



# Методы расчёта численности населения при транспортном моделировании



Валерий МЯЧИН



Станислав ЦИБРО



Наталья СЕМЕНОВА



Алина БАСКАКОВА

**Мячин Валерий Николаевич** – Научно-исследовательский и проектный институт территориального развития и транспортной инфраструктуры (ООО «НИПИ ТРТИ»), Санкт-Петербург, Россия.

**Цибро Станислав Владимирович** – Научно-исследовательский и проектный институт территориального развития и транспортной инфраструктуры (ООО «НИПИ ТРТИ»), Санкт-Петербург, Россия.

**Семенова Наталья Юрьевна** – Научно-исследовательский и проектный институт территориального развития и транспортной инфраструктуры (ООО «НИПИ ТРТИ»), Санкт-Петербург, Россия.

**Баскакова Алина Александровна** – Научно-исследовательский и проектный институт территориального развития и транспортной инфраструктуры (ООО «НИПИ ТРТИ»), Санкт-Петербург, Россия\*.

В статье рассматривается проблема выбора метода расчёта численности населения для технико-экономических обоснований при транспортном моделировании проектной дорожной сети городов северных регионов Российской Федерации на примере города Новый Уренгой. Цель исследования – определить оптимальный метод прогноза численности населения для получения исходных данных транспортного моделирования. При разработке технико-экономических обоснований города Новый Уренгой выявлен ряд особенностей демографической структуры северных городов РФ, которые влияют на выбор метода прогноза численности населения. На основе теоретического анализа

научной литературы в статье рассмотрены различные методы расчёта населения, проанализированы взаимосвязь существующей демографической структуры и её влияние на методы прогноза численности населения для транспортного моделирования. В условиях обострения демографических проблем РФ актуально оценивать региональные особенности перспектив изменения численности населения. В статье даны рекомендации по использованию метода прогноза численности населения с учётом региональной специфики городов, образованных в XX веке в связи с разработкой месторождений полезных ископаемых в северных регионах РФ.

**Ключевые слова:** методы прогноза численности населения, транспортное моделирование, технико-экономическое обоснование, демографическая структура населения.

\*Информация об авторах:

**Мячин Валерий Николаевич** – доктор технических наук, профессор, генеральный директор Научно-исследовательского и проектного института территориального развития и транспортной инфраструктуры (ООО «НИПИ ТРТИ»), Санкт-Петербург, Россия, [vmyachin@ipr.ru](mailto:vmyachin@ipr.ru).

**Цибро Станислав Владимирович** – первый заместитель генерального директора – руководитель департамента социально-экономических исследований Научно-исследовательского и проектного института территориального развития и транспортной инфраструктуры (ООО «НИПИ ТРТИ»), Санкт-Петербург, Россия, [stas@ipr.ru](mailto:stas@ipr.ru).

**Семенова Наталья Юрьевна** – главный специалист департамента социально-экономических исследований Научно-исследовательского и проектного института территориального развития и транспортной инфраструктуры (ООО «НИПИ ТРТИ»), Санкт-Петербург, Россия, [nsemenova@ipr.ru](mailto:nsemenova@ipr.ru).

**Баскакова Алина Александровна** – кандидат экономических наук, руководитель проектного направления экономики транспорта Научно-исследовательского и проектного института территориального развития и транспортной инфраструктуры (ООО «НИПИ ТРТИ»), Санкт-Петербург, Россия, [abaskakova@ipr.ru](mailto:abaskakova@ipr.ru).

Статья поступила в редакцию 27.07.2020, принята к публикации 04.09.2020.

For the English text of the article please see p. 141.

## ВВЕДЕНИЕ

В статье рассматривается проблема выбора метода расчёта численности населения для технико-экономических обоснований при транспортном моделировании проектной дорожной сети городов северных регионов Российской Федерации на примере города Новый Уренгой.

Задача экономических изысканий — сбор, обработка, систематизация и анализ исходных данных для обоснования предпосылок развития автомобильных дорог. Экономические изыскания для разработки схем развития сети автомобильных дорог имеют конечной целью наметить и обосновать перспективы развития сети, исходя из перспектив развития населения и производительных сил, определяют потребность в мощности транспортной сети [1].

Численность населения, его структура, занятость — базовые характеристики, со сбора и анализа которых начинается работа над технико-экономическими обоснованиями развития дорожной системы городов.

При разработке ряда экономических изысканий была выявлена особая специфика демографических показателей городов северных регионов Российской Федерации (РФ), которые появились во второй половине XX века, благодаря открытию нефтегазовых месторождений. На примере города Новый Уренгой рассмотрим демографические особенности таких городов, которые необходимо учитывать при экономических изысканиях для транспортного моделирования.

## 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Город Новый Уренгой — городской округ на севере России в Ямало-Ненецком автономном округе РФ (рис. 1).

В Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО) сегодня добывается более 90 % всего природного газа и 12 % нефти от общих объёмов добычи по РФ [2]. Ямало-Ненецкий округ, являясь основным регионом страны по добыче углеводородов, рассматривается и как перспективный горнодобывающий район по группе твёрдых полезных ископаемых. Основными из них являются железные руды, хромиты, цветные металлы и др. Кроме этого, в автономном округе развита рыбная промышленность и оленеводство.

Численность населения на 1 января 2020 года составила 544,0 тыс. человек. По сравнению с соответствующей датой предыдущего года численность населения округа увеличилась на 2,5 тыс. человек [3].

Современная демографическая ситуация в РФ обусловлена снижением численности населения, замещением поколений: выбытием из возраста 15–64 лет многочисленного послевоенного поколения и притоком малочисленного поколения людей, рождённых в нестабильные 90-е годы XX века. Кроме того, серьёзными демографическими проблемами являются высокий уровень смертности в экономически активных возрастах и снижение рождаемости.

В городах ЯНАО демографическая ситуация складывается по-другому, почти во



Рис. 1. Схема расположения города Новый Уренгой.

Таблица 1

Характеристики городов ЯНАО [3; 4]

Название города	Статус города получен	Численность населения, на 01.01.2020 (чел.)	Плотность начеления чел/км²
Губкинский	1996 г.	29161	694,3
Лабытнанги	1975 г.	26295	1195,2
Муравленко	1990 г.	31561	346,8
Надым	1972 г.	44830	242,3
Новый Уренгой	1980 г.	117482	531,6
Ноябрьск	1982 г.	106911	551,7
Салехард	1938 г.	50976	603,3
Тарко-Сале	2004 г.	21501	488,7
ЯНАО в целом		544444	0,7

всех городах наблюдается рост численности населения [3; 4].

Особенности демографических показателей:

- высокая доля трудоспособного населения;
- в структуре занятости населения преобладает градообразующая группа;
- высокая плотность населения городов и низкая плотность населения региона.

Данные особенности влияют на численность населения городов. В состав ЯНАО входят восемь городов (табл. 1).

На примере демографических показателей города Новый Уренгой рассмотрим основные особенности структуры населения северных городов, возникших вследствие начала разработки месторождений.

2. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НОВОГО УРЕНГОЯ

Новый Уренгой – первый по численности населения город округа. Численность постоянного населения составляет 22 % от общей численности населения ЯНАО. В отличие от многих российских городов, в которых имеет место устойчивая и долго-

временная естественная убыль населения, в Новом Уренгое сохраняется положительный естественный прирост населения (в 2019 году рождаемость составила 13,3 человек на 1000 жителей, смертность составила 3,3 человек на 1000 жителей). Миграционная ситуация характеризуется приростом населения (в 2019 году – 948 человек [2; 4]).

Высокая доля трудоспособного населения. В структуре населения города удельный вес лиц в трудоспособном возрасте составляет 67 %, лиц моложе трудоспособного возраста – 23 %, граждан старше трудоспособного возраста – 10 % (рис. 2) [2].

Город Новый Уренгой, возникший в ходе разработок месторождений, на протяжении всего периода развития характеризовался высоким удельным весом лиц трудоспособного возраста. На возрастную структуру населения сильное влияние оказывала миграция.

В настоящее время во многих городах РФ увеличивается число лиц пенсионного возраста, уменьшается рождаемость, сокращается трудоспособное население. Это вызывает «старение» городов. В быстрораз-

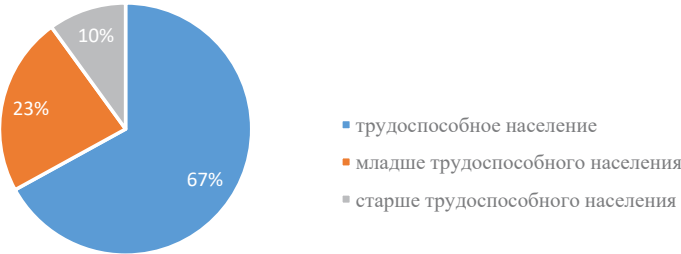


Рис. 2. Структура населения города Новый Уренгой.

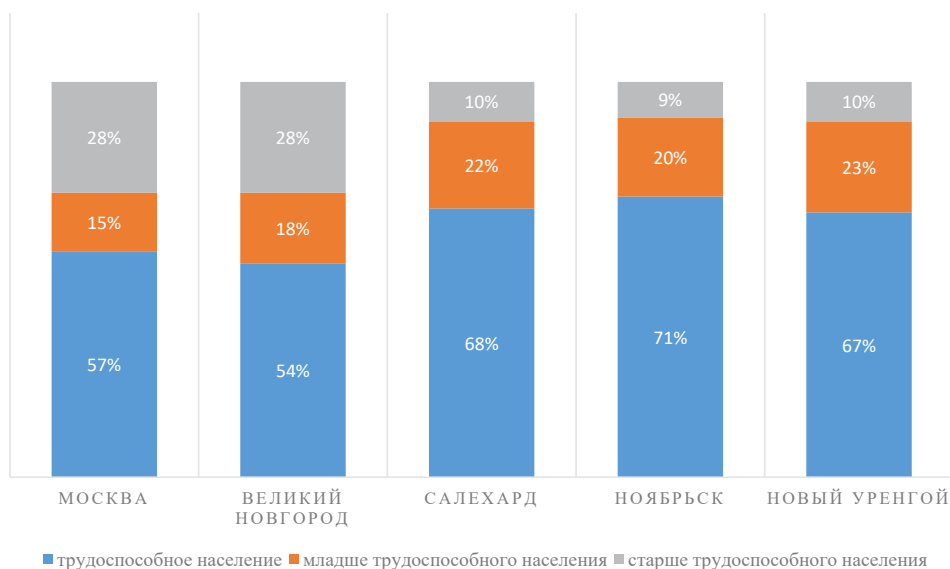


Рис. 3. Структура населения городов РФ [3].

живающихся городах, наоборот, за счёт миграции молодых трудоспособных граждан увеличивается доля трудоспособного населения, наблюдается высокая рождаемость. Специфика возрастной структуры населения формирует особые требования к транспортному развитию территории.

На рис. 3 приведены данные по структуре населения нескольких городов РФ, которые на примере Салехарда, Ноябрьска и Нового Уренгоя иллюстрируют смещение демографических показателей северных городов [3].

Высокая доля трудоспособного населения неизменно ведёт к увеличению корреспонденции по рабочим целям. В Новом Уренгое особенности развития промышленности и территориальная разобщённость селитебных и промышленных районов приводят к возникновению значительной селитебно-трудовой несбалансированности, и население вынуждено ежедневно совершать поездки из селитебных районов к промышленным зонам и к другим участкам концентрации мест приложения труда.

В структуре занятости населения преобладает градообразующая группа. При анализе структуры занятости населения города Новый Уренгой и РФ в целом явно видны особенности градообразующей группы населения города. На долю добывающей промышленности приходится 30 % занятого населения, в РФ в целом в добывающей промышленности занято всего

1,6 % населения. Также велика доля занятых в транспортировке и хранении (15 %), в целом по РФ эта доля составляет 7,5 %. Численность занятых по основным видам экономической деятельности в процентах представлена на рис. 4 [5].

В северных районах страны предприятия добывающей промышленности обуславливают возникновение новых и развитие существующих городов. Численность градообразующей группы, совершающей основные поездки, выявляется на основании перспектив развития промышленности. В целом, с начала развития промышленных территорий миграция является естественным процессом развития округа.

Высокая плотность населения городов, и низкая плотность населения региона. Расселение населения в ЯНАО характеризуется высокой урбанизацией. Плотность населения городов значительно выше плотности по округу в целом. В среднем в городах она составляет 581 чел./км<sup>2</sup>, а по округу в целом всего лишь 0,7 чел./км<sup>2</sup> [2]. Спрос и предложение рынка труда в городской и сельской местности имеют структурный дисбаланс. В городах много рабочих мест, наблюдается нехватка трудовых ресурсов, которая восполняется за счёт миграции населения в трудоспособном возрасте. В сельских населённых пунктах наблюдается обратная ситуация. Дополнительной особенностью регионального рынка труда является то, что свыше 15 %



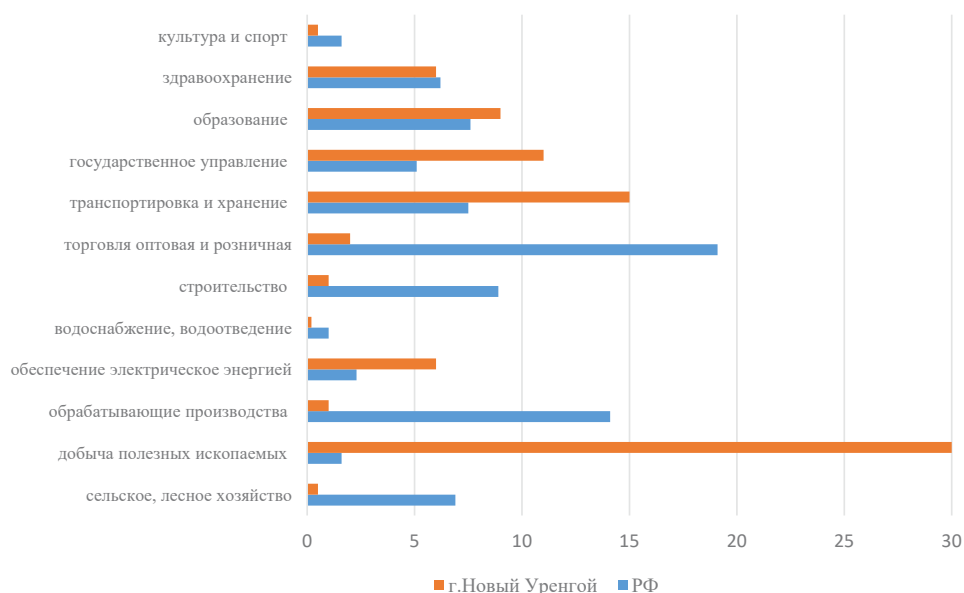


Рис. 4. Численность занятых по основным видам экономической деятельности, в процентах.

[6] занятых в экономике ЯНАО работают вахтовым методом и проживают за пределами Ямала.

Численность населения городов в ЯНАО имеет положительную динамику. В Новом Уренгое за последние пять лет отмечаются положительные показатели естественного и механического прироста населения.

Низкая плотность населения региона в совокупности со значительной территориальной удалённостью небольших населённых пунктов создают особые требования к развитию транспортной инфраструктуры и формируют серьёзные задачи для социально-экономического развития региона.

Выявление подлинных тенденций демографических процессов — вовсе не простая задача, как может показаться. Нужно оценить достоверность статистической информации и выбрать подходящие для каждого случая показатели (или сконструировать их). Различные показатели, в зависимости от их индивидуальных свойств, могут совершенно по-разному характеризовать направление и интенсивность одного и того же процесса.

Для определения перспективной численности населения городов известны несколько методов:

- статистической экстраполяции;
- предельной демографической ёмкости территорий;

- передвижки возрастов;
- трудового баланса.

Метод *статистической экстраполяции* предполагает экстраполяцию роста численности населения на основании численности за ряд прошедших лет; он исходит из постоянно действующего комплекса экономических условий. Поскольку неизменность экономических условий — явление редкое, указанный метод не нашёл широкого применения [7; 8].

Метод *предельной демографической ёмкости* территорий предусматривает определение перспективной численности населения, исходя из возможностей расселения в условиях стабильности городской черты. Количество населения, рассчитанное с учётом планировочных особенностей города, согласовывается с количеством занятых на действующих и размещаемых в городе объектах. Такой метод пригоден для городов со строго ограниченными территориальными ресурсами. Чаще всего препятствиями для дальнейшего роста этих городов являются преграды (горы, водоёмы и т.д.) [7; 8].

Метод *передвижки возрастов* основывается на данных переписи населения. Перспективная численность определяется путём прогнозирования перехода населения из одной возрастной группы в другую с учётом коэффициента дожития и повоз-



**Пример численности населения по транспортным районам по основным показателям  
[данные ООО «НИПИ ТРТИ»]**

Транспортный район	Численность населения, чел.	Занятые, чел.	Места труда, ед.	Места учёбы, ед.	Численность студентов, чел.
1	0	0	1365	0	0
2	0	0	0	0	0
3	569	353	158	0	23
4	0	0	2290	0	0
5	3895	2415	840	0	156
6	540	335	203	0	22
7	50	31	551	0	2
8	0	0	763	0	0
9	0	0	1389	0	0
10	394	244	818	0	16

растных факторов фертильности. Этот метод целесообразен для сложившихся городов [7; 8].

*Метод трудового баланса* пригоден для большей части градостроительных условий. Сущность этого метода заключается в определении соотношения между различными группами населения: градообразующей, обслуживающей и несамодеятельной. Всё население делится на эти группы в зависимости от характера трудовой деятельности [7; 8, с. 94–96].

Перспективная численность населения, согласно данному методу, устанавливается в зависимости от планируемых масштабов развития города и величины трудовых ресурсов. Расчёт производится по формуле:  $H = A \cdot 100 / (T - B - a - b - n + m)$ , где  $H$  – перспективная численность населения города, чел.;

$A$  – абсолютная численность градообразующей группы, чел.;

$T$  – доля населения в трудоспособном возрасте, %;

$B$  – доля обслуживающей группы населения, %;

$a$  – численность занятых в домашнем хозяйстве в трудоспособном возрасте, %;

$b$  – численность учащихся в трудоспособном возрасте, %;

$n$  – численность неработающих инвалидов, %;

$m$  – численность работающих пенсионеров, %.

В результате проделанной работы были рассмотрены основные демографические показатели города Новый Уренгой, на основе динамики которых для прогноза

численности населения города был выбран метод трудового баланса.

Потребность в трудовых ресурсах вычисляется, исходя из планируемых темпов роста ВРП по годам и темпов прироста производительности труда, определяемого как показатель ВРП на одного работающего. Для определения потребности в трудовых ресурсах индексируемая величина ВРП по годам делится на индексируемый показатель производительности труда. Из полученного показателя среднегодовой потребности в трудовых ресурсах вычитается прогнозная численность занятого населения с учётом естественного прироста, и таким образом рассчитывается показатель потребности в трудовых ресурсах. Для определения общей численности миграционного прироста показатель потребности в трудовых ресурсах увеличивается на коэффициент соотношения занятого и незанятого населения. Количество детей в миграционном приросте определяется в структуре естественного прироста населения. Основные положения расчёта приводятся в источниках, включённых в список литературы [9–20].

Проанализировав все методы для прогноза численности населения, можно сделать вывод, что для северных городов и для г. Новый Уренгой, в частности, необходимо использовать именно этот метод, поскольку в составе города в высокоурбанизированном регионе преобладают трудоспособное население и градообразующая группа.

Структура населения формирует спрос на передвижение. Знание спроса



на передвижения — основа для транспортного планирования. Прогнозные результаты численности населения используются как исходные данные при транспортном моделировании г. Новый Уренгой для определения развития транспортной системы города, составляются таблицы численности населения по транспортным районам по основным показателям (табл. 2).

Сформированные базы данных с прогнозной информацией о численности проживающего населения, в том числе занятых, численности проживающих студентов, количестве мест приложения труда и учёбы используются при разработке транспортной модели и прогнозировании транспортных потоков на перспективу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы были рассмотрены основные демографические методы прогноза населения. С учётом региональной специфики обоснован выбор метода прогноза численности населения при транспортном моделировании на примере города Новый Уренгой. Воспроизводство населения, демографические процессы, характер и тенденции изменения демографической ситуации оказывают воздействие на все прочие сферы общественной жизни, в значительной мере определяя течение экономических, транспортных, социальных и других процессов. Использование метода трудового баланса при экономических изысканиях северных городов РФ позволит более точно использовать потенциал территории. При дальнейших транспортно-экономических изысканиях для проектов развития северных городов РФ рекомендуется применять именно метод трудового баланса для расчёта численности населения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ВСН 42-87. Инструкция по проведению экономических изысканий для проектирования автомобильных дорог. 1987 г. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200006881>. Доступ 27.08.2020.
2. Статистический ежегодник: Стат. сборник «Ямало-Ненецкий автономный округ в 2-х частях». Ч. II (2017 г., 2018 г.) / Управление Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу — Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу. — Тюмень, 2019. — 260 с.
3. Оценка численности постоянного населения на 1 января 2020 года и в среднем за 2019 год. [Электронный ресурс]: <https://rosstat.gov.ru>. Доступ 27.08.2020.
4. Сборник «Демографические показатели». Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу — Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу. [Электронный ресурс]: [https://tumstat.gks.ru/ofstat\\_ynaо](https://tumstat.gks.ru/ofstat_ynaо). Доступ 27.08.2020.
5. Статистический сборник «Торговля в России в 2019 году». — М.: Росстат, 2019. [Электронный ресурс]: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Torgov\\_2019.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Torgov_2019.pdf). Доступ 27.08.2020.
6. Постановление Губернатора Ямало-Ненецкого автономного округа от 25 августа 2016 г. № 154-ПГ «О внесении изменений в Постановление № 203-ПГ от 25.12.2013 г. «Об утверждении Инвестиционной стратегии Ямало-Ненецкого автономного округа до 2020 года». [Электронный ресурс]: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/8900201609010017>. Доступ 27.08.2020.
7. Саградов А. А. Введение в демографию. — М.: Инфра-М, 2011. — 629 с.
8. Статистический анализ в демографии: Сборник статей / Под ред. А. Г. Волкова. — М.: Статистика, 1980. — 165 с.
9. Зайцев Л. К. Экономика городского строительства. — М.: Стройиздат, 1981. — С. 94–96.
10. Архангельский В. Н. Воспроизводство населения России. — М.: Гардарики, 1998. — 115 с.
11. Урланис Б. Ц. Народонаселение: исследования, публицистика. — М.: Лион, 1996. — 359 с.
12. Эченике В. Х. США: Демография и бизнес. Научно-аналитический обзор. — М.: Инфра-М, 1999. — 46 с.
13. Urban Sustainability in the Arctic: Measuring Progress in Circumpolar Cities. Ed. by R. W. Orttung. Berghahn Books, 2020, 310 p., 19 illus., bibliog., index.
14. Heleniak, T., Turunen, E., Wang, S. Demographic Changes in the Arctic. The Palgrave Handbook of Arctic Policy and Politics, 2020, pp. 41–59.
15. Heleniak, T. Boom and Bust: Population Change in Russia's Arctic Cities. In *Sustaining Russia's Arctic Cities: Resource Politics, Migration, and Climate Change*. Ed. by R. W. Orttung. Berghahn Books, 2017, Chapter 4, pp. 67–87. 274 pages, 30 illus., bibliog., index.
16. T1 Travel Demand Modelling. *Australian Transport Assessment and Planning Guidelines*, 2016, pp. 15–21. [Электронный ресурс]: [https://www.atap.gov.au/sites/default/files/T1\\_Travel\\_Demand\\_Modelling.pdf](https://www.atap.gov.au/sites/default/files/T1_Travel_Demand_Modelling.pdf). Доступ 27.08.2020.
17. Tsekeris, Th., Tsekeris, C. Demand Forecasting in Transport: Overview and Modeling Advances. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 2011, Vol. 24, No. 1, pp. 82–94. DOI: 10.1080/1331677X.2011.11517446.
18. Heleniak, T. Migration and population change in the Russian Far North during the 1990s. In *Migration in the circumpolar North: new concepts and patterns*. Ed. by C. Southcott, L. Huskey, Edmonton, AB, Canadian Circumpolar Institute Press, University of Alberta, 2010, pp. 57–91.
19. Heleniak, T. Growth Poles and Ghost Towns in the Russian Far North. In *Russia and the North*. Ed. by E. W. Rowe. Ottawa, University of Ottawa Press, 2009, 218 p., pp. 129–163.
20. Ortuzar, J., De, D., Willumsen, L. G. Modelling Transport. 3<sup>rd</sup> ed. Wiley, New York, 2009. ●