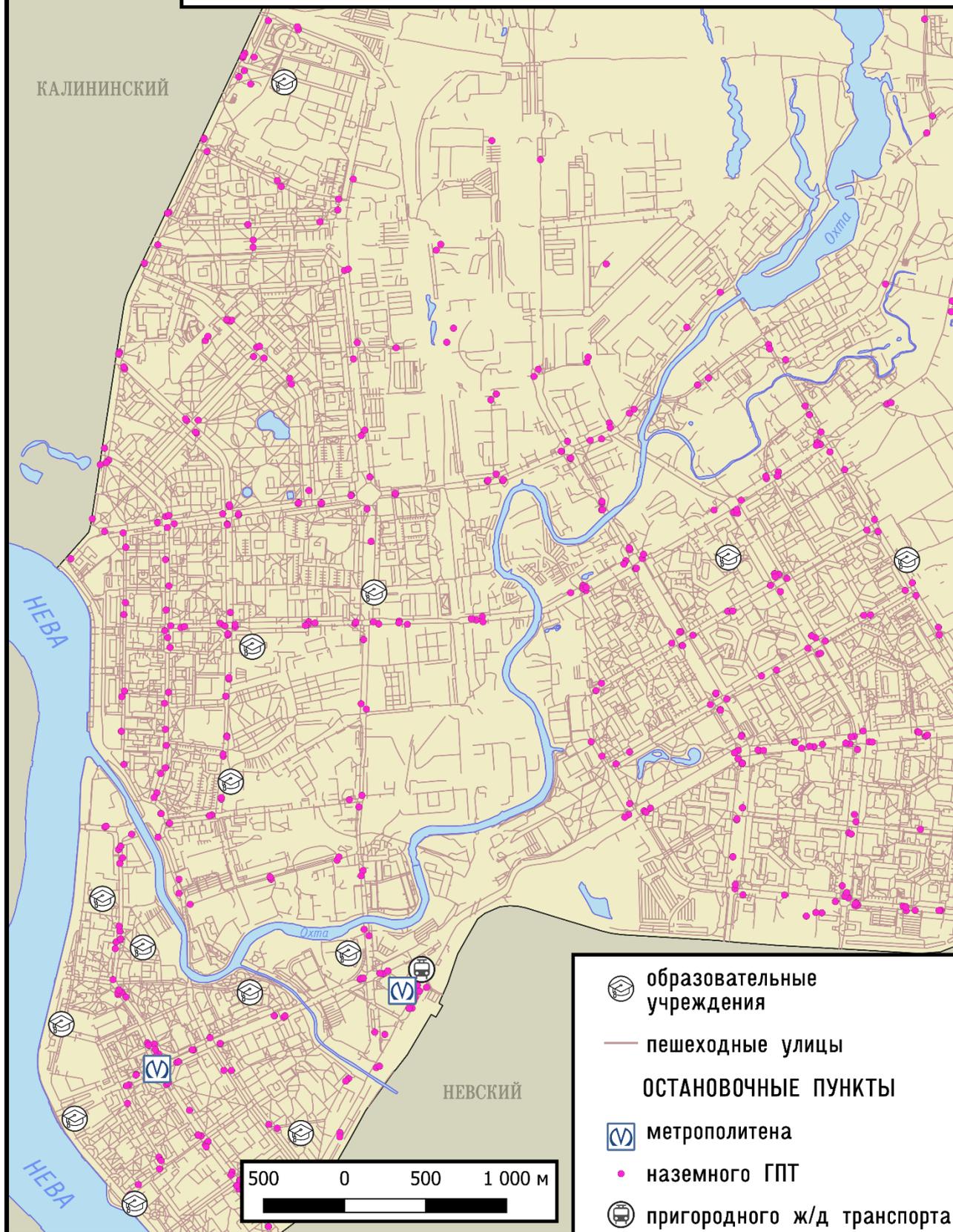




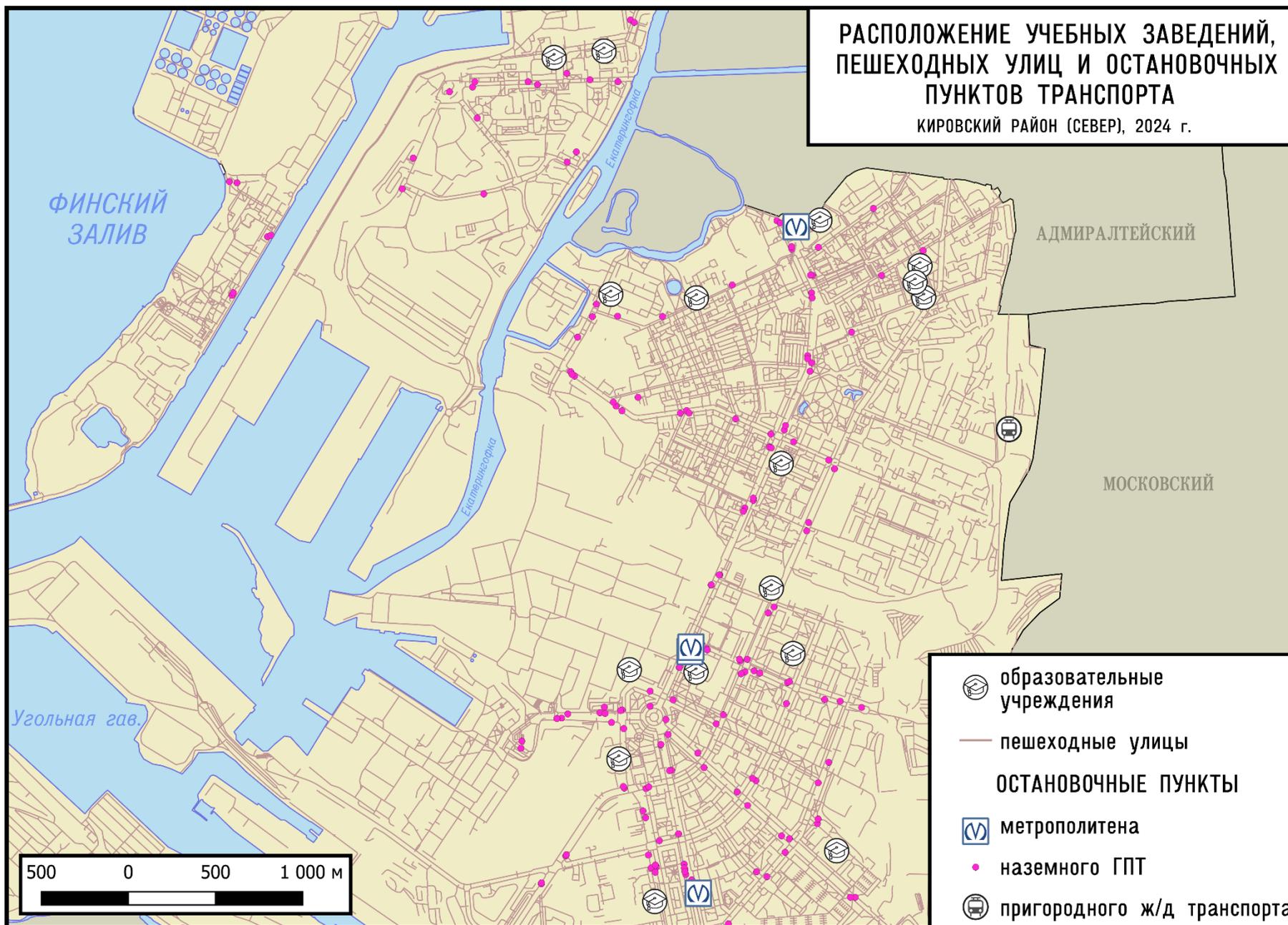


РАСПОЛОЖЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, ПЕШЕХОДНЫХ УЛИЦ И ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ТРАНСПОРТА

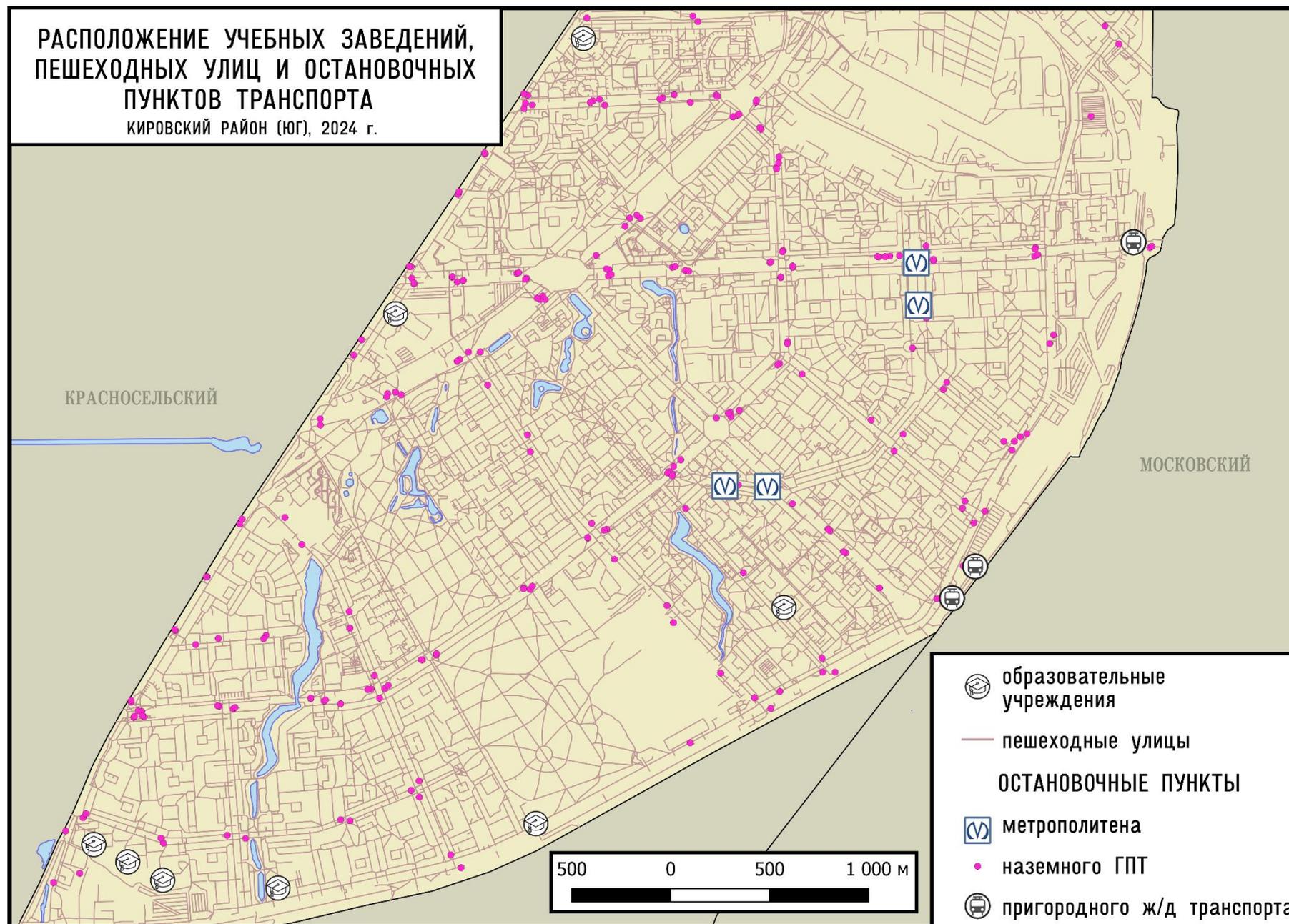
КРАСНОГВАРДЕЙСКИЙ РАЙОН, 2024 г.



Карта № 7

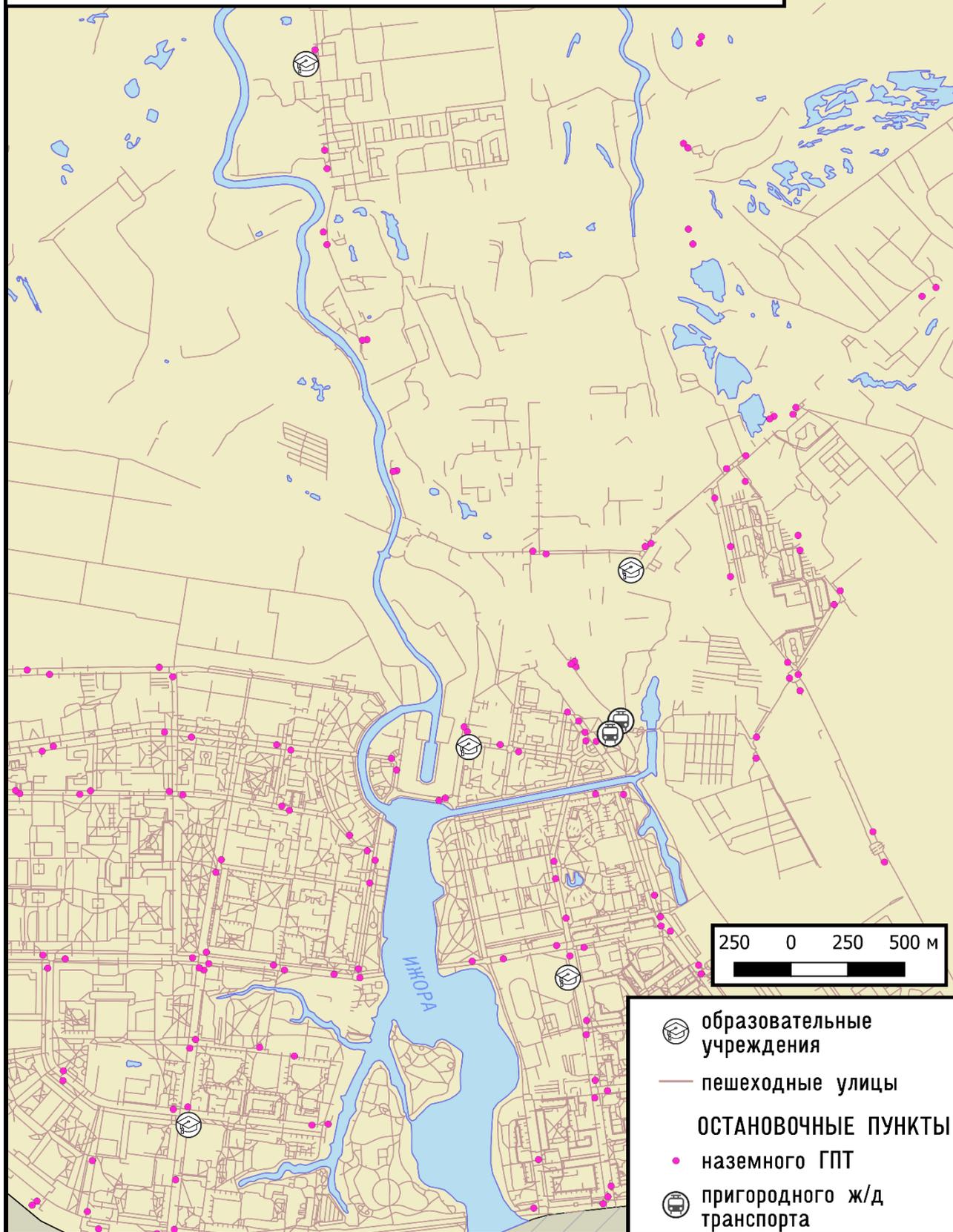


Карта № 8

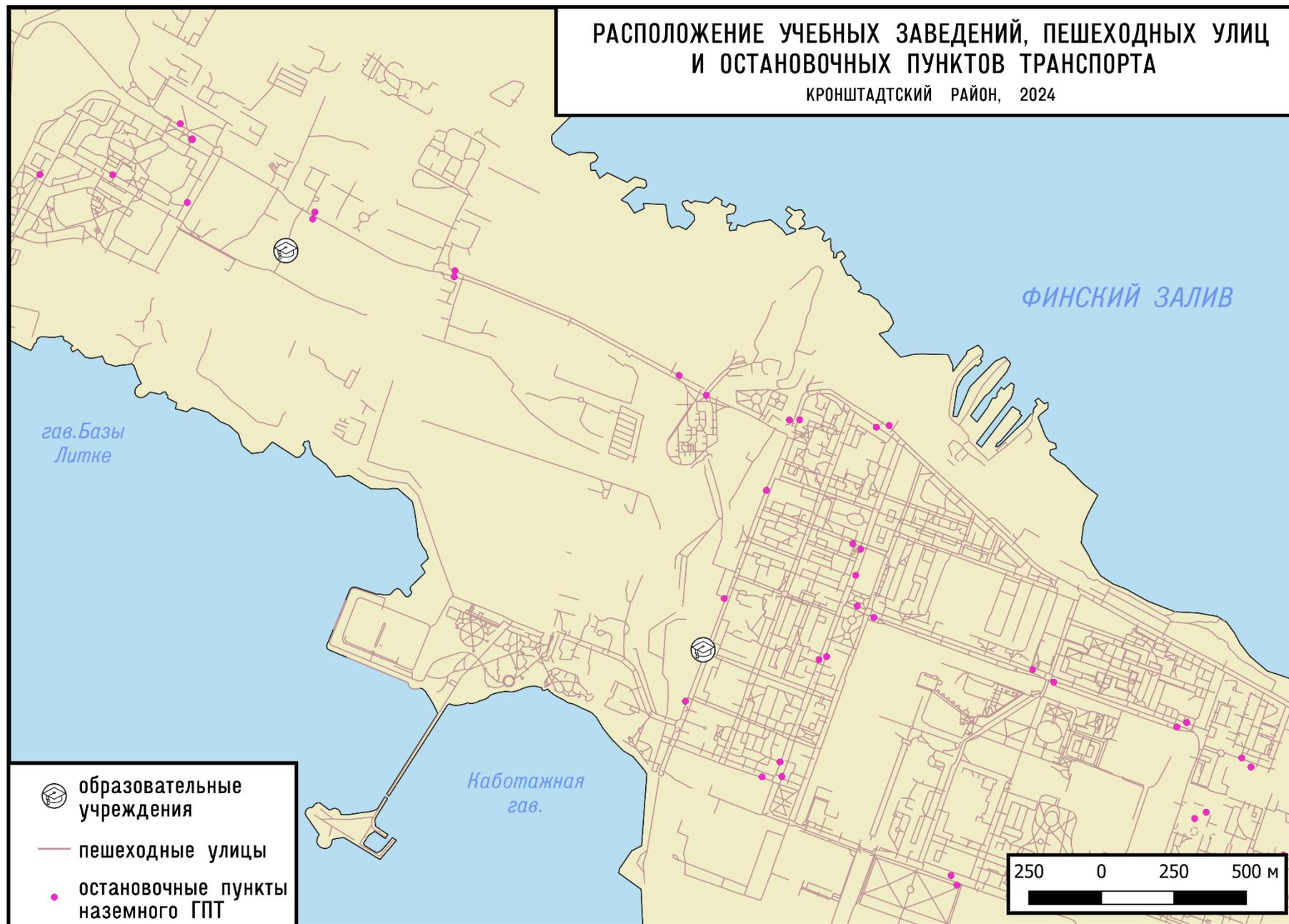


РАСПОЛОЖЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, ПЕШЕХОДНЫХ УЛИЦ И ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ТРАНСПОРТА

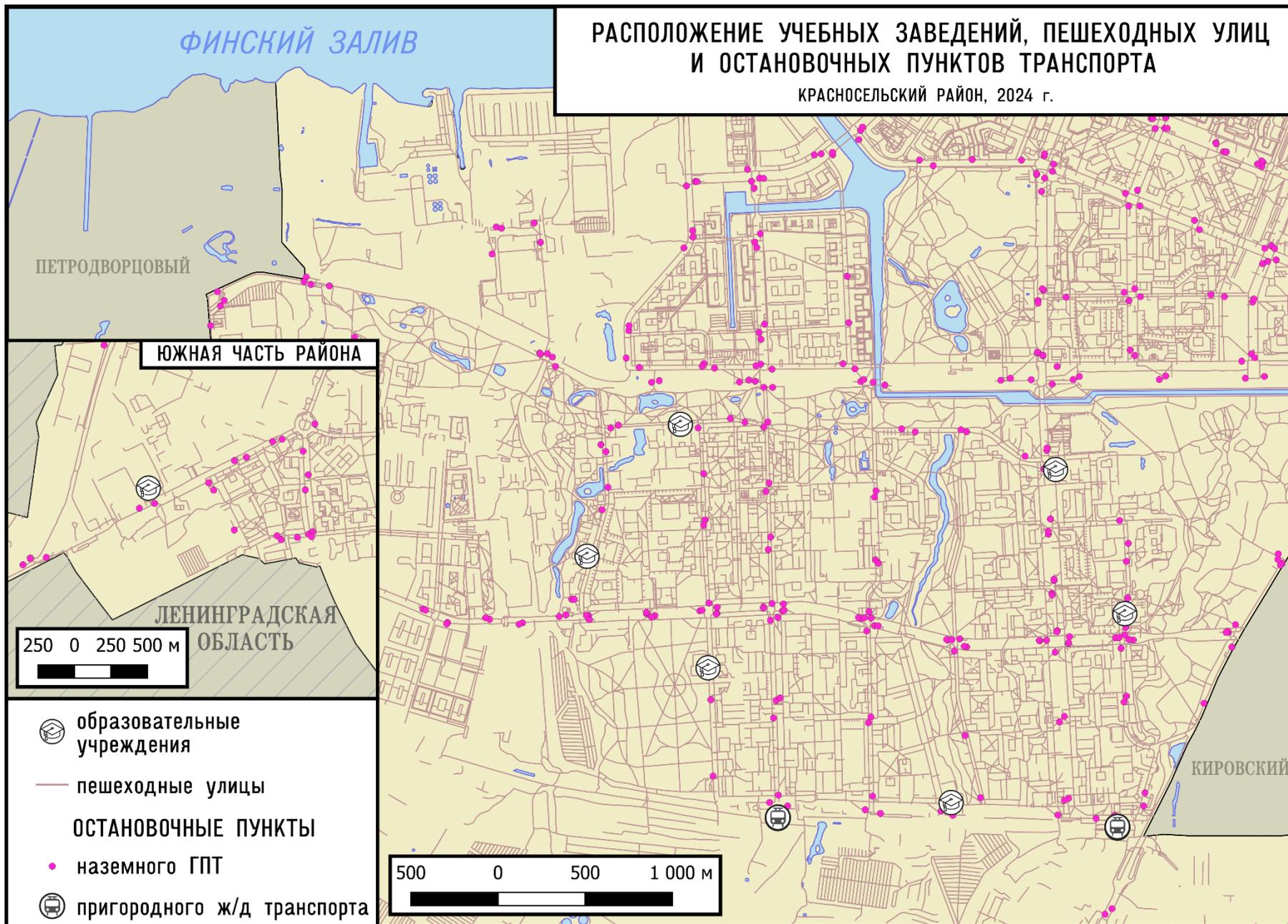
КОЛПИНСКИЙ РАЙОН, 2024 г.



Карта № 10

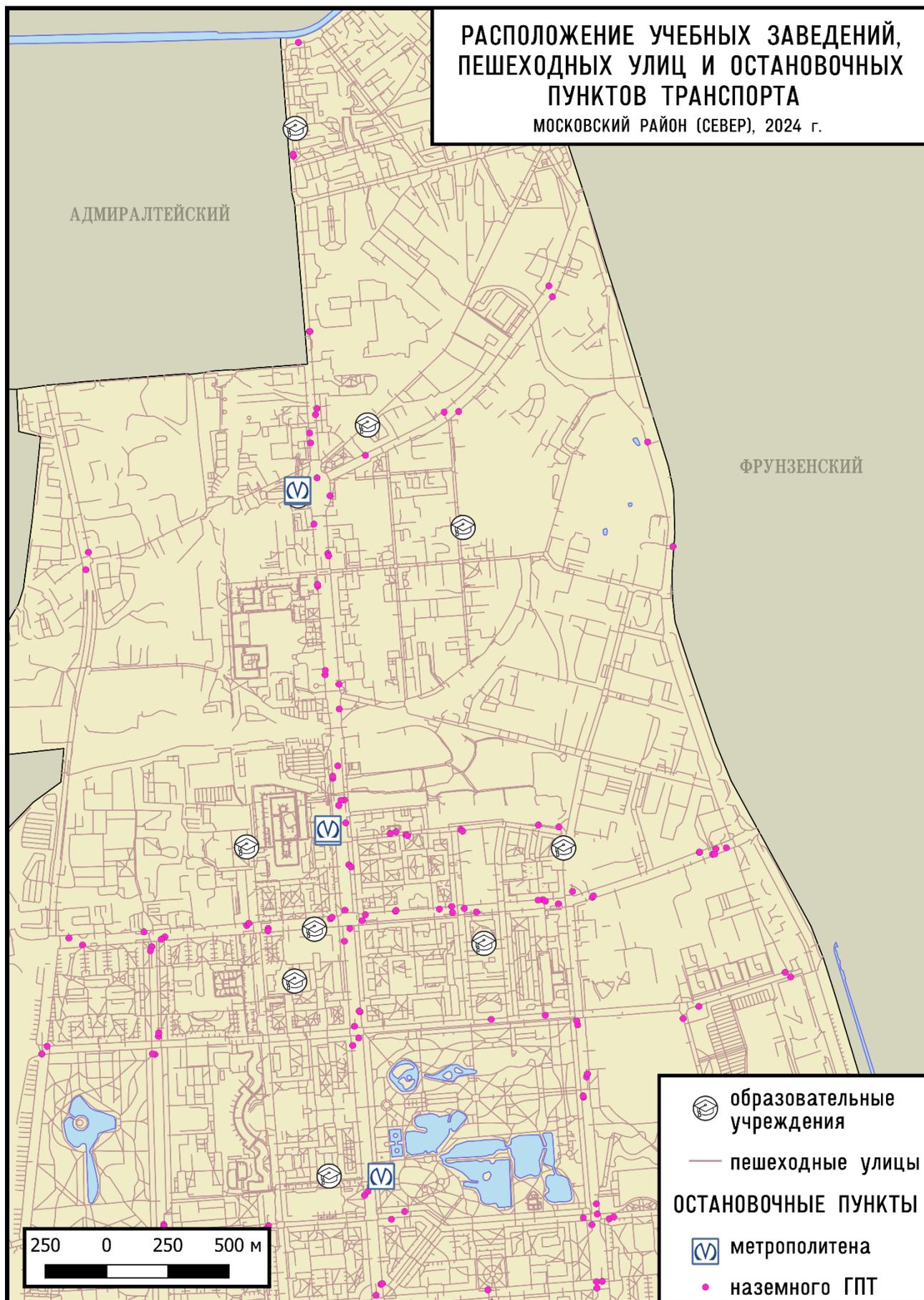


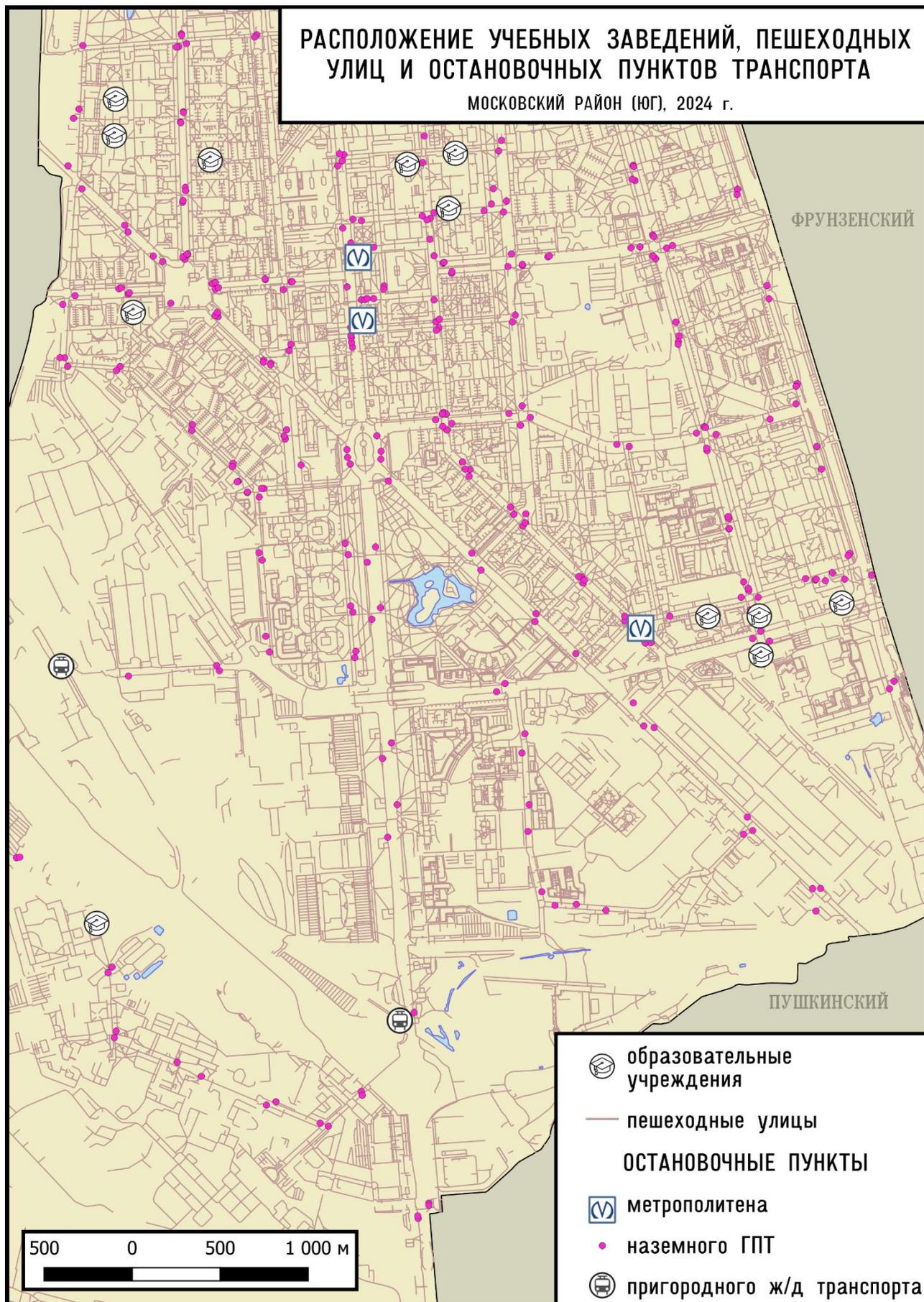
Карта № 11



Карта № 12

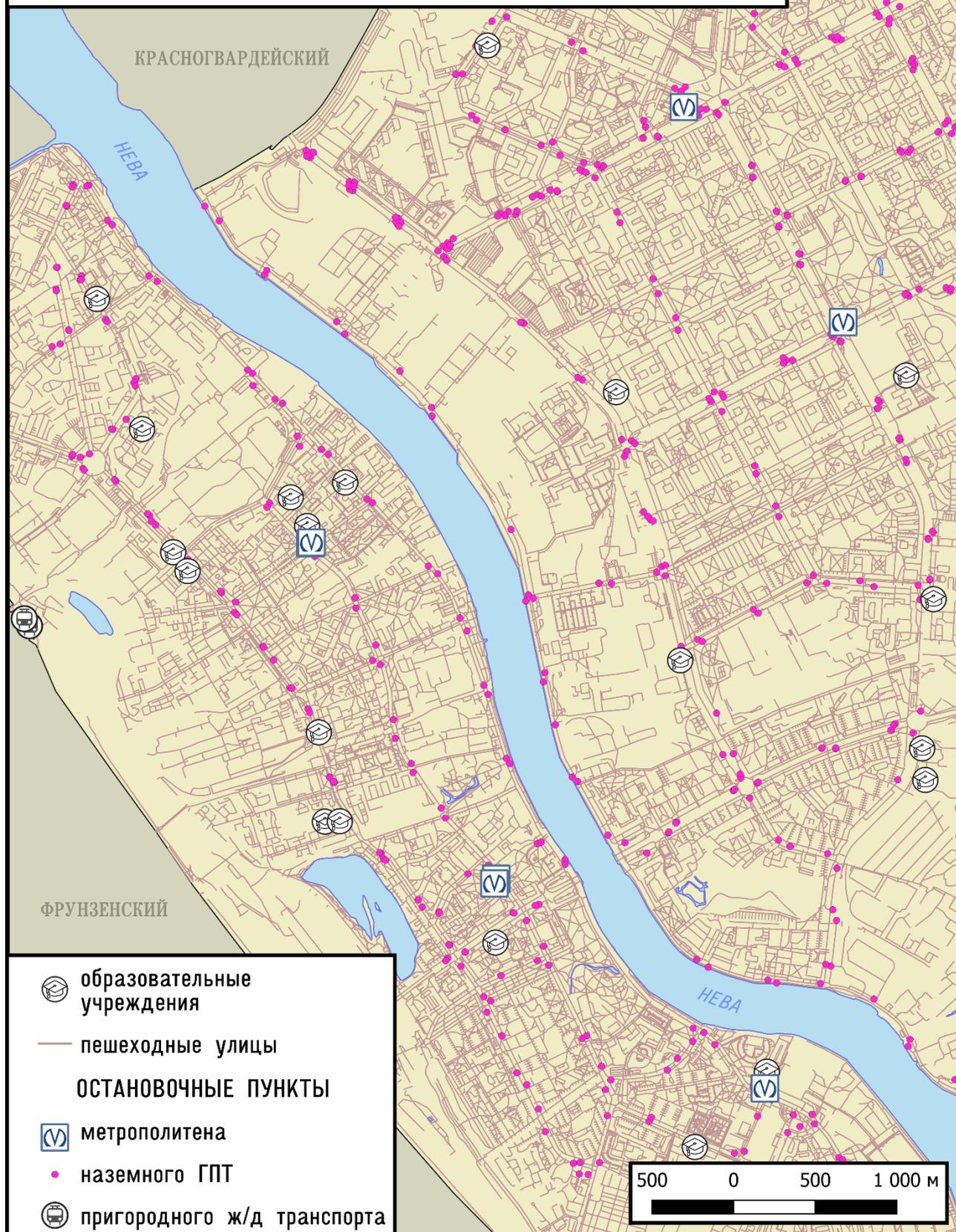




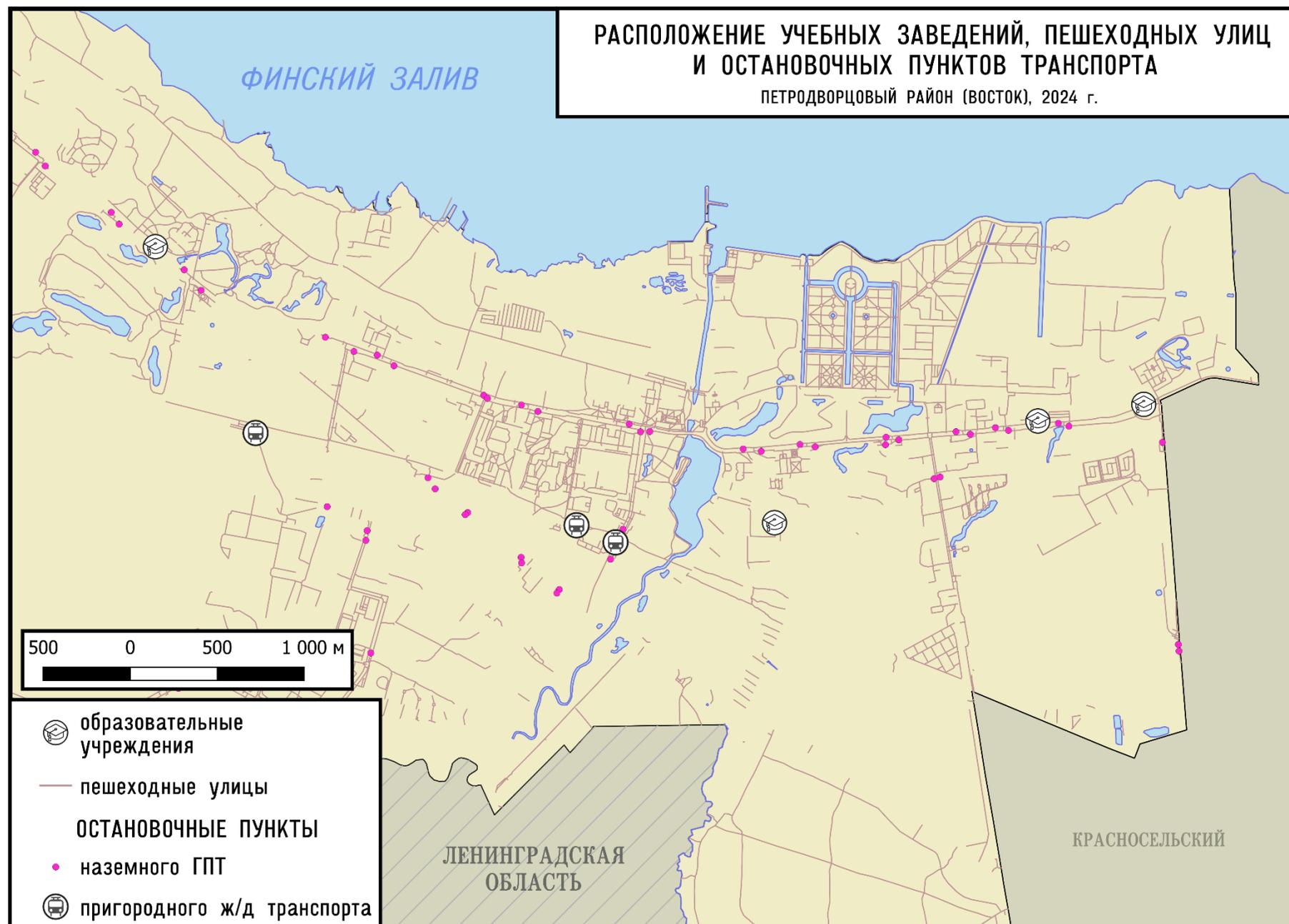


РАСПОЛОЖЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, ПЕШЕХОДНЫХ УЛИЦ И ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ТРАНСПОРТА

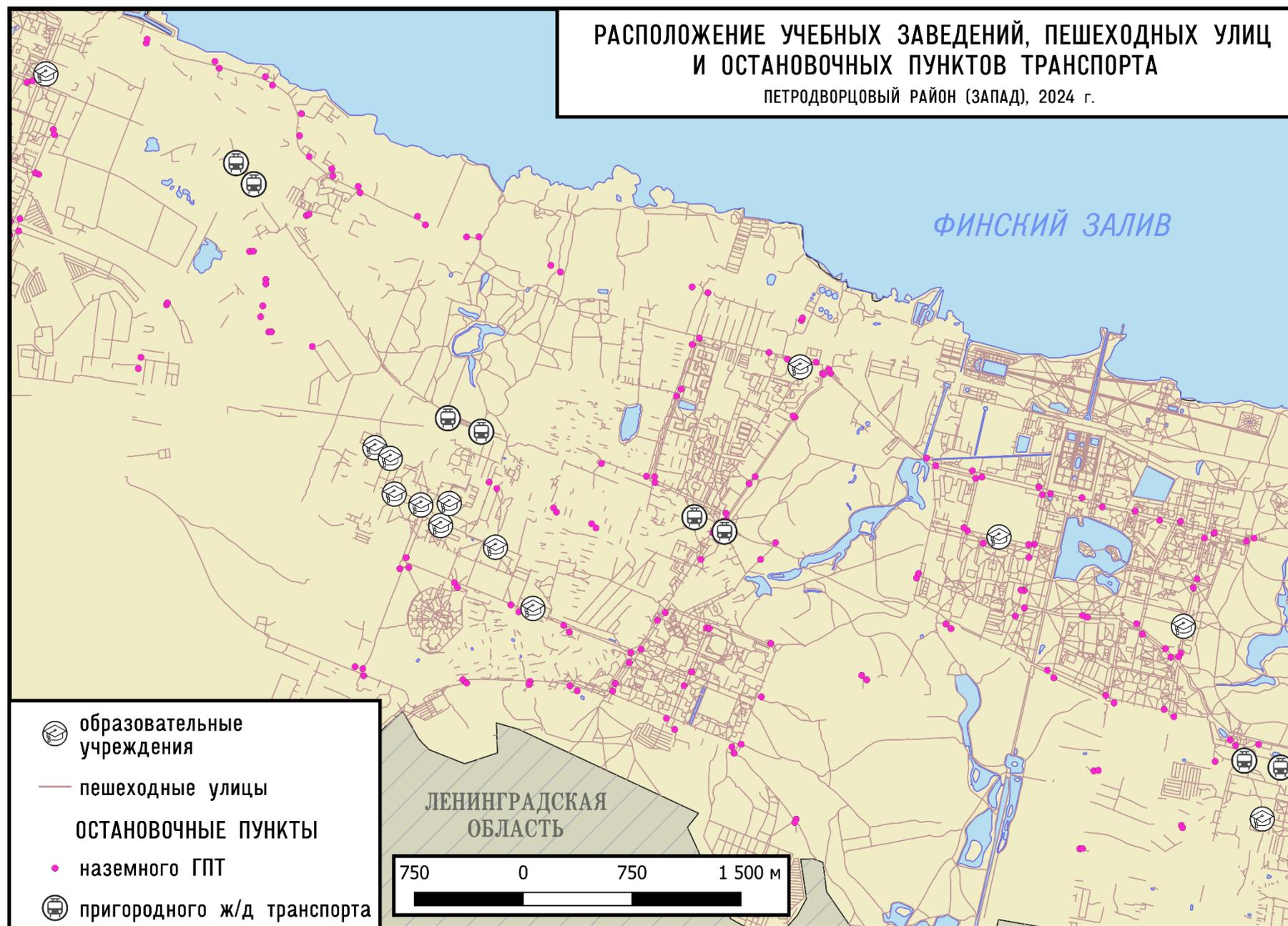
НЕВСКИЙ РАЙОН, 2024 г.



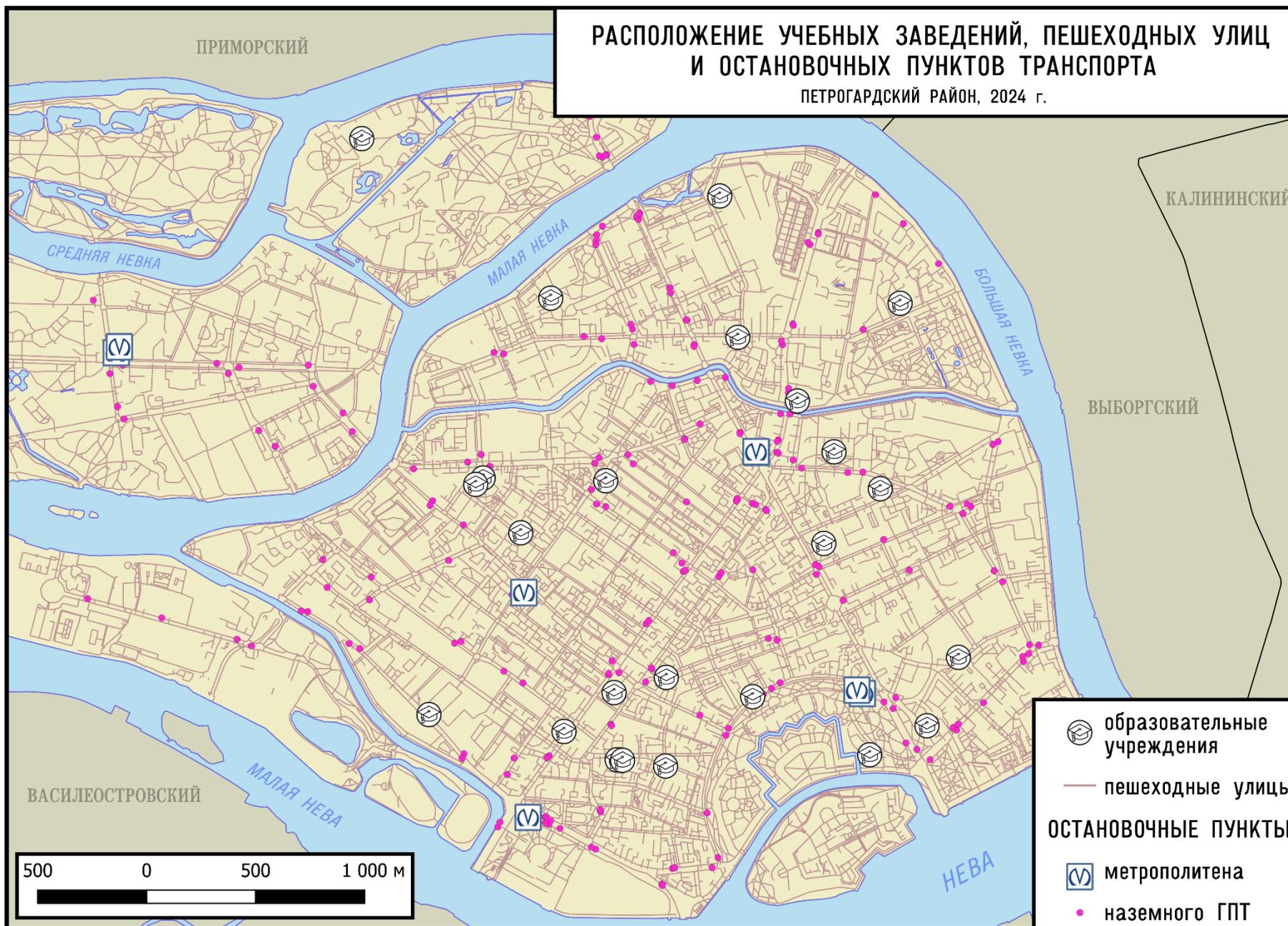
Карта № 16



Карта № 17



Карта № 18

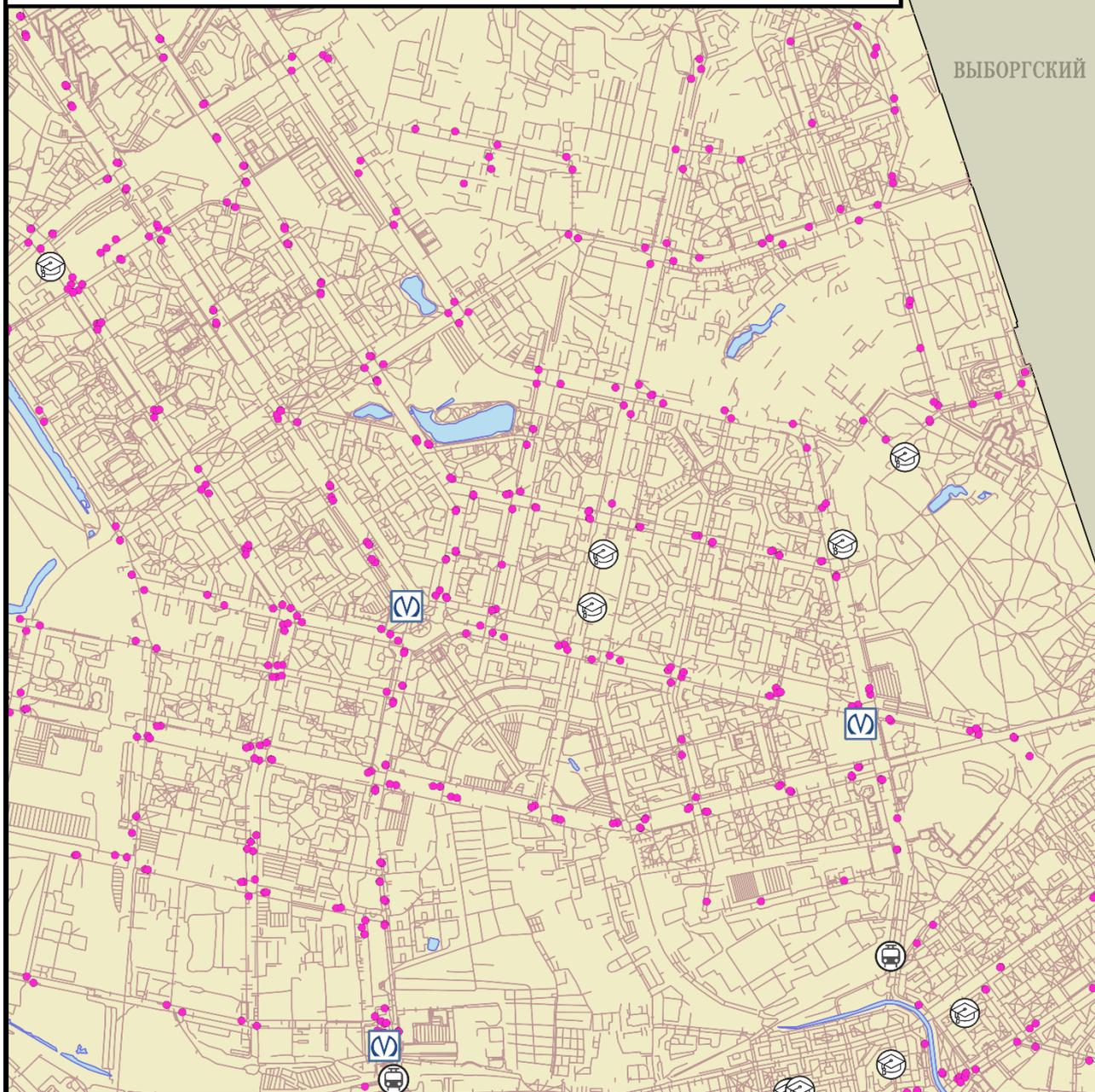


РАСПОЛОЖЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, ПЕШЕХОДНЫХ УЛИЦ И ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ТРАНСПОРТА

ПРИМОРСКИЙ РАЙОН, 2024 г.

Верхнее
Суздальское
оз.

ВЫБОРГСКИЙ



 образовательные учреждения

 пешеходные улицы

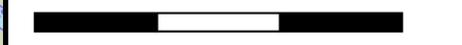
ОСТАНОВОЧНЫЕ ПУНКТЫ

 метрополитена

 наземного ГПТ

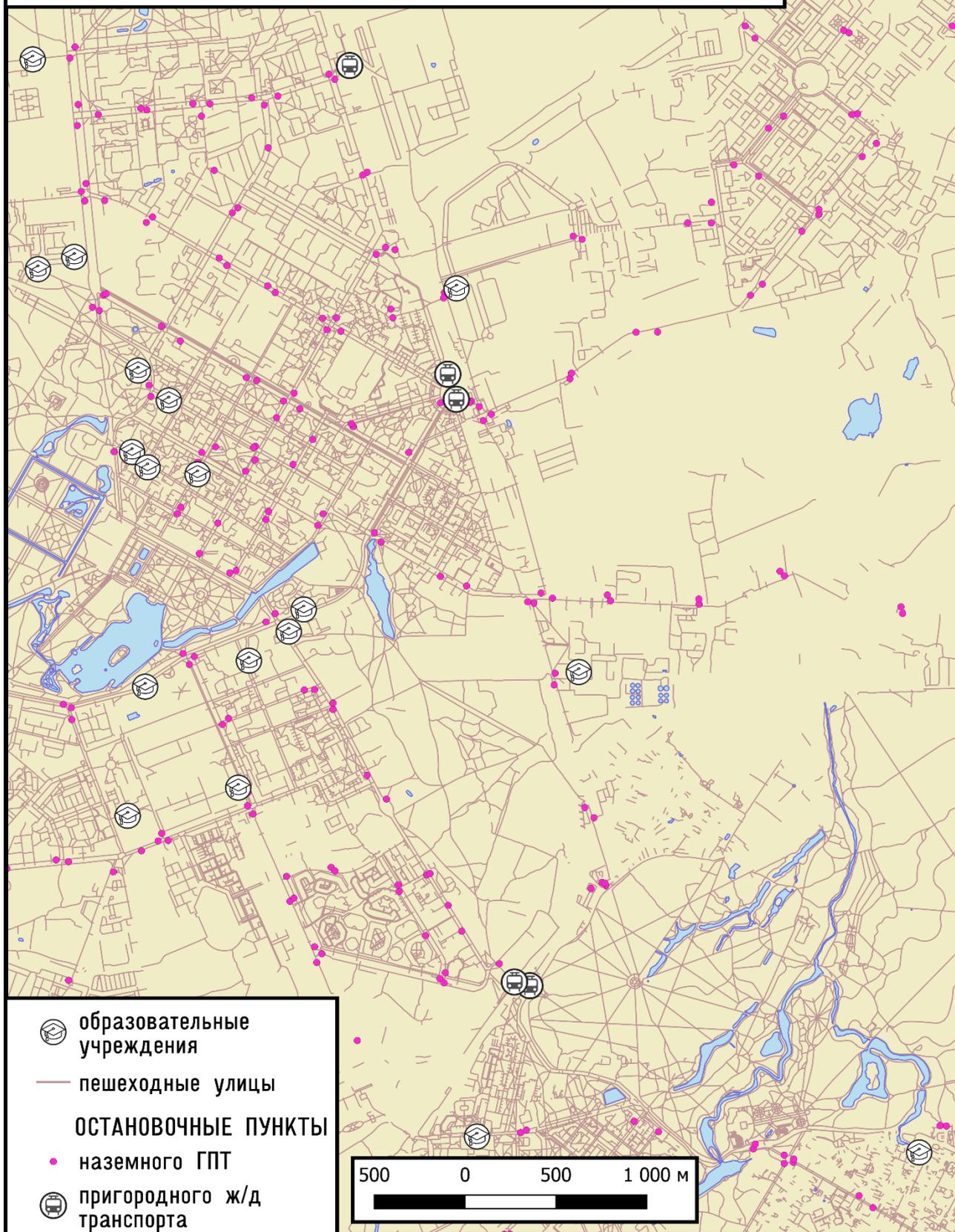
 пригородного ж/д транспорта

500 0 500 1 000 м



РАСПОЛОЖЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, ПЕШЕХОДНЫХ УЛИЦ И ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ТРАНСПОРТА

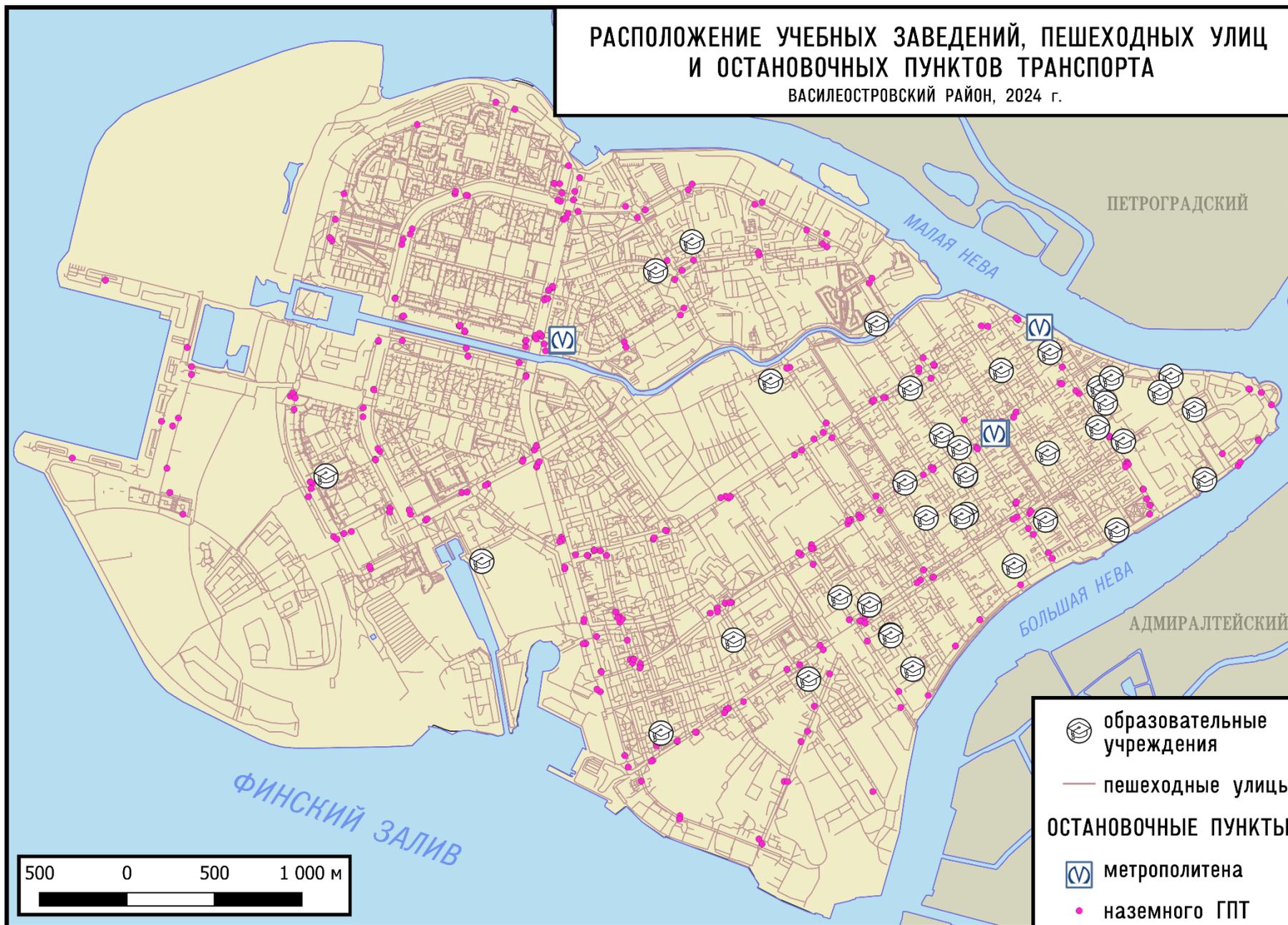
ПУШКИНСКИЙ РАЙОН, 2024 г.



Карта № 21

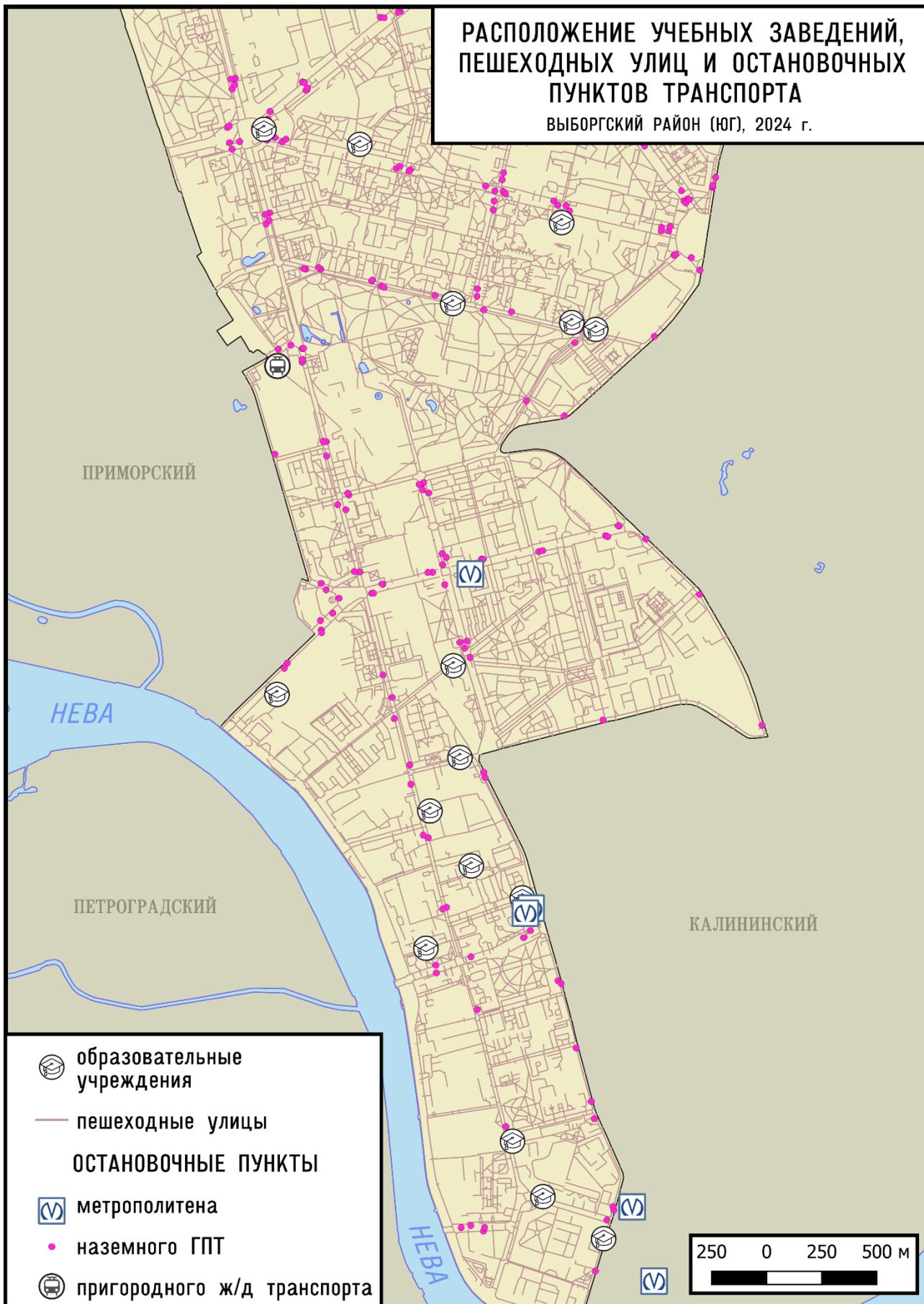


Карта № 22



**РАСПОЛОЖЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ,
ПЕШЕХОДНЫХ УЛИЦ И ОСТАНОВОЧНЫХ
ПУНКТОВ ТРАНСПОРТА**

ВЫБОРГСКИЙ РАЙОН (ЮГ), 2024 г.



**РАСПОЛОЖЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ,
ПЕШЕХОДНЫХ УЛИЦ И ОСТАНОВОЧНЫХ
ПУНКТОВ ТРАНСПОРТА**

ВЫБОРГСКИЙ РАЙОН (СЕВЕР), 2024 г.

