

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ПО ТЕРРИТОРИЯМ ГОРОДА

Алексеев Айтал Иванович

студент, Северо-Восточный федеральный университет, РФ, г. Якутск

Федоров Ньургун Владимирович

студент, Северо-Восточный федеральный университет, РФ, г. Якутск

Шамаев Эллэй Иванович

научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент, Северо-Восточный федеральный университет, РФ, г. Якутск

Введение. Прогнозирование возрастной структуры населения необходимо государственным органам власти для планирования детских образовательных учреждений и общеобразовательных школ и интересно бизнесу для оценки долгосрочных проектов связанных с шаговой доступностью. Задача прогнозирования динамики возрастной структуры населения является вариацией задачи прогнозирования миграции населения [1]. Важнейшие факторы, влияющие на динамику миграции и возрастной демографии, также схожи: наличие точек притяжения молодых семей, доходы молодых семей, государственные мероприятия по стимулированию рождаемости, динамика стоимости жилья и много др.

Исходные данные. Возрастная структура населения по территориям города частично известна операторам сотовой связи. Данные ограничены только взрослым населением и фрагментированы по операторам сотовой связи. Данные о возрастной структуре в системе регистрационного учета МВД искажены родителями, желающими отдать ребенка в престижные школы: массовая регистрация родителей на территории гимназических школ. Авторам не известны исследования об аппроксимации возрастной структуры населения в городе по территориям из государственных баз данных: системы регистрационного учета граждан, образовательных учреждений, кадастрового учета недвижимости, государственной системы записей актов гражданского состояния. Полные данные о возрастной структуре, видимо, могут быть получены только из записей видеонаблюдения в жилых районах города [2]. Несмотря на важность данных о возрастной структуре и миграции населения, автоматизированные информационные системы мониторинга являются потенциальной угрозой свободе граждан и должны проектироваться без возможности идентификации граждан злоумышленниками.

Репрезентативная выборка по типам квартир. Далее будем считать, что средняя демографическая половозрастная характеристика квартиры в городе зависит только от типа квартиры. Пример разбиения квартир на типы приведен в Таблице 1.

Таблица 1.

Пример разбиения квартир на типы

Характеристика квартиры	Пример разбиения	К и
количество комнат	1 / 2 / 3 / 4 и выше	
средняя площадь комнаты	10-20 / 21-25 / 26-30 / 31 и выше м ²	

расстояние до делового центра города	не более 20 мин / более 20 мин и не более 40 мин / более 40 мин	
период постройки	до 1969 / 1970-е / 1980-1999/ 2000-2015 / 2016-2018 / 2019	
популярность территориальной школы	средняя школа, гимназическая	

Разбиение по средним площадям квартир может быть проведено по четырем квартилям или исходя из особенностей статистики типовой застройки города. В рамках такого допущения статистика половозрастного распределения может быть аппроксимирована из статистики по выборке подъездов территории, поскольку в одном подъезде квартиры не могут сильно варьироваться по количеству комнат и средней площади квартир. Выборка подъездов может составлять 1-5% от общего количества подъездов на территории в зависимости от требований к надежности модели.

Прогнозирование возрастной структуры города по территориям. Для прогноза возрастной структуры на один год достаточно оценить возрастную структуру жителей квартир в новостройках 32 типов (количество комнат, средняя площадь комнаты, удаленность, популярность территориальной школы) на будущие годы по данным предыдущих лет. Такая аппроксимация может быть выполнена подходящей методикой продолжения временного ряда по каждому типу квартир. Данные прогнозов иногородней миграции учитываются в данных возрастной пирамиды пропорционально по всем 576 типам квартир. Количество новорожденных уточняется результатами прогнозирования рождаемости методом Лесли.

Прогнозирование рождаемости методом Лесли. Прогнозирование рождаемости передвижкой по возрастам выполняется при допущении о стабильности коэффициента рождаемости в каждой возрастной группе. Будем считать, что мы рассматриваем n различных возрастных групп. Из допущения о стабильности следует, что количество новорожденных x_0 можно оценить с помощью модели линейной регрессии

$$x_0 \approx b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n,$$

где x_k — количество женщин возрастной группы $k > 0$, b_k — среднее количество новорожденных у женщин возрастной группы $k > 0$. Дальнейшее уточнение доли женщин, переходящих из возрастной группы k в группу $k + 1$ приводит к матричной модели Лесли [3] прогнозирования рождаемости. Коэффициенты матрицы Лесли меняются с годами. Прогнозирование матрицы на ближайшие десятилетия выполняется с учетом государственной политики стимулирования рождаемости и поддержки молодых семей, отложенной рождаемости, экономической ситуации [3]. Матрицу Лесли мы считаем известным из экспертных оценок по стране или региону.

Заключение. В работе предложена следующая схема прогнозирования возрастной структуры населения по территориям города:

1. Репрезентативная выборка по типам квартир сокращает расходы на сбор исходных данных половозрастной структуры горожан по территориям города (кварталы, микрорайоны или др. территориальные единицы).
2. Половозрастная структура жителей по типам квартир прогнозируется методами продолжения временных рядов с учетом прибывающей миграции.
3. Статистика по новорожденным строится методом Лесли.

Область применимости предложенной модели задана ограничениями, упомянутыми выше, суть которых сводится к неизменности законодательных ограничений и экономических условий. Также модель не может учитывать отложенный спрос и финансовую логику горожан. Вклад первых двух авторов был отмечен Агентством стратегических инициатив сертификатом победителя data-хакатона от 2-3 июля 2019 года в г. Якутске.

Список литературы:

1. Simini F., González M.C. Maritan A., Barabási A.L. A universal model for mobility and migration patterns //Nature. – 2012. – Т. 484. – №. 7392. – С. 96-100.
2. Xu C., Makihara Y., Yagi Y., Lu J. Gait-based age progression/regression: a baseline and performance evaluation by age group classification and cross-age gait identification //Machine Vision and Appl. – 2019. – Т. 30. – №. 4. – С. 629-644.
3. Лукина А. А. Прогноз демографической ситуации в РФ с применением переменной матрицы Лесли //Процессы управления и устойчивость. – 2014. – Т. 1. – №. 1. – С. 482-487.
4. Golenvaux N., Alvarez P.G., Kiossou H.S., Schaus P. An LSTM approach to Predict Migration based on Google Trends //arXiv preprint arXiv:2005.09902. – 2020.