

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ЕДИНЫХ СИСТЕМЫ РАССЕЛЕНИЯ И СИСТЕМЫ РАБОЧИХ МЕСТ

Н.В. Булычева¹, Л.Ю. Истомина²

¹С-Петербургский Экономико-математический институт РАН,
г. С-Петербург, Россия

²ООО «Лаборатория градопланирования», г. С-Петербург, Россия

В статье рассматривается проблема отношений города и области. Представлена модель прогноза спроса на рабочие места в объединенной системе расселения муниципальных образований города и области.

Ключевые слова: *система отношений, доступность, привлекательность, расселение, рабочие места.*

Среди основных задач региональной политики является уменьшение дифференциации в уровне и качестве жизни населения между регионами и внутри регионов.

Одним из ключевых источников развития называется повышение связанности территорий и реализация обширной инфраструктурной программы (обновление коммунальных систем, дорожной сети, развитие хордовых транспортных путей сообщения и др.).

Без развитых транспортных связей невозможна функциональная взаимодополняемость городов на рассматриваемой территории. Высокая связность может отчасти компенсировать дальность расстояний между ними. Система отношений между городами должна быть основана на «взаимовыгодном сотрудничестве и функциональной взаимодополняемости, связанной с их положением в качестве узловых элементов в материальных, финансовых, информационных, миграционных и пр. потоках» [1].

Базовыми условиями для идентификации городской территории в качестве локального центра являются наличие комплекса культурно-бытовых учреждений эпизодического пользования, наличие градообразующих объектов, обеспечивающих достаточную *привлекательность* («непровинциальность») центров — богатство исторической и культурной среды, высокий потенциал внутреннего и международного туризма. Основой реалистичного инновационного сценария в пространственном развитии Ленинградской области должна стать разработка единой с Санкт-Петербургом стратегии развития агломеративного пояса и сокращение дисбалансов в развитии отдельных территорий области. Главной составной их частью является городское хозяйство, представляющее комплекс расположенных на территории города предприятий, организаций и хозяйств, обслуживающих материальные и культурные потребности проживающего в

нем населения, и желателен баланс трудовых ресурсов и предоставляемых рабочих мест.

Рынок труда Санкт-Петербурга характеризуется значительным дисбалансом, который проявляется в превышении общего количества мест приложения труда над суммарной численностью рабочей силы. Это влечёт за собой как существенную по масштабам трудовую иммиграцию в Санкт-Петербург из других стран и субъектов РФ, так и интенсивную маятниковую трудовую миграцию на связях с Ленинградской областью. Ежедневный отток на работу из области в Санкт-Петербург составляет около 200 тыс. человек, из Санкт-Петербурга в область – около 50 тыс. человек. Почти половина населения (46%) Ленинградской области проживает в муниципальных районах, граничащих с Санкт-Петербургом, и формирует Санкт-Петербургскую агломерацию[2].

В соответствии с такими показателями, естественно при прогнозе спроса на рабочие места, рассматривать систему расселения и систему рабочих мест едиными для С-Петербурга и Ленинградской области.

При создании средств математического моделирования для анализа вариантов развития систем нужно учитывать принцип «спроса» (далее спрос) и «предложения» (далее предложение). Суть принципа спроса и предложения состоит в выполнении взаимозависимости между потребностью в объекте и ограниченностью его предложения. Спрос на объект обусловлен его «полезностью» – способностью как удовлетворять потребность пользователя, так и его доступностью. В моделях передвижений к объектам различных систем (в том числе системе мест приложения труда) население, расположенное в местах своего жительства, представляет размещенный по территории спрос, а сами объекты, с учетом их мощностей – размещенное на территории предложение. При этом система расселения описывается совокупностью районов и численностью проживающего в них населения, система обслуживания – совокупностью объектов и их мощностью. При взаимодействии размещенного на территории потенциального спроса и размещенных на территории предложений может быть достигнут баланс между общими величинами объемов спроса и предложения, но может иметь место неудовлетворенный спрос или, возможно, избыточное предложение.

На величину спроса и на распределение спроса между объектами влияет целый ряд конкретных факторов.

В ранее предложенной модели [3,4] предполагалось, что величина спроса на получение услуги жителей района i и распределение спроса между объектами, зависящие от затрат на эти услуги, определяются монотонно убывающей функцией спроса $\varphi(T_i)$. Функция спроса показывает, как изменяется спрос жителей района i с изменением затрат времени T_i на получение услуги, поскольку одним из основных факторов, влияющим на спрос, является фактор доступности.

Средние затраты времени на доступность объектов системы для района i вычислялись следующим образом

$$T_i = \sum_j t_{ij} \times p_{ij}.$$

Каждая из величин t_{ij} представляют собой затраты времени на передвижение из района i к объекту j , p_{ij} – вероятность выбора жителем района i объекта j при условии

$$\sum_j p_{ij} = 1.$$

Затраты на передвижение зависят от взаимного расположения районов проживания и объектов обслуживания. Нагрузка R_j на объект j вычислялась как

$$R_j = \sum_i \varphi(T_i) \times p_{ij}.$$

Вероятность p_{ij} выбора жителем района i объекта j определяется на основе функции тяготения $q(t)$,

$$p_{ij} = \frac{q(t_{ij})}{\sum_j q(t_{ij})},$$

в соответствии с которой, как предполагается, происходит выбор жителями объектов обслуживания. В задачах моделирования корреспонденций традиционно используются модели тяготения, в которых интенсивность тяготения между субъектами спроса и объектами предложения убывает с ростом затрат (времени, денег и т.д.) на передвижение жителей города к местам дислокации объектов. Обычно в качестве функции тяготения используется убывающая экспонента $q(t) = \exp(-\gamma \times t)$, где $\gamma > 0$ – параметр тяготения, имеющий смысл неявных ограничений на затраты.

В задаче определения спроса на рабочие места в С-Петербурге и области в качестве функции спроса $\varphi(V_i)$, берётся

$$\varphi(V_i) = V_i, \text{ где}$$

V_i – экономически активное население района.

p_{ij} – вероятность выбора жителем района i объекта j , вычисляется в зависимости не только от времени доступности t_{ij} , но и от разницы в средних зарплатах районов, и от числа рабочих мест объекта j .

Распределение нагрузки, полученное с учетом этих предпочтений, представляет собой «идеальное» распределение, при котором учтены приведенные параметры в виде вероятностных предпочтений

$$R_j = \sum_i \varphi(V_i) \times p_{ij}, \text{ при условии } \sum_j p_{ij} = 1.$$

Нагрузка может превышать количество мест приложения труда, предоставляемых объектом j , или быть меньше его. Предполагается, что такое распределение отображает спрос населения на рабочие места, расположенные на рассматриваемой территории, при указанных предпочтениях.

Были проведены два расчёта, различающиеся только скоростями движения и на общественном, и на индивидуальном транспорте. При этом время доступности t_{ij} , определялось с помощью досетевой модели.

При использовании досетевого подхода для моделирования распределения корреспонденций не используется геометрия сети и не

учитывается влияние сетевых ограничений. Применение досетевого подхода позволяет выявить потенциальный спрос на передвижения. Определяющим фактором при этом становится взаимное расположение ареалов расселения и ареалов размещения мест приложения труда.

В работах [5,6] получены эмпирические зависимости для задания перспективных графиков «перехода» для параметров дальности поездки, времени поездки $l_{ij} \text{ (по сети)} = L(l_{ij} \text{ (по воздуху)})$, $t_{ij} \text{ (по сети)} = T(l_{ij} \text{ (по воздуху)})$. Задание таких графиков позволяет использовать модели досетевого уровня при отсутствии информации или неполной информации о конфигурации и параметрах сети. Задание графиков целесообразно осуществлять отдельно для разных поясов городской агломерации: центр города; ядро агломерации, первый пояс поселений-спутников.

$T=21,89 \cdot l^{0,48}$, T – время на общественном транспорте внутри агломерации. $L=0,84 \cdot l^{1,073}$, l – расстояние по воздуху, L – дальность поездки.

В качестве расчётных единиц систем расселения и рабочих мест были взяты муниципальные образования С-Петербурга и Ленинградской области (316 образований). Величина средней зарплаты принята по соответствующим административным районам. Количество рабочих мест получено на основании данных Государственной статистики [7,8].

В таб. 1 представлены выборочные результаты двух расчётов потенциального спроса на передвижения, с различными скоростями движения. γ – параметр тяготения, имеющий смысл неявных ограничений на затраты времени, в обоих расчётах брался одинаковым, т.е. отношение населения к затратам времени оставалось одинаковым. Затраты времени при увеличении скорости уменьшились, а объём межмуниципальных корреспонденций по рабочим целям, как показывают расчёты, увеличился.

Представленные результаты по нескольким муниципальным образованиям (и по всем остальным тоже) позволяют сделать очевидный вывод о значимости скорости передвижения при расчёте интенсивности трудовой маятниковой миграции.

Представленная модель прогноза спроса на рабочие места в объединённой системе расселения имеет широкий спектр применения. В первую очередь она необходима при анализе перспектив пространственного развития агломерации, при разработке стратегии развития транспортных систем, при выборе оптимального варианта трассировки скоростных дорог и скоростного рельсового транспорта на междугородних связях, при расчёте эффективности мероприятий по строительству элементов транспортной сети.

Список литературы

1. Колосов В.А. Принцип полицентризма в региональной политике и роль крупных городов как локомотивов развития // Проблемы государственной политики регионального развития России: Материалы Всероссийской научной конференции (Москва, 4 апреля 2008 г.): сборник докладов. С. 94-106.
2. Ленинградская область. Областной Закон «О Концепции социально-экономического развития Ленинградской области на период до 2025 года» (Принят Законодательным собранием Ленинградской области 06.06.2013 г.).

3. Федоров В.П., Булычева Н.В., Лисененков А.И., Платонова Е.А. Моделирование выбора жителями целевых объектов в крупном городе// Экономико-математические исследования: математические модели и информационные технологии. VIII. СПб.: Нестор-История, 2012. С. 65–70.

Таблица 1

Выборочные результаты расчётов для городских поселений области

Наименование городского поселения (муниципального образования Ленинградской области)	Население 2009 г., чел.	Рабочие места 2009 г., мест	Средняя зарплата в соответствующем адм. районе, руб.	Результаты и выборочные параметры расчёта для больших скоростей						Результаты и выборочные параметры расчёта для меньших скоростей			
				Рассчитанный потенциальный спрос на передвижения, пасс.		Среднее время доступности муниципально-го образования для населения С-Петербурга и Ленобласти, мин.		Среднее время доступности других территорий для населения муниципально-го образования, мин.		Рассчитанный потенциальный спрос на передвижения, пасс.		Среднее время доступности муниципально-го образования для населения С-Петербурга и Ленобласти, мин.	
1	2	3	4	на общественном транспорте	на индивидуальном транспорте	на общественном транспорте	на индивидуальном транспорте	на общественном транспорте	на индивидуальном транспорте	на общественном транспорте	на индивидуальном транспорте	на общественном транспорте	на индивидуальном транспорте
Приозерское	19652	11791	27024	4 260	3 118	157	66	189.8	62.9	2 772	2 308	237.2	110.8
Тихвинское	64220	17000	32548	9 168	3 611	129	94.2	126.1	95.9	3 582	2 296	249.6	151.2
Сланцевское	25957	13365	27806	7 067	3 239	125	75.9	118.5	77.3	3 288	2 239	228.9	125.1
Подпорожское	14590	9101	28833	4 543	1 506	136	120	135.5	124	1 524	807	267.9	186.2
Лужское	39239	11047	26478	5 669	2 705	125	73.5	124.6	68.7	2 684	1 896	230.4	122.6
Лодейнопольское	16239	9359	25319	4 699	1 674	132	108	131	111	1 690	976	259.2	170.6
Ивангородское	11129	6677	46388	3 808	1 988	129	69	123.1	68.1	2 025	1 446	220.5	112.1
Бокситогорское	12655	7089	30476	3 636	1 358	134	104	131.6	109	1 458	851	242.9	152.5
Пикалёвское	16273	9454	30476	4 811	1 664	135	113	134.6	120	1 733	973	258.1	165.3
Выборгское	62078	38876	37120	18 536	10 629	137	69.7	139.2	67.1	10 042	7 619	230.3	115.8
Приморское	11174	6704	37120	3 714	1 812	126	71.5	203.3	53.7	1 795.0	1 286	229	117.3
Светогорское	15300	6620	35352	3 824	1 625	124	80.7	119.5	79.2	1 635.0	1 078	235.3	132.1
Каменногорское	12081	7249	37120	4 262	1 885	122	76.5	117.8	74.4	1 898.0	1 294	231.4	126.1

4. Федоров В.П., Платонова Е.А., Лисененков А.И. Модель размещения объектов обслуживания на территории города // Первые чтения памяти профессора Б.Л. Овсиевича «Экономико-математические исследования: математические модели и информационные технологии». Материалы Всероссийской конференции 21–23 октября 2013 года. СПб.: Нестор-История. С. 208–212.
5. Федоров В.П., Лосин Л.А. Методы математического моделирования для проектирования городской транспортной системы на досетевом уровне// Транспорт Российской Федерации. 2012. №2 (39). С.42–45.
6. Федоров В.П., Лосин Л.А., Булычева Н.В. Разработка методов математического моделирования для формирования вариантов развития транспортной системы крупного города на досетевом уровне// Социально-экономические проблемы

развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XVIII международной научно-практ.конф. – Екатеринбург: АМБ, 2012.С.73–78.

7. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года [Текст]: стат. сб.: в 2 ч. Экономическая активность населения Санкт-Петербурга / Территориальный орган ФСГС по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области (Петростат). СПб, 2013. 164 с.
8. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года [Текст]: стат. сб.: в 2 ч. Экономическая активность населения Ленинградской области/ Территориальный орган ФСГС по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области (Петростат). СПб, 2013. – 334 с.

MODELING OF THE SYSTEM OF POPULATION DISTRIBUTION AND THE SYSTEM OF WORKPLACES COMBINED FOR ST. PETERSBURG AND LENINGRAD REGION

N.V. Bulychева¹, L.Yu. Istomina²

¹St. Petersburg Economico-Mathematical Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

²Laboratory of urban planning, St. Petersburg, Russia

The article considers the problem of a relationship between the city and the region. A model for predicting the demand for workplaces in the combined system of population distribution in municipalities of the city and the region is presented.

Keywords: *system of relationships, accessibility, attractiveness, population distribution, workplaces.*

Об авторах:

БУЛЫЧЕВА Нэля Васильевна - научный руководитель лаборатории функционально-пространственного развития крупных городов, Санкт-Петербургский экономико-математический институт Российской академии наук СПб ЭМИ РАН, (190013 Санкт-Петербург, ул. Серпуховская, д.36-38, литер А), e-mail: bul45@mail.ru

ИСТОМИНА Людмила Юрьевна, эксперт-экономист градостроительства ООО «Лаборатория градопланирования» (190013, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, 108, б/ц "Фонтанка 108", офис 1), e-mail: l.yu.istomina@gmail.com

About the authors:

BULYCHEVA Nelya Vasil'evna, scientific head of the laboratory of functional-spatial development of cities, Science St. Petersburg Economico-Mathematical Institute of Russian Academy of Sciences (Serpukhovskaya 36-38 A, St. Petersburg, 190013 Russia), E-mail: bul45@mail.ru

LYUDMILA Yur'evna Istomina, Expert economist of urban planning, Laboratory of urban planning (Fontanka River Embankment 108, Business center Fontanka 108, office 1, St. Petersburg, 190013 Russia), E-mail: l.yu.istomina@gmail.com