



УДК 656.211.3

Развитие транспортно-пересадочного узла Купчино

М. Ю. Калмыков¹, Е. К. Коровяковский¹, А. Е. Поляков³, Я. А. Шолтысек^{1,2}

¹Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

²Экономический университет в г. Катовице, Польша, 40-287 г. Катовице, ул. 1 Мая, 50

³Акционерное общество по изысканиям и проектированию объектов транспортного строительства «Ленгипротранс», Российская Федерация, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 143

Для цитирования: Калмыков М. Ю., Коровяковский Е. К., Поляков А. Е., Шолтысек Я. А. Развитие транспортно-пересадочного узла Купчино // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2022. — Т. 19. — Вып. 1. — С. 56–67. DOI: 10.20295/1815-588X-2022-1-56-67

Аннотация

Цель: Разработка предложения по перераспределению пассажиропотоков в транспортно-пересадочном узле Купчино с увеличением мощностей узла в условиях повышения пассажиропотока. Для выполнения поставленной цели во введении приведены основные требования к транспортно-пересадочным узлам, анализ действующей транспортной системы в транспортно-пересадочном узле, на основании проведенного анализа была построена имитационная модель действующего пассажиропотока в Anylogic с целью выявления «узких мест» в организации работы узла. **Методы:** Моделирование в Anylogic, статистического исследования. **Результаты:** Имитационная модель транспортно-пересадочного узла Купчино с использованием городского наземного транспорта. Разработано предложение по перераспределению пассажиропотоков внутри транспортно-пересадочного узла Купчино путем строительства конкурса над железнодорожными путями и станцией метрополитена с примыканием к торгово-развлекательным комплексам, расширение перечня услуг для пассажиров, анализ и выявление количества узких мест в транспортно-пересадочном узле и способ их ликвидации. Предложена схема развития транспортно-пересадочного узла с учетом развития внутригородского железнодорожного сообщения. **Практическая значимость:** Развитие транспортно-пересадочного узла Купчино в условиях увеличения пассажиропотока, увеличение входной пропускной способности метрополитена, создание новых рабочих мест. Создание доступной и комфортной транспортной инфраструктуры для обслуживания пассажиров всех групп населения, в том числе маломобильных групп.

Ключевые слова: Пассажир, транспортно-пересадочный узел (ТПУ), пассажиропоток, Купчино, инфраструктура.

Введение

В последние десятилетия в мире присутствует тенденция к увеличению населения и площади городских агломераций. Согласно отчету ООН, к

2050 г. 70 % населения мира будет проживать в городах [1]. Эта тенденция бросает вызов в первую очередь объектам транспортной инфраструктуры. По последним исследованиям европейских

ученых, недостаточное внимание к общественному транспорту при развитии городских агломераций ведет к падению качества жизни населения, что в свою очередь ведет к падению экономической привлекательности агломерации [2]. Соответственно, для повышения привлекательности общественного транспорта для населения необходимо создание новых инфраструктурных объектов, в частности транспортно-пересадочных узлов (ТПУ), которые позволят пассажирам комфортно и быстро менять виды транспорта [3].

Согласно «Основным мероприятиям по целям, задачам и этапам реализации транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.» предполагается создание городских интермодальных систем пассажирского транспорта, а также развитие сети комфортных транспортно-пересадочных узлов.

Свод правил «Транспортно-пересадочные узлы» в настоящий момент несовершенен и имеет существенное допущение: ТПУ признаются любые объекты транспортной инфраструктуры, где существует место пересадки с одного вида транспорта на другой, с дистанциями между местами остановки различных видов транспорта. Поэтому авторы предлагают свою формулировку:

– ТПУ — комплекс объектов недвижимого имущества, включающий в себя объекты транспортно-инженерной инфраструктуры, пересадочный комплекс, а также другие объекты, предназначенные для обеспечения безопасного и комфортного обслуживания пассажиров в местах их передвижения для пересадки с одного вида транспорта на другой;

– пересадочный комплекс — здания и сооружения, или комплекс зданий и сооружений, объединяющий вестибюли станций скоростного внеуличного транспорта, посадочные перроны наземного пассажирского транспорта, перехватывающую стоянку, объекты попутного обслуживания пассажиров и другие объекты, обеспе-

чивающие максимально комфортные условия пересадки пассажиров.

ТПУ изначально интермодален, и именование его «интермодальным» означает тавтологию. Так как интермодальный объект обслуживает два и более видов транспорта, так и ТПУ, по определению, позволяет осуществлять замену транспорта при следовании по маршруту (как минимум 2 вида транспорта). Однако можно заметить, что определения интермодальной транспортной системы (ИТС) и интермодального терминала (центра) имеют явное отличие. Интермодальный терминал по нескольким определениям не обязан входить в интермодальную систему.

Интермодальным центром (комплексом) следует называть места пересадки с одного вида транспорта на другой в случае, когда эта пересадка происходит внутри одной интермодальной транспортной системы. Места, где осуществляется пересадка между различными видами транспорта без интермодальной транспортной системы, следует называть ТПУ [4].

В настоящее время актуальность изменения городской логистики непосредственно связана с качеством жизни населения и экологическим воздействием на окружающую среду человеком. Эколого-логистическое сознание людей формируется в результате формирования их понимания о качестве жизни и о состоянии здоровья. Вследствие этого и происходит ориентация на безопасные виды транспорта, отвечающие экологическим стандартам [5].

Комфортность обслуживания пассажиров на данных объектах должна обеспечиваться высокой физической интеграцией различных видов транспорта, синхронизацией транспортных сетей, наличием торговых и обслуживающих точек, наличием мест отдыха и ожидания, высоким уровнем информативности и безопасности среды. Также должна рассматриваться перспектива развития территории ТПУ, ее интеграция с

общественными и жилыми территориями, увеличение нагрузки на транспортную сеть [4].

При создании узла необходимо создавать «универсальную среду» неотрывно от городской среды и тем самым воспринимать объект как элемент структуры города общего назначения. Это позволит беспрепятственно использовать объект для маломобильных групп населения, что достигается компактными транспортными и пешеходными связями узла [6].

В работе Е. П. Безверхой, А. В. Скопинцева описан спектр моделей ТПУ, которые помогают проанализировать и выбрать наиболее эффективный вариант в зависимости от особенностей и специфики задач интермодального транспортно-пересадочного узла [7].

Анализ транспортно-пересадочного узла Купчино

В любом бизнесе, в том числе в транспортном, необходимо учитывать интересы всех участников процесса. Инвесторы имеют возможность вложить средства в развитие нового проекта с последующей отдачей капитала, производители предлагают инновационные продукты как для всей системы, так и для отдельных ее элементов, для органов власти важна разработка планов для увеличения доли общественного транспорта в жизни населения [8].

Чтобы происходил рост экономических показателей агломерации, необходимо обеспечение ее своевременной транспортной системой с учетом прогнозов развития территории. Тем самым позволяя развиваться другим отраслям и видам деятельности в агломерации, что способствует привлечению государственных и частных инвесторов [9].

Одной из задач государственной программы Санкт-Петербурга «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга на 2015–2020 гг.» является повышение безопасности функцио-

нирования транспортного комплекса Санкт-Петербурга, достигаемое в совокупности реализации мероприятий государственной программы, а также путем формирования и развития системы транспортно-пересадочных узлов для комфортной и безопасной пересадки пассажиров. В целях учета территорий транспортно-пересадочных узлов при разработке градостроительной документации и при осуществлении Санкт-Петербургом инвестиционной деятельности сформирован перечень приоритетных транспортно-пересадочных узлов для первоочередной реализации.

Согласно Постановлению Правительства Санкт-Петербурга от 30 июня 2014 г. № 552, ТПУ Купчино является транспортно-пересадочным узлом 2-го уровня [10]. Включение данного узла в программу развития транспортной системы города является подтверждением его значимости и перспектив его развития, что, в свою очередь, подтверждает: в условиях урбанизации крайне необходимо постоянно решать логистические задачи. Организация работы транспортно-пересадочного узла различного уровня осуществляется для выполнения грамотного перераспределения потоков и позволяет сократить время в пути.

ТПУ южного направления имеют исключительно благоприятное транспортно-географическое положение. Такое положение было создано благодаря строительству аэропорта «Пулков», концентрации ж. д. и автомобильной инфраструктуры.

Особая роль отдается ТПУ «Купчино». ТПУ Купчино расположен в южной части города, на границе муниципального образования «Гагаринское» (Московский район) и Балканского муниципального округа (Фрунзенский район) г. Санкт-Петербурга. В него входит остановочный пункт, который относится к пригородному сообщению Витебского направления Октябрьской ж. д. В настоящее время в Купчино останавливаются

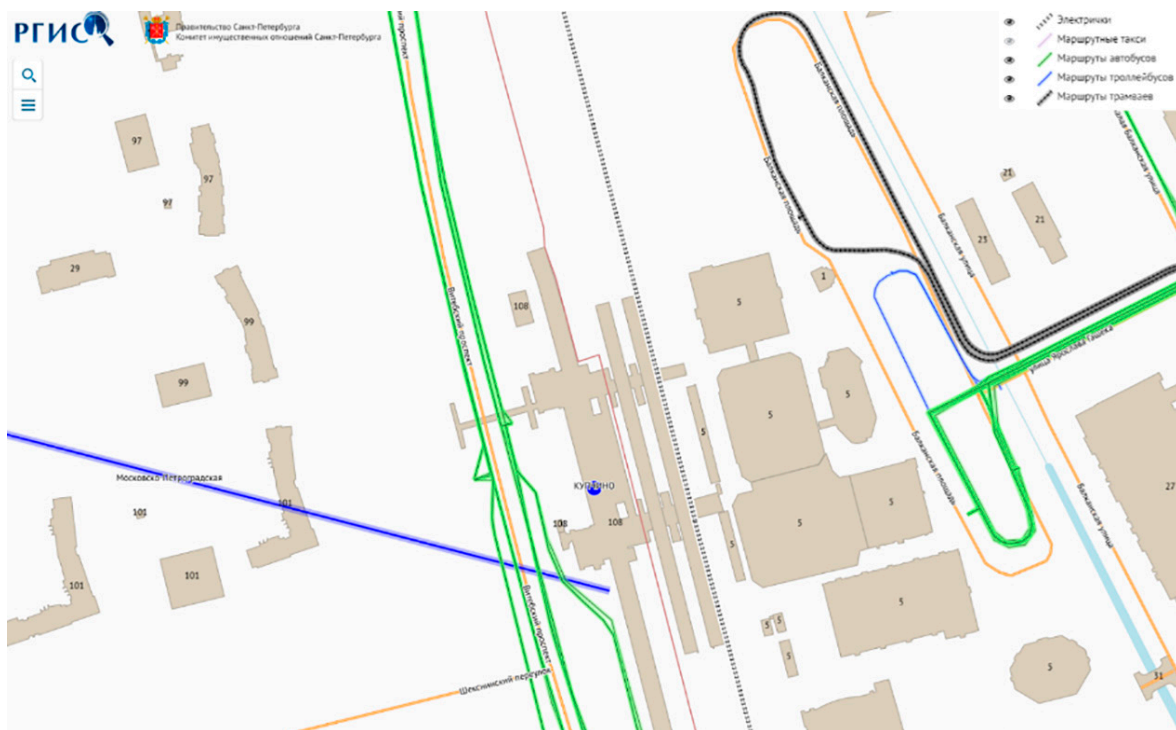


Рис. 1. Схема движения общественного транспорта

все электрички (52 в сутки), следующие в Поселок; Великий Новгород; Ордеж; Павловск; Рогавку.

Станция состоит из 2 платформ и 3 путей (2 пассажирских и 1 грузовой). Выход к платформам осуществляется через подземный переход.

В шаговой доступности располагаются остановки общественного транспорта (рис. 1):

- станция метрополитена «Купчино»;
- трамвайное кольцо (маршрут № 25, № 43, № 45, № 62);
- автобусное кольцо «Балканская площадь» (маршрут № 50, № 53, № 54, № 56, № 74, № 96, № 157, № 159, № 326);
- троллейбусное кольцо (маршрут № 39, № 47);
- автобусная остановка на Витебском проспекте (маршрут № 63, № 72, № 186, № 190, № 196, № 388, № 856).

Аэропорт «Пулково» находится в 13 минутах езды (11 км по автодороге), для сравнения, от действующей остановки у метро «Московская» в 15 минутах (11 км по автодороге) [11].

Близость к КАД позволяет увеличивать количество местных и муниципальных, пригородных и междугородних сообщений.

Перепланирование части перехватывающей парковки с последующим переносом действующей автобусной станции «Звездная» (ул. Звездная, 15) увеличит концентрацию пассажиропотока.

Перенос автостанции ближе к КАД (А-118) в ТПУ «Купчино» позволит не только использовать действующие маршруты, но и строить новые с привлечением трасс:

- М-10 «Россия»;
- Р-21 «Кола»;
- А-120 «Южное полукольцо Санкт-Петербурга»;
- А-121 «Сортавала»;
- А-181 «Скандинавия»;
- А-180 «Нарва»;
- Р-23 [12].

Имеются социально значимые объекты:



Рис. 2. Схема подуличного перехода станции метро «Купчино» [13]

- торгово-развлекательный комплекс (ТРК) (Балканский 5, Балканский 3, Балканский 2, Балкания Nova);
- бизнес-центр (Балканский-1);
- гипермаркет «Окей».

Для строительства многоуровневой парковки между трамвайным кольцом и ж. д. путями воспользуемся ст. 56.3. «Условия изъятия земельных участков для государственных или муниципальных нужд» ЗК РФ.

Комплексные предложения по технологическим параметрам ТПУ:

- разработка взаимодействия различных видов транспорта;
- развитие межрайонной и муниципальной сети;
- развитие междугородных и международных автобусных перевозок;

- развитие новых маршрутов;
- наращивание потоков по существующим направлениям;
- развитие местных маршрутов, обслуживающих развивающиеся прилегающие территории;
- развитие международных (Эстония, Латвия, Финляндия, Беларусь) и междугородных сообщений (Псков, Великий Новгород, Вологда, Ярославль, Петрозаводск).

На рис. 2 отображена действующая схема подуличного перехода станции метро «Купчино» и ж. д. остановочного пункта «Купчино», а также связь с другими видами общественного транспорта [13].

На станции метрополитена «Купчино» располагается по 8 турникетов с каждой стороны и кассами между ними.

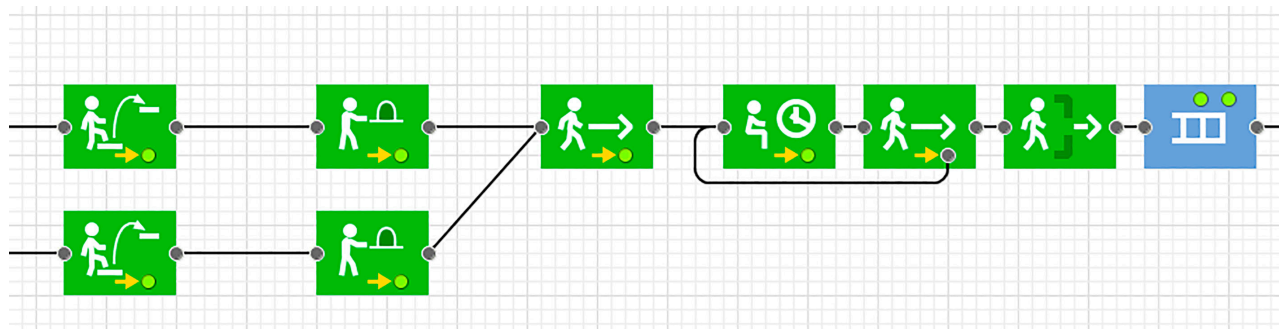


Рис. 3. Фрагмент модели движения пассажиропотоков в ТПУ «Купчино»

Построение действующей модели ТПУ «Купчино»

С помощью программы Anylogic 8.7 была построена модель ТПУ «Купчино» для выявления узких мест в работе узла и последующего принятия решения для их ликвидации (рис. 3).

Для исследования были учтены все транспортные средства, участвующие в работе узла (трамвай, троллейбус, автобус, маршрутное такси, пригородные электропоезда) в период времени с 8 до 9 часов утра. На станции «Купчино» установлены 16 турникетов, путем замеров было выявлено, что в минуту через турникет проходит в среднем 15 человек. Построенная модель показала, что в метрополитен в данный период времени

стремится войти 15 475 человек, однако турникеты могут пропустить всего до 13 500 чел./час, в результате чего происходит скопление людей (рис. 4). Также усугубляет ситуацию тот факт, что многим пассажирам при пересадке необходимо купить проездной билет (кассы и автоматы находятся между турникетами).

Из диаграммы «Пропускная способность группы турникетов в зависимости от пройденных людей в минуту через один турникет» (рис. 5) видно, что рациональное число турникетов — 20, при условии, что пропускная способность турникета составляет 14 чел./мин. Действующая конструкция вестибюля не позволяет установку дополнительных турникетов без перепланировки всего

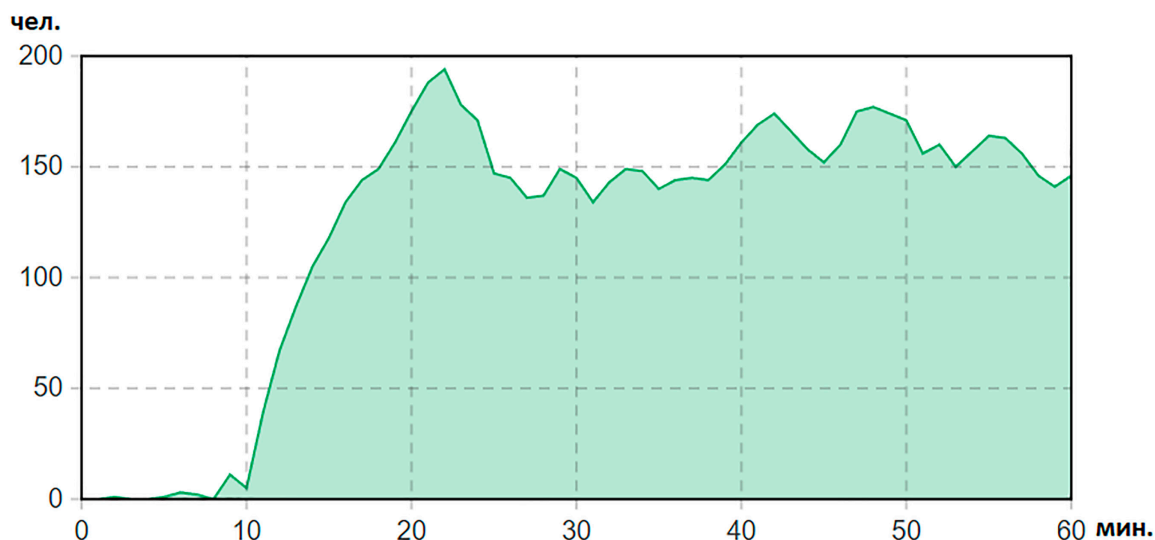


Рис. 4. Количество пассажиров, ожидающих прохождения турникетов

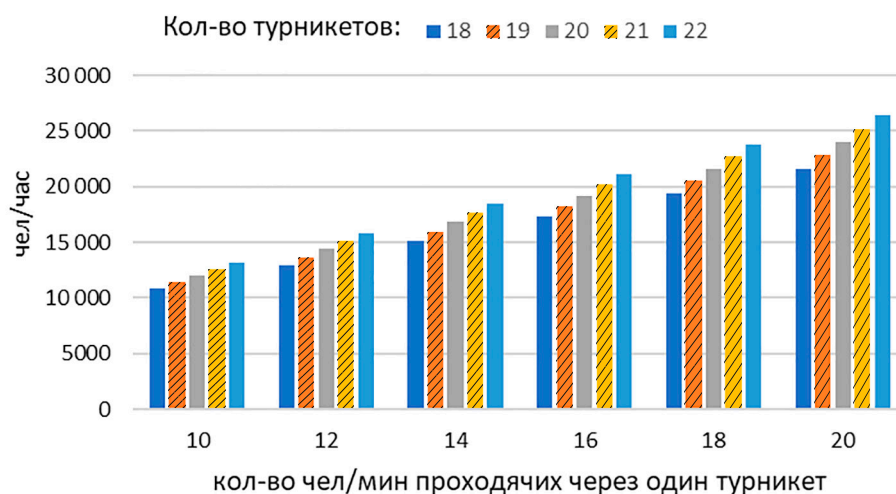


Рис. 5. Пропускная способность группы турникетов в зависимости от пройденных людей в минуту через один турникет

вестибюля. Также на модели видно, что перед лестницей скапливаются люди, данное скопление связано с пропускной способностью самого туннеля, а именно скорость подъема на одном лестничном пролете равна 4267 чел./час [14].

Предложения по реконструкции узла

Действующая станция метрополитена не справляется с имеющимся пассажиропотоком по причине конструктивных особенностей. Принимая во внимание строящиеся новые здания жилищного фонда, в том числе и на территории, имеющей тяготение к станции метрополитена, а также проекты по дальнейшему развитию Санкт-Петербурга, предвидится значительное увеличение пассажиропотока. Авторы предполагают, что запуск городской «электрички» через ТПУ значительно увеличит пассажиропоток. Таким образом действующая модель получит новые вводные данные, значительно увеличится нагрузка на входную группу метрополитена.

В связи с увеличением пассажиропотока предлагается реконструкция ж. д. остановочного пункта «Купчино» со строительством конкорса, по примеру Ладожского вокзала, обеспечение вторым ярусом перехода между платформами и

организация дополнительных входов и выходов на станцию метрополитена «Купчино», надземный коридор, соединяющий многоуровневую парковку со стороны Балканской площади и имеющийся ТРК.

На втором ярусе (конкорс) предполагается разместить залы ожидания, кассы на все виды сообщений, служебные помещения.

Для сокращения порожнего пробега действующих маршрутов электричек пригородного сообщения вне часа пик предлагается создать на основе ТПУ зонную станцию. При этом сокращаются не только порожний пробег подвижного состава, но и другие расходы, например электроэнергия и амортизация путей.

Реконструкция ТПУ «Купчино» позволит повысить системное взаимодействие транспортных инфраструктур местного, межмуниципального, межрегионального, международного уровней. Увеличение и концентрация большого пассажиропотока в одном месте может негативно сказаться на пропускной способности ТПУ, для разгрузки предлагается задействовать железнодорожные пути для «городской электрички».

Для обеспечения надлежащего движения необходимо реконструировать путевое развитие

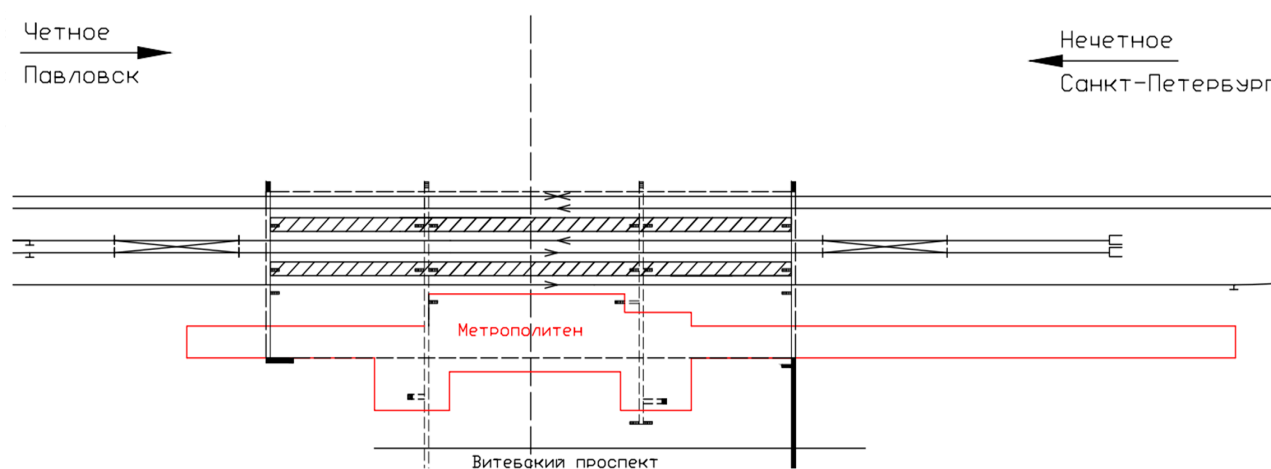


Рис. 6. ТПУ Купчино после реконструкции (предложено автором)

станции. Для сокращения времени на пересадку пассажиров пригородного направления, прибывающих на второй главный путь, предлагается осуществлять пересадку на внутригородское сообщение с 4 пути. Прибывающие пассажиры на остановочный пункт Купчино на 5 путь могли бы беспрепятственно пересаживаться на электропоезда пригородного сообщения (первый главный путь).

В ходе реконструкции необходимо построить 10 стрелочных переводов, тупики 6 и 8 длиной 250 метров, как показано на рис. 6.

Увеличение пассажиропотоков потребует новых переходов, для обеспечения безопасности жизни и здоровья граждан предполагается строительство надпутевого зала, который будет обеспечивать сопутствующие услуги для пассажиров (например, зал ожидания, продажа билетов, информационные услуги и т. д.), административно-технического обеспечения самого ТПУ.

Зал должен обеспечивать перераспределение потоков для исключения узких мест, где может скапливаться большое количество людей. Конструкция комплекса должна обеспечивать доступ ко всем элементам узла, надуличный переход над Витебским проспектом должен соединяться с автостанцией, должны быть созданы допол-

нительные спуски с турникетами в метрополитен, созданы спуски к автобусным остановкам и перехватывающим парковкам на Витебском проспекте и Балканской площади.

На сегодняшний день среднее время, затрачиваемое на поездку в Санкт-Петербургском общественном транспорте, составляет 72 минуты [15].

Транспортно-пересадочный узел «Купчино» является одной из ключевых точек на карте Санкт-Петербурга, развитие которой позволит: сократить время на пригородные, междугородные и международные автосообщения; создать альтернативу действующему маршруту по доставке пассажиров из аэропорта «Пулково»; запуск новых социально значимых маршрутов до близлежащих населенных пунктов (Шушары, Пушкин, Колпино и т. д.); уменьшить количество выбросов вредных веществ в атмосферу; улучшить в целом действующую транспортную инфраструктуру города.

Увеличение пассажиропотоков повлечет за собой увеличение нагрузки на действующую систему организации движения пассажиров.

Для распределения пассажиропотоков, исключаящего большое скопление людей, предлагается строительство над платформами второго (при необходимости более высокого) этажа, зада-

чей которого будет распределение пассажиропотока к различным видам транспорта, в том числе инновационном [16], обеспечение необходимых сопутствующих услуг.

Применяя основные принципы планирования строительства ТПУ, можно реконструировать малоэффективные зоны остановок в многопрофильные зоны с плотной застройкой, развитой системой городского общественного транспорта, новыми маршрутами, в том числе для пешеходов и велосипедистов. В коммерческой части конкурса рекомендуется расположить сеть услуг, направленных на транзитные маршруты [17].

У инфраструктурных проектов большой срок окупаемости при значительных капитальных вложениях, поэтому городу приходится создавать государственно-частное партнерство с инвесторами, для которых коммерческие объекты важнее транспортно-пересадочных, так как инфраструктурные проекты не дают быстрого возврата денежных средств, как это делают краткосрочные объекты [18]. Поэтому предлагается привлечь инвесторов торгово-развлекательных и деловых центров в первую очередь, уже построенных вблизи комплексов, что позволит соединить главное здание транспортно-пересадочного комплекса надумичным переходом с ТРК.

Выводы

Строительство ТПУ требует капитальных вложений и решения ряда задач не только финансовых, но и юридических, логистических и т. д. Транспортно-пересадочный комплекс даст развитие не только социально-значимым и бизнес-проектам, но и всему участку агломерации. Узел должен предусматривать запас мощностей для дальнейшего развития и использования перспективных видов транспорта и сообщений.

Строительство конкурса позволит перераспределить пассажиропотоки по транспортно-пересадочному узлу, обеспечить дополнительными

услугами пассажиров, увеличить его пропускную способность без выделения значительного земельного участка. В статье было рассчитано рациональное число турникетов, которое для заданных условий составляет 20. Благодаря тому, что общественное пространство планируется разместить на втором ярусе, имеется возможность строительства дополнительных входов на перрон станции метрополитена и тем самым получится ликвидировать узкие места в работе ТПУ. Строительство зонной станции в первую очередь предназначено для развития внутригородского сообщения и создания конкуренции метрополитену.

Библиографический список

1. Riffat S. Future cities and environmental sustainability / S. Riffat, R. Powell, D. Aydin // *Future cities and environmental sustainability*. — 2016. — № 2(1).
2. Dingil A. E. Transport indicator analysis and comparison of 151 urban areas, based on open source data / A. E. Dingil, J. Schweizer, F. Rupi et al. // *Eur. Transp. Res. Rev.* — 2018. — № 10(58).
3. Heddebaut O. City-hubs for smarter cities. The case of Lille “EuraFlandres” interchange / O. Heddebaut, F. Di Ciommo // *Eur. Transp. Res. Rev.* — 2018. — № 10(10).
4. Воронов В. А. Транспортно-пересадочные узлы и интермодальные комплексы. Термины и определения / В. А. Воронов, К. Ю. Чистяков // *Architecture and Modern Information Technologies*. — 2020.
5. Шолтысек Я. Общественная логистика — направление развития / Я. Шолтысек, П. Колодзейчик. — Польша, 2010.
6. Данилина Н. В. Маломобильные группы населения в транспортно-пересадочных узлах / Н. В. Данилина, С. В. Привезенцева // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. — 2018.
7. Безверхая Е. П. Функционально-типологические модели в архитектуре интермодальных транспортно-пересадочных узлов / Е. П. Безверхая, А. В. Скопинцев // *Architecture and Modern Information Technologies*. — 2019.

8. Федорова М. В. Оценка общественной эффективности стратегии развития скоростного городского транспорта / М. В. Федорова // *Транспортные системы и технологии*. — 2019. — Т. 5. — № 1. — С. 26–41. DOI: 10.17816/transsyst20195126-41.
9. Зайцев А. А. Магнитолевитационная транспортная технология / А. А. Зайцев, Ю. Ф. Антонов; под ред. В. А. Гапановича. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 476 с.
10. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 30 июня 2014 № 552.
11. Сайт Яндекс.Карты. — URL: <https://yandex.ru/maps/2/saint-petersburg/?clid=2270456&l=sat%2Cskl&ll=30.431737%2C59.870115&z=12>.
12. Сайт «Управление федеральных автомобильных дорог “Северо-Запад”». — URL: <http://nwroads.ru/ob-upravlenii/avtomobilnye-dorogi-obshhego-polzovaniya-federalnogo-znacheniya-podvedomstvennye-fkusevzapravtodor/>.
13. Сайт ГУП «Петербургский метрополитен». — URL: <http://www.metro.spb.ru> (дата обращения: 05.03.2021).
14. ТСН 32-302-2003 г. Москвы (МГСН 1.03-02). Пешеходные переходы вне проезжей части улиц. Объекты мелкорозничной торговли и сервиса в пешеходных переходах.
15. Зайцев А. А. Социализация общественного транспорта в новом технологическом укладе / А. А. Зайцев // *Транспортные системы и технологии*. — 2019. — Т. 5. — № 3. — С. 4–17.
16. Калмыков М. Ю. Перспективные технологии пассажирских перевозок в условиях урбанизации // М. Ю. Калмыков, Н. В. Малышев // *Бюллетень результатов научных исследований*. — 2019.
17. Гогина Е. Г. Формирование транспортно-пересадочного узла и его роль в развитии метрополитена / И. В. Ковченко, Е. Г. Гогина // *Международный журнал прикладных наук и технологий Integral*. — 2020.
18. Кувшинов А. В. Архитектурно-планировочные решения современных транспортно-пересадочных комплексов г. Москвы / А. В. Кувшинов, Т. В. Шамаева // *Инновации и инвестиции*. — 2020.

Дата поступления: 10.01.2022

Решение о публикации: 16.02.2022

Контактная информация:

КАЛМЫКОВ Михаил Юрьевич —

kalmykov240886@mail.ru

КОРОВЯКОВСКИЙ Евгений Константинович —

канд. техн. наук, профессор; ekorsky@mail.ru

ПОЛЯКОВ Антон Евгеньевич — инженер;

anton.formula1996@yandex.ru

ШОЛТЫСЕК Яцек Антони — д-р экон. наук,

профессор; jasek2855@mail.ru

Development of Kupchino Intermodal Passenger Transport Hub

M. Yu. Kalmykov¹, E. K. Korovyakovskiy¹, A. E. Polyakov³, J. Szoltysek^{1,2}

¹Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

²University of Economics in Katowice, Poland, ul.1 May 50, 40-287 Katowice

³Joint-stock Company for Research and Design of Transport Construction Objects “Lengiprotrans”, Moskovsky ave., 143, St. Petersburg, 196105 Russian Federation

For citation: Kalmykov M. Yu., Korovyakovskiy E. K., Polyakov A. E., Szoltysek J. Development of Kupchino Intermodal Passenger Transport Hub // *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2022, vol. 19, iss. 1, pp. 56–67. (In Russian) DOI: 10.20295/1815-588X-2022-1-56-67

Summary

Purpose: Analysis of the current transport system in the intermodal hub and development of a proposal for the redistribution of passenger traffic in the intermodal hub of Kupchino with an increase in the capacity of the node in the conditions of passenger traffic increase that occurred because of the following: larger frequency in time schedule of passenger suburb trains in Vitebsk direction and population increase on the adjacent territory. Analysis of metro capacity and identification of “bottlenecks” of passenger traffic of station platform. **Methods:** Modeling in Anylogic, statistical research. **Results:** Imitative model of Kupchino intermodal hub using urban ground transport. Proposal has been developed to redistribute passenger traffic within Kupchino transport intermodal hub by building a concourse over the railways and the underground station adjacent to shopping and entertainment complexes with expansion of the list of services for passengers. Analysis and discovery of bottleneck number in the intermodal hub and method for their elimination is made. Scheme for the intermodal hub development, taking into account of intra-city railway communication, is proposed. **Practical significance:** The development of Kupchino intermodal hub in the context of passenger traffic increase, raise of underground entrance capacity, creation of new jobs. Formation of accessible and comfortable transport infrastructure for to serve passengers of all population groups, including those with limited mobility.

Keywords: Passenger, intermodal passenger transport hub (IPTH), passenger traffic, Kupchino, infrastructure.

References

1. Riffat S., Powell R. & Aydin D. Future cities and environmental sustainability. *Fut Cit & Env* 2, 1 (2016)
2. Dingil A.E., Schweizer J., Rupi F. et al. Transport indicator analysis and comparison of 151 urban areas, based on open source data. *Eur. Transp. Res. Rev.* 10, 58 (2018)
3. Heddebaut O., Di Ciommo F. City-hubs for smarter cities. The case of Lille “EuraFlandres” interchange. *Eur. Transp. Res. Rev.* 10, 10 (2018)
4. Voronov V. A. Transportno-peresadochnye uzly i intermodal’nye kompleksy. Terminy i opredeleniya [Transport interchange hubs and intermodal complexes. Terms and definitions]. *zhurnal: Architecture and Modern Information Technologies* [Journal: Architecture and Modern Information Technologies]. 2020. (in Russian)
5. Sholtysek Ya., Obshchestvennaya logistika — napravlenie razvitiya [Public logistics — the direction of development]. *Pol’sha* [Poland]. 2010. (in Russian)
6. Danilina N. V. Malomobil’nye gruppy naseleniya v transportno-peresadochnykh uzlakh [Low mobility groups of the population in transport hubs]. *zhurnal: Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel’nogo universiteta* [Journal: Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering]. 2018. (in Russian)

7. Bezverkhaya E. P. Funktsional'no-tipologicheskie modeli v arkhitekture intermodal'nykh transportno-peresadochnykh [Functional-typological models in the architecture of intermodal transport hubs]. *zhurnal: Architecture and Modern Information Technologies* [Journal: Architecture and Modern Information Technologies]. 2019. (in Russian)
8. Fedorova M. V. Otsenka obshchestvennoy effektivnosti strategii razvitiya skorostnogo gorodskogo transporta [Evaluation of the social effectiveness of the strategy for the development of high-speed urban transport]. *Transportnye sistemy i tekhnologii* [Transport systems and technologies]. 2019, V. 5, I. 1, pp. 26–41. doi: 10.17816/transsyst20195126-41. (in Russian)
9. Zaytsev A. A. *Magnitolevitatsionnaya transportnaya tekhnologiya* [Magnetic levitation transport technology]. Moscow: FIZMATLIT Publ., 2014. 476 p. (in Russian)
10. *Postanovlenie Pravitel'stva Sankt-Peterburga ot 30.06.2014 № 552* [Decree of the Government of St. Petersburg dated June 30, 2014 No. 552]. (in Russian)
11. *Sayt Yandex Karty* [Yandex Maps website]. Available at: <https://yandex.ru/maps/2/saint-petersburg/?clid=2270456&l=sat%2Cskl&ll=30.431737%2C59.870115&z=12>. (in Russian)
12. *Sayt "Upravlenie federal'nykh avtomobil'nykh dorog "Severo-Zapad"* [Website "Department of federal highways "North-West"]. Available at: <http://nwroads.ru/ob-upravlenii/avtomobilnye-dorogi-obshhego-polzovaniya-federalnogo-znacheniya-podvedomstvennye-fku-sevzapupravtodor/>. (in Russian)
13. *Sayt GUP "Peterburgskiy metropoliten"* [The website of the State Unitary Enterprise "Petersburg Metro"]. Available at: <http://www.metro.spb.ru> (accessed 05 March 2021). (in Russian)
14. Zaytsev A. A. Sotsializatsiya obshchestvennogo transporta v novom tekhnologicheskom uklade [Socialization of public transport in the new technological order]. *Transportnye sistemy i tekhnologii* [Transport systems and technologies]. 2019, V. 5, I. 3, pp. 4–17. (in Russian)
15. Gogina E. G. Formirovanie transportno-peresadochnogo uzla i ego rol' v razvitiy metropolitena [Formation of a transport hub and its role in the development of the subway]. *zhurnal: Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologii "Integral"* [Journal: International Journal of Applied Sciences and Technologies "Integral"]. 2020. (in Russian)
16. Kuvshinov A. V. Arkhitekturno-planirovochnye resheniya sovremennykh transportno-peresadochnykh kompleksov g. Moskvy [Architectural and planning solutions for modern transport interchange complexes in Moscow]. *zhurnal: Innovatsii i investitsii* [magazine: Innovations and investments]. 2020. (in Russian)
17. *TSN 32-302-2003 g.Moskvy (MGSN 1.03-02) Peshekhodnye perekhody vne proezhey chasti ulits. Ob'ekty melkoroznichnoy trgovli i servisa v peshekhodnykh perekhodakh* [TSN 32-302-2003 of Moscow (MGSN 1.03-02) Pedestrian crossings outside the carriageway of streets. Objects of small retail trade and service in pedestrian crossings]. (in Russian)
18. Kalmykov M.Yu. Perspektivnye tekhnologii passazhirskikh perevozok v usloviyakh urbanizatsii [Perspective technologies of passenger transportation in the conditions of urbanization]. *Malyshev ZhURNAL: Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy* [JOURNAL: Bulletin of scientific research results]. 2019. (in Russian)

Received: January 10, 2022

Accepted: February 16, 2022

Author's information:

Mikhail Y. KALMYKOV — kalmykov240886@mail.ru

Evgeniy K. KOROVIKOVSKY — PhD in Engineering, Professor; ekorsky@mail.ru

Anton E. POLYAKOV — Engineer;

anton.formula1996@yandex.ru

Jacek A. SHOLTYSEK — D. Sci. in Engineering,

Professor; jacek2855@mail.ru