

УДК 911.3

Сорокин И. С.¹

Лачининский С. С.²

***Опыт использования ГИС для оценки
перспективной численности
населения в транспортном
планировании (на
примере Санкт-Петербурга)***

¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

e-mail: IvannSPb@yandex.ru

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

e-mail: lachininsky@gmail.com

Аннотация. Разработана методика расчёта перспективной численности населения транспортных районов приморского города Санкт-Петербург на краткосрочный период. Предложена и опробована уникальная методика, позволяющая оценить изменение численности населения новостроек по мере заселения их жителями, воплощённая в виде коэффициентов заселяемости и понятия «заселяемой площади жилого дома». Осуществлены пробные расчёты перспективной численности населения на срок до 2023 года и проверка на данных 2018 года.

Ключевые слова: Транспортное планирование, управление городским развитием, транспортная система, динамика численности населения, жилищное строительство.

Введение

Как и в прочих крупных приморских городах мира, в Санкт-Петербурге особое внимание уделяется вопросам транспортной инфраструктуры и SMART-управлению транспортными потоками. В нашем городе вопросами развития и управления транспортной системы занимается Комитет по развитию транспортной инфраструктуры (КРТИ) и его подведомственная организация – Центр транспортного планирования Санкт-Петербурга (СПб ГБУ «Центр транспортного планирования Санкт-Петербурга», ЦТП).

ЦТП является оператором уникальной Транспортной модели Санкт-Петербурга, позволяющей посредством моделирования городских транспортных потоков выявлять наиболее актуальные проблемы в этой области и находить пути их решения.

Для целей транспортного планирования Санкт-Петербург был разделён на транспортные районы, каждый из которых характеризуется набором показателей, таких, как: общая численность населения, численность постоянного населения, численность временного населения, численность занятого населения, количество мест приложения труда, численность школьников, численность мест учёбы в школах, численность студентов, численность мест учёбы в ВУЗах.

При формировании сети транспортных районов учитывались естественные и искусственные границы, административное и муниципальное деление, граф улично-дорожной сети, расположение остановочных пунктов общественного транспорта и квартальное деление территории [1]. Существующее транспортное деление города представлено на Рис. 1.

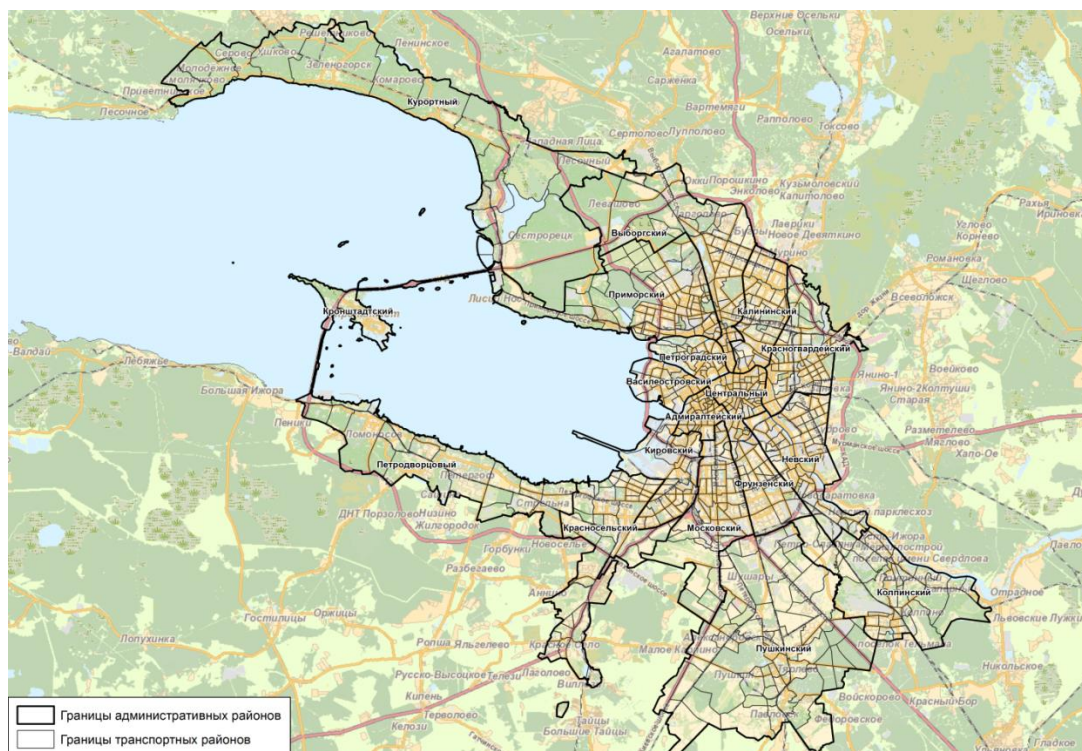


Рис. 1. Транспортное районирование Санкт-Петербурга.

Составлено автором по материалам ЦТП, 2014

На основании этих данных и границ транспортных районов в среде программного комплекса транспортного планирования PTV Vision VISUM была разработана транспортная модель города. Процесс моделирования транспортных потоков осуществляется на основании двух основополагающих моделей – транспортного спроса и предложения, где предложение определяется состоянием улично-дорожной сети, а спрос – её пользователями [2]. Результатом моделирования является определение интенсивности движения на транспортной сети в целом и её отдельных участках [1].

Преимуществом такой модели является то, что, при внесении в неё соответствующих данных, имеется возможность осуществлять расчёт не только существующей, но и перспективной нагрузки на улично-дорожную сеть. Однако эти возможности ограничены способностью рассчитать прогнозную численность населения для каждого транспортного района. Это ставит задачу разработки универсальной методики расчёта перспективной численности населения транспортных районов Санкт-Петербурга, что является *целью* данной работы.

Исследование проводилось в сотрудничестве с ГБУ «Центр транспортного планирования Санкт-Петербурга» (ЦТП) и использовалось большое количество собственных данных этой организации. К сожалению, авторы не могут их опубликовать, но часть из них представлена в обработанном виде и установлены

ссылки на соответствующие базы данных. Кроме того, использовались некоторые материалы Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и документы стратегического планирования администрации Санкт-Петербурга, размещённые в открытом доступе [7; 8].

Предлагаемая методика основывается, прежде всего, на данных о жилищном фонде транспортных районов. Поэтому особенно важны для нас корректные данные о жилой площади домов Санкт-Петербурга. Так как мы проводим пространственный анализ, решающее значение имеют также точные данные о местоположении дома, для возможности осуществить качественное геокодирование (пространственную привязку данных).

Для целей исследования используются данные ГУИОН, содержащие информацию о ряде параметров зданий и сооружений Санкт-Петербурга [3]. Они передаются ГБУ ЦТП уже в геокодированном виде в векторном формате, что позволяет сразу начать работу с ними в ГИС.

Следующим необходимым показателем является объём перспективного ввода жилья, рассчитанный для каждого транспортного района. Эту информацию можно получить из уже упомянутой выше собственной базы ЦТП «Строительство жилых комплексов». Специалисты Центра вносят в неё информацию о строящемся жилье, используя в качестве источника выданные Разрешения на строительство.

Следующим важным показателем, необходимым для «конвертации» жилого фонда транспортного района в численность населения является коэффициент жилищной обеспеченности. Перспективные значения можно получить из Прогноза социально-экономического развития Санкт-Петербурга [4].

Материалы и методы

Разработанная методика использует разнообразные исходные данные, которые были описаны ранее в соответствующем разделе. Как уже упоминалось, особенно большое значение имеет точность данных по существующему и перспективному (строящемуся) жилищному фонду. Данная методика – это совмещение собственных данных ЦТП о текущем строительстве в Санкт-Петербурге [5] и данных ГУИОН о площади зданий и сооружений нашего города [3]. Кроме того, новацией является использование коэффициентов заселяемости, разработанных и рассчитанных специально для данной работы.

Для расчёта перспективной численности населения важно понимать, что новые жилые (сданные в эксплуатацию) жилые комплексы не сразу заселяются жильцами. Это важно потому, что недавно сданные новостройки фактически имеют непостоянную численность населения, которая со временем увеличивается. Возникает задача – рассчитать, с какой «скоростью» заселяются новостройки, после сдачи в эксплуатацию.

Для расчёта данного показателя использованы показатели численности населения жилых домов Санкт-Петербурга по данным ГУ МВД [6], а также данные собственной базы «Строительство жилых комплексов» Центра транспортного планирования, описывающие жилищное строительство в Санкт-Петербурге [5]. Данные МВД были геокодированы, т.е. привязаны к конкретным жилым домам на местности с получением сведений по численности населения в них.

База «Строительство жилых комплексов» имеет большой набор самых разных данных, из которых в нашем исследовании были использованы площадь жилых домов и год их ввода в эксплуатацию.

По результатам пространственной привязки (один из инструментов ArcGIS) удалось установить связь между двумя слоями – иными словами, объединить показатели одних и тех же объектов из двух разных слоёв в один. Таким образом, мы получили новый слой, который содержал данные о годе ввода в эксплуатацию жилого комплекса, его площади и численности населения в период с 2012 по 2018 годы. Для домов, введённых в 2012 году и после показатели численности населения до окончания строительства равны нулю. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

**Расчёт жилищной обеспеченности новых жилых комплексов
г. Санкт-Петербурга**

Год ввода	Площадь	Население (чел.)					Жилищная обеспеченность (кв. м / чел.)				
		2012	22013	22014	22015	22017	2012	2013	2014	2015	2017
2007	2402734	36680	42038	50730	60772	66867	5,5	5,8	7,4	9,5	5,9
2008	2357146	28257	36781	46900	53684	61341	3,4	4,1	0,3	3,9	8,4
2009	2020125	32707	41429	49897	57823	62798	1,8	8,8	0,5	4,9	2,2
2010	2591025	30737	41429	49897	57823	62798	4,3	2,7	8,7	5,3	0,9
2011	2387037	9012	31097	55215	63440	74693	65	6,8	3,2	7,6	2
2012	2824894	0	390	44469	56248	79324	/д	032	3,5	2,2	5,6
2013	2341710	0	0	6816	17158	48854	/д	/д	44	37	7,9
2014	2544816	0	0	0	2389	40091	/д	/д	/д	065	3,5
2015	2428524	0	0	0	0	29540	/д	/д	/д	/д	2,2
2016	749387	0	0	0	0	2892	/д	/д	/д	/д	59

Составлено автором по [3; 6]

Результаты и обсуждение

Результаты проведенного исследования подтверждают выдвинутое предположение о том, что численность населения новых жилых домов действительно нестабильна и имеет тенденцию к постоянному быстрому росту. Удалось определить чёткие показатели этого роста – показатели жилищной обеспеченности по годам с момента сдачи. Для удобства расчётов предложен новый показатель – «заселяемая площадь» введённого в эксплуатацию дома.

Заселяемая площадь дома – это доля площади новостройки, заселённая жильцами на определённый момент времени. Данный показатель необходим для целей более точного расчёта перспективной численности населения, с учётом нестабильного населения новых жилых комплексов. Показатель позволяет

устранить рассчитанную долю «пустых» квартир, которые ещё не обрели жильцов, но уже являются частью жилищного фонда. Используя в расчётах не всю площадь новостроек, а только заселяемую мы получаем возможность более точно оценить перспективную численность населения.

Заселение новостройки начинается со следующего года, после её сдачи в эксплуатацию. Собственные расчёты показали, что население домов, введённых в конкретный год, по данным ГУ МВД за тот же год, столь мало, что можно пренебречь им в своих расчётах. Наиболее активное заселение дома начинается на следующий год после сдачи. Используя собственные расчёты и учитывая экспертную оценку сотрудников Центра транспортного планирования, ответственных за исследование сферы жилищного строительства Санкт-Петербурга, установлены следующие коэффициенты (табл. 2).

Таблица 2.

**Коэффициенты заселённости домов разного возраста
в г. Санкт-Петербург**

Возраст дома	1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет
Коэффициент заселённости	0,2	0,6	0,8	0,9	0,95

Составлено автором по [3; 6]

За основу коэффициента заселённости домов принимаются данные «базового года», а именно: площадь жилья в каждом транспортном районе в рассматриваемом году по данным ГУИОН. Расчёт осуществляется с помощью инструментов геоинформационной системы ArcMap, связывающую слои и формирующую пространственную привязку данных.

Имея базовые значения расчета коэффициента заселённости домов для каждого транспортного района, можно переходить к следующему шагу – расчёту перспективного ввода жилья в прогнозируемом периоде. В нашей работе был выбран пятилетний период, но также имеются промежуточные результаты на каждый год с расчётом численности населения. На этом этапе использовалась база «Строительство жилых комплексов» от ЦТП. Алгоритм работы с этими данными подобен описанному ранее для базового года. Требуется связать слои со строящимися жилыми комплексами (результат геокодирования базы данных «Строительство жилых комплексов») и с границами транспортных районов. Эту работу необходимо проделать для каждого года в прогнозируемом периоде, сортируя соответствующим образом данные слоя.

Результатом упомянутых операций станет таблица, характеризующая существующий объем жилья и перспективный его прирост по годам для каждого транспортного района. Имея подобные результаты для всех транспортных районов города, можно переходить к следующей стадии: расчёту прогнозируемой площади жилья для транспортных районов Санкт-Петербурга.

Формула расчёта перспективной площади жилья для конкретного транспортного района имеет следующий вид:

$$S_{n+5} = S_B + \Delta S_{n+5}^3, \quad (1) \text{ в которой:}$$

S_{n+5} – перспективная площадь жилья в транспортном районе через 5 лет (прогнозный период);

S_B – площадь жилья в транспортном районе в базовом году (по данным ГУИОН);

ΔS_{n+5}^3 – прирост населяемой площади в транспортном районе за 5 лет.

Прирост населяемой площади района рассчитан по формуле:

$S_{n+5}^3 = q_5 \Delta S_n + q_4 \Delta S_{n+1} + q_3 \Delta S_{n+2} + q_2 \Delta S_{n+3} + q_1 \Delta S_{n+4}$, в которой:

$q_1 - q_5$ – показатели коэффициента заселяемости (значения определены для каждого года и приведены ниже);

$\Delta S_n - \Delta S_{n+4}$ – прогнозируемый ввод площади жилья по годам, где n – базовый год.

$q_1 - 0,2; q_2 - 0,6; q_3 - 0,8; q_4 - 0,9; q_5 - 0,95$.

Пользуясь формулой расчёта перспективной площади жилья, можно спрогнозировать общую площадь жилья для каждого из транспортных районов. Этот важнейший показатель служит для расчёта также перспективной численности населения, которая вычисляется с помощью формулы:

$P_n = \frac{S_n}{C_n}$, в которой:

P_n – прогнозная численность населения района в году n ;

C_n – значение показателя коэффициента жилищной обеспеченности в году n .

Подобные расчёты были произведены для всех транспортных районов Санкт-Петербурга, по результатам построены картосхемы, демонстрирующие прогнозную численность населения транспортных районов к 2023 году (Рис. 2).

Сопоставление прогнозных данных с существующей численностью населения позволит выявить наиболее динамично растущие транспортные районы, требующие особого внимания со стороны транспортного планировщика.

Выводы

Была разработана методика расчёта перспективной численности населения транспортных районов Санкт-Петербурга на краткосрочный период. Для этой цели были проанализированы данные по площади и населению всех жилых домов города, результаты геокодированы и обработаны инструментами ГИС.

На основании данных ГБУ «ЦТП СПб» осуществлён прогноз изменения жилищного фонда каждого транспортного района в результате ввода нового жилья. Разработана уникальная методика, позволяющая оценить изменение численности

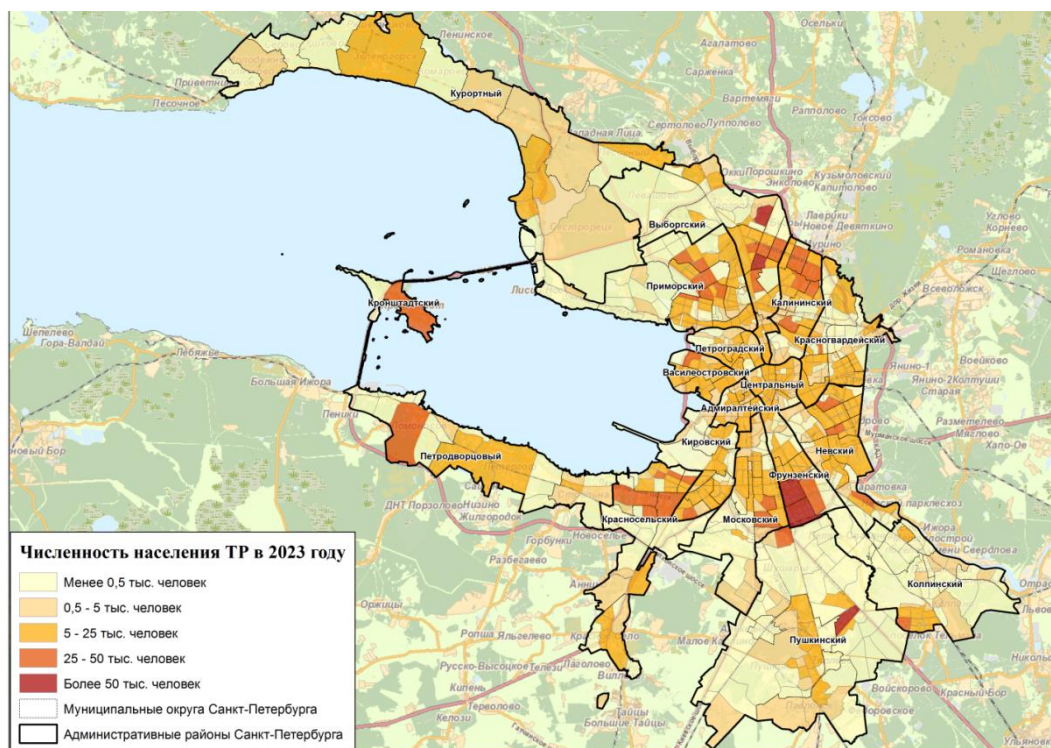


Рис. 2. Численность населения транспортных районов г. Санкт-Петербурга в 2023 г.

Составлено автором по собственным расчётам

населения новостроек по мере заселения их жителями, воплощённая в виде коэффициентов заселяемости и понятия «заселяемой площади жилого дома». Осуществлены пробные расчёты перспективной численности населения г. Санкт-Петербурга на срок до 2023 года. Методика использует возможности современных ГИС, позволяющие производить сложные расчёты.

Описанное выше исследование может проводиться только в сотрудничестве с городской администрацией, из-за необходимости доступа к данным, которые не представлены в открытом доступе. Тем не менее, описанная методика была признана перспективной руководством ГБУ «ЦТП СПб» и в настоящее время используется для прогнозирования численности населения.

Исследование подготовлено при поддержке гранта РФФИ №18-310-20016 «Приморские города в инновационном пространстве европейской части России».

Литература

1. Фишельсон М. С. Транспортная планировка городов: Учеб. пособие для студ. авт.-дор. спец. Вузов. М.: Высшая школа. 1985. 239 с.
2. Методика расчёта транспортных потоков: Учебное пособие // СПб ГУП «Городское управление инвентаризации и оценки недвижимости – 2014 г.
3. Определение кадастровой стоимости помещений на территории Санкт-Петербурга: База данных // СПб ГУП «Городское управление инвентаризации и оценки недвижимости – 2015 г.

4. О прогнозе социально-экономического развития Санкт-Петербурга до 2035 года // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=SPB&n=183639#08409427577624806>.
5. Строительство жилых комплексов в Санкт-Петербурге: База данных // СПб ГБУ «Центр транспортного планирования Санкт-Петербурга» – 2018 г.
6. Численность населения многоквартирных и индивидуальных жилых зданий: База данных // ГУ МВД России по Санкт-Петербургу – 2012 - 2018 гг.
7. Основные показатели жилищных условий населения // Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/petrostat.ru/statistics/Sant_Petersburg/housing/.
8. Численность населения Санкт-Петербурга в разрезе муниципальных образований по состоянию на 1 января 2018 года // Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/petrostat.ru/statistics/Sant_Petersburg/population/.

Sorokin I. S.¹
Lachininsky S. S.²

Experience in the use of GIS for the evaluation of the perspective population in transport planning (in example of St. Petersburg)

¹ St. Petersburg State University, Russian Federation, St. Petersburg
e-mail: IvannSPb@yandex.ru

² St. Petersburg State University, Russian Federation, St. Petersburg
e-mail: lachininsky@gmail.com

Abstract. *The calculation method for perspective population of St. Petersburg's transport districts for the short-term period is developed. The unique methodics allowing to estimate change of population of new buildings in process of settling by their inhabitants, embodied in the form of settling coefficient and concept of the «occupied area of a house» is offered and tested. Trial calculations of the prospective population for the period up to 2023 and verification of the 2018 data were carried out.*

Key words: *transport planning, urban development management, transport system, change in population, housing construction.*

References

1. Fishel'son M. S. Transportnaya planirovka gorodov: Ucheb. posobie dlya stud. avt.-dor. spec. Vuzov. M.: Vysshaya shkola. 1985. 239 s. (in Russian)
2. O prognoze social'no-ekonomicheskogo razvitiya Sankt-Peterburga do 2035 goda // Konsul'tantPlyus URL:

- <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=SPB&n=183639#08409427577624806>. (in Russian)
3. Osnovnye pokazateli zhilishchnyh uslovij naseleniya // Upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po g. Sankt-Peterburgu i Leningradskoj oblasti URL:
http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/petrostat/ru/statistics/Sant_Petersburg/housing/.(in Russian)
 4. CHislennost' naseleniya Sankt-Peterburga v razreze municipal'nyh obrazovanij po sostoyaniyu na 1 yanvarya 2018 goda // Upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po g. Sankt-Peterburgu i Leningradskoj oblasti URL:
http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/petrostat/ru/statistics/Sant_Petersburg/population/.(in Russian)
 5. Metodika raschyota transportnyh potokov : Uchebnoe posobie // SPb GUP «Gorodskoe upravlenie inventarizacii i ocenki nedvizhimosti – 2014 g. (in Russian)
 6. Opredelenie kadaastrovoj stoimosti pomeshchenij na territorii Sankt-Peterburga: Baza dannyh // SPb GUP «Gorodskoe upravlenie inventarizacii i ocenki nedvizhimosti – 2015 g. (in Russian)
 7. Stroitel'stvo zhilyh kompleksov v Sankt-Peterburge: Baza dannyh // SPb GBU «Centr transportnogo planirovaniya Sankt-Peterburga» – 2018 g. (in Russian)
 8. CHislennost' naseleniya mnogokvartirnyh i individual'nyh zhilyh zdaniy: Baza dannyh // GU MVD Rossii po Sankt-Peterburgu – 2012-2018 gg. (in Russian)

Поступила в редакцию 25.06.2019 г.