



УДК 656.183

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ ВЕЛОИНФРАСТРУКТУРЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**А.А. Добровольская**

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

*В статье рассмотрены различные способы построения велосипедных дорожек в городах мира, а также проанализирована возможность конкретного применения в городской среде Санкт-Петербурга.*

*Ключевые слова:* велосипедная дорожка, интенсивность движения, пропускная способность, проезжая часть, ширина полосы.

### **Для цитирования:**

*Добровольская А.А. Анализ возможности расширения велоинфраструктуры Санкт-Петербурга // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №3(18), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП. - 2018 – С.29-35. РИНЦ.*

## ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF EXPANDING THE BICYCLE INFRASTRUCTURE OF ST. PETERSBURG

**A.A. Dobrovolskaya**

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*The article discusses various ways of building bicycle paths in the cities of the world and the possibility of use in the specific urban environment of St. Petersburg.*

*Keywords:* bike path, traffic volume, bandwidth, the roadway, the width of road line.

### **For citation:**

*Dobrovolskaya A.A. «Localization of defects in dynamic systems with terminal diagnosis» // System analysis and logistics.: №3(18), ISSN 2007-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2018 – P .29-35.*

### **Введение:**

Современное городское пространство постепенно меняется для создания комфортных зон передвижения. Не исключением являются и велосипедные дорожки, которые можно найти в каждом крупном городе мира. Все чаще люди выбирают альтернативные транспортные средства: велосипеды, самокаты, ролики. Это может быть связано не только с большой загруженностью дорог, но и с экономией средств на общественный транспорт или содержание личного автомобиля, близким расположением мест работы или учебы, а также стремлением к здоровому образу жизни. Именно поэтому необходимо выяснить, каким образом формируется пространство для велосипедов в крупных городах, достаточно ли уже имеющихся дорог, а также проанализировать возможность создания новых велодорожек.

Для изучения велоинфраструктуры необходимо узнать, каким образом построены велосипедные зоны в городах России и мира. В Санкт-Петербурге протяженность велодорожек постепенно увеличивается и на данный момент составляет 32 км. Большие темпы развития можно наблюдать в Москве, где построено уже более 200 км велодорог. В каждом из городов существует интерактивная карта [5,6], на которой можно увидеть как велосипедные дорожки, так и удобные маршруты для поездки на велосипеде (рис.1).

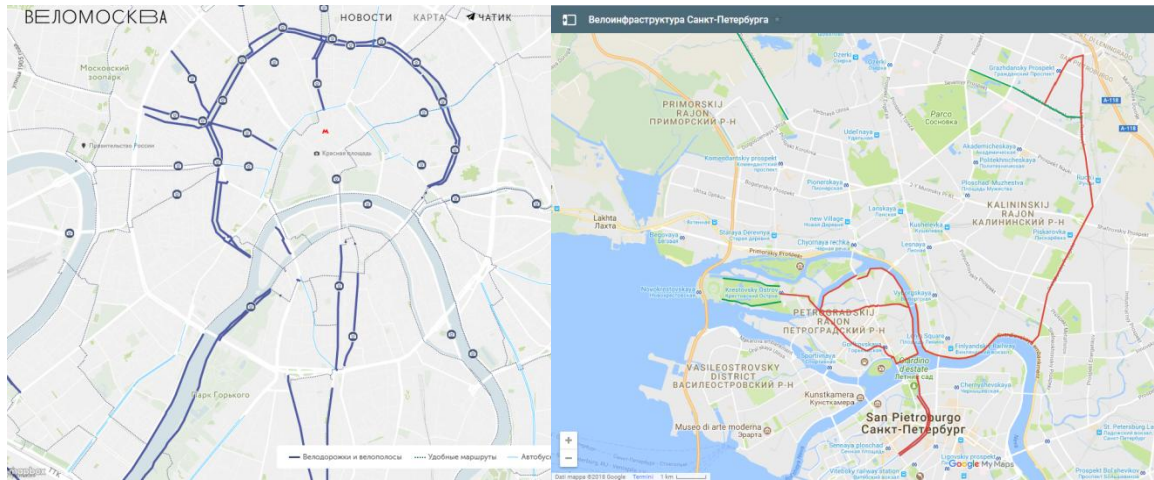


Рис. 1. Карта велосипедных маршрутов Москвы и Санкт-Петербурга

Однако в крупных европейских городах велосипед уже давно замещает общественный транспорт. В столице Финляндии проложено более 1500 км велодорожек, сами они отделены от пешеходной зоны и проезжей части для безопасности и удобства передвижения [3]. На карте (рис. 2) можно увидеть, насколько отличается их протяженность от велодорожек Москвы и Санкт-Петербурга. Росту популярности передвижения на велосипеде способствует система «байкшеринга». Милан, где движение в центральную часть города ограничено в целях сохранения экологии, также пронизан велосипедными дорожками. Для удобства передвижения существует большое количество сервисов и приложений (сервис Bikedistrict Velobike App и т.д.), в которых можно посмотреть загруженность стоек велопроката и составить маршрут движения. В России система велопроката начала работать в Москве, а спустя год и в Санкт-Петербурге. Пункты проката «Велогород» [2] расположены по всему городу, а первые 30 минут можно использовать бесплатно. Подобная система является хорошей альтернативой общественному транспорту как для жителей города, так и для туристов, желающих узнать город поближе.

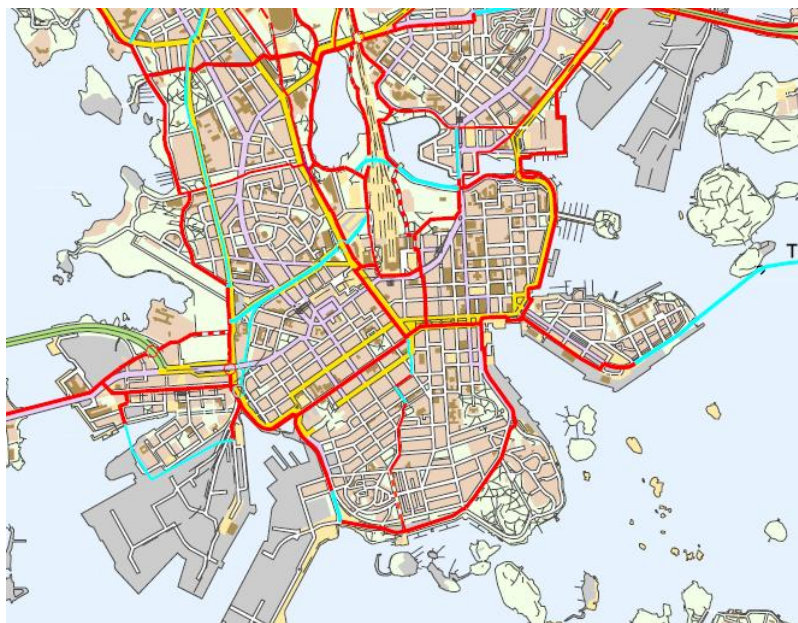


Рис. 2. Карта велосипедных дорог г. Хельсинки



Важным фактором также является территориальное устройство Санкт-Петербурга. В отличие от Москвы, которая имеет круговую структуру, город растянут в длину (рис.3). На схеме пассажиропоток стягивается к условной точке тяготения – центральной части города. В круговой структуре (1) пассажиропоток может перераспределяться в зависимости от необходимой точки назначения, на линейной структуре (2) протяженность пути всегда будет большей, а самих дорог для перемещения велосипедистов недостаточно.

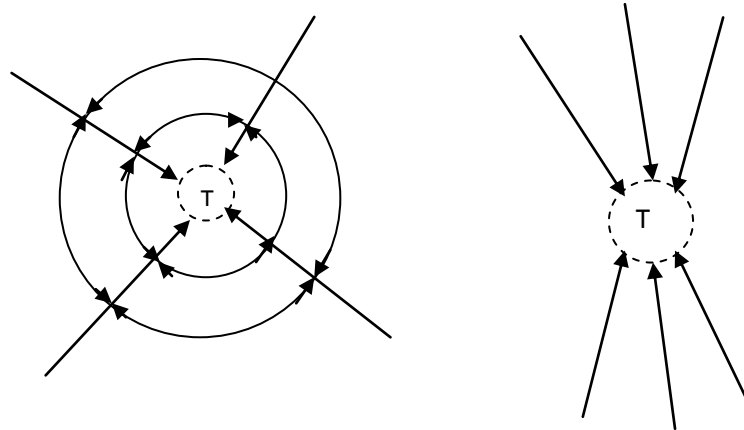


Рис. 3. Структура распределения пассажиропотоков Москвы(слева) и Санкт-Петербурга(справа)

Как показано на рис. 4, из-за отсутствия необходимой велоинфраструктуры условный пассажир П перемещается частично используя пешеходные зоны (2), а не только специализированные дороги (1), что может помешать свободному прохождению пешеходов.

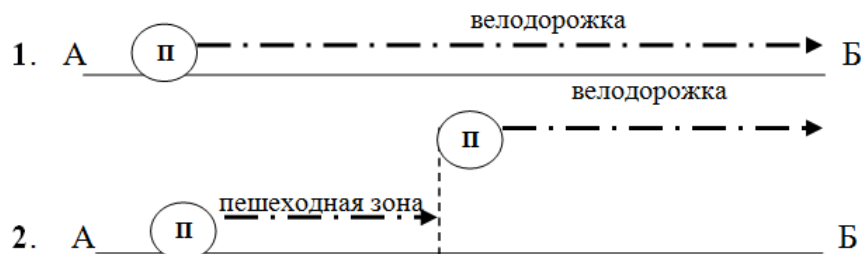


Рис. 4. Альтернативы перемещения пассажиров из пункта А в пункт Б

Исследование карты велосипедных дорог позволяет выделить несколько возможных типов их построения (рис.5):

1. Расположена отдельно от пешеходной и проезжей части;
2. Расположена на уже имеющейся зоне для пешеходов;
3. Расположена на проезжей части;
4. Альтернативный способ перемещения велосипедистов при отсутствии отдельной зоны для движения.

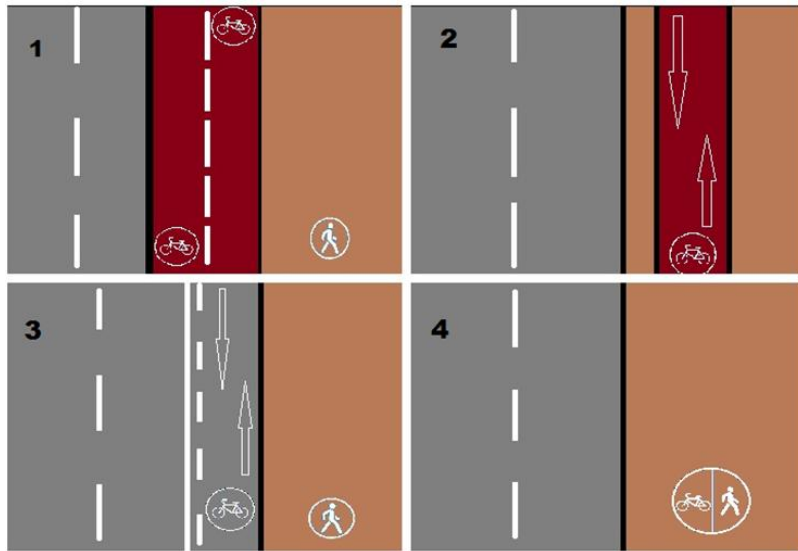


Рис. 5. Схематическое обозначение различных типов велосипедных дорог

Поскольку изначально при строительстве дорог ширина дополнительной зоны для движения велосипедистов не была заложена в ширину проезжей части, есть возможность создания только велодорожек 2 или 3 типов. В зависимости от интенсивности движения или проходимости тротуаров по той или иной дороге, можно выбрать наилучший вариант.

В качестве примера анализа предполагаемой велосипедной дороги был использован участок Лесного проспекта, для перемещения из северной части города в центральную. В соответствии с категорией данной дороги [4], ширина полосы движения составляет 3.5-3.75 м. Рассмотрим случай создания велодорожки путем частичного сужения проезжей части.

При уменьшении ширины полосы движения изменяется зрительное восприятие водителя, следовательно, автомобилисты интуитивно снижают скорость. Д.П. Великанов установил следующую зависимость ширины проезжей части от скорости движения (1):

$$H = 0,015V_i + b_i + 0,3; \quad (1)$$

где  $b$  – ширина автомобиля, м;  $V$  – скорость движения автомобиля, км/ч; 0,3 – дополнительный зазор, м.

Таким образом, при ширине полосы 3,5 м средняя скорость составляет 100 км/ч, при 3 м – 70 км/ч, а при 2,5 м – 30 км/ч. Учитывая взаимосвязь между интенсивностью и плотностью потока автомобилей (2), плотность потока автомобилей будет изменяться обратно пропорционально ширине полосы (3):

$$N = V \cdot \rho, \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность потока, авт./км.

$$H = 0,015 \frac{N}{\rho} + b_i + 0,3; \quad (3)$$

Для данной категории дорог интенсивность  $N$  находится в пределах от 14000 до 40000 авт./сут. Расчет значения изменения плотности потока в зависимости от различной ширины полосы движения измеряется при расчете средней интенсивности движения на час (таблица 1):



Таблица 1 - Плотность потока в зависимости от ширины полосы

| N(авт/ч) | $\rho_1$ (авт/км) | $\rho_2$ (авт/км) | $\rho_3$ (авт/км) |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 750      | 25,0              | 10,7              | 7,5               |
| 1000     | 33,3              | 14,3              | 10                |
| 1250     | 41,7              | 17,9              | 12,5              |
| 1500     | 50,0              | 21,4              | 15                |
| 1750     | 58,3              | 25,0              | 17,5              |
| 2000     | 66,7              | 28,6              | 20                |
| H, м     | 2,5               | 3                 | 3,5               |

Таким образом, можно наглядно увидеть, что при изменении ширины полосы до 2,5 м плотность потока увеличивается в 3 раза, однако при изменении до 3 м плотность увеличивается менее значительно.

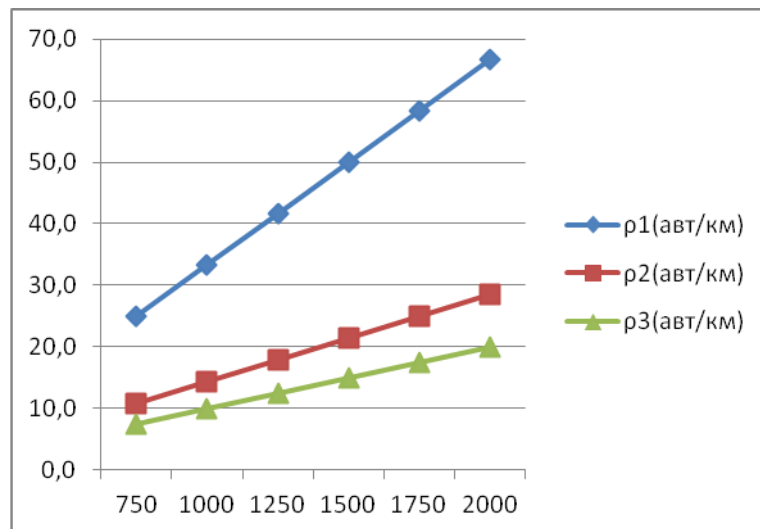


Рис. 6. Зависимость плотности движения от ширины полосы

Для моделирования и визуализации происходящего процесса используется среда AnyLogic(рис. 7):



Рис. 7. Модель велосипедной дорожки на Лесном проспекте





### **Заключение**

По результатам выполненного анализа и вычислений можно сказать, что 1 тип велосипедных дорог является наилучшим и безопасным, поскольку зона отделена от пешеходной и проезжей части, при этом помехи участникам движения не создаются. В Санкт-Петербурге зачастую ширины тротуара не хватает, поскольку при строительстве не предполагалось создание велосипедных дорог, поэтому возможно создавать велоинфраструктуру только в уже имеющихся условиях, а именно анализировать пассажиропоток и поток автомобилей для выбора лучшего варианта ее расположения. Необходимо учитывать ширину и способ размещения велосипедной дорожки при различной интенсивности потока на участке пути. Также можно предположить, что небольшое сужение полос движения автомобилей для создания дополнительной зоны для велосипедов допустимо в пределах городской среды. Незначительное уменьшение скорости движения потока автомобилей может положительно сказаться на равномерности движения автомобилей.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майоров Н. Н. Моделирование транспортных процессов / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов. — СПб.: Изд-во ГУАП, 2011. — 165 с.
2. «Велогород» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spb.velogorod.org/> (Дата обращения: 27.09.2018)
3. Велосипедные дорожки Хельсинки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bicyclelife.ru/stati/velodorozhka-v-rossii-i-finlyandii.html> (Дата обращения: 27.09.2018)
4. ГОСТ 33475-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования
5. Интерактивная карта велодорог Москвы «Веломосква» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mos.bike/html> (Дата обращения: 27.09.2018)
6. Велоинфраструктура Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.com/maps/d/embed?mid=15vlCRHqrcwp-cwEC6W6QUMSNr44&ll=60.00768115943123%2C30.303897997998092&z=13> (Дата обращения: 27.09.2018).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Добровольская Ангелина Александровна** –  
студент кафедры системного анализа и логистики  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»  
190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А  
E-mail: [angd999@gmail.com](mailto:angd999@gmail.com)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Dobrovolskaya Angelina Alexandrovna** –  
student of the department of system analysis and logistics  
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia  
E-mail: [angd999@gmail.com](mailto:angd999@gmail.com)