

УДК 004.42

МОДЕЛЬ ПОДБОРА ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТА ЖИТЕЛЬСТВА ПО ЗАДАНЫМ КРИТЕРИЯМ

Огар Т.П., Панфилов А.Э., Степанченко И.В., Тананушко С.В., Харитонов И.М.

*Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного
технического университета, Камышин, e-mail: ogar@kti.ru, pansanja@yandex.ru,
stilvi@mail.ru, stas.vs@mail.ru, wisdom_monk@mail.ru*

При планировании переезда возникает проблема поиска оптимального места для миграции. Применение информационных технологий позволяет повысить эффективность решения данной проблемы. В статье предлагается модель подбора оптимального места жительства, удовлетворяющего заданным критериям с разными числовыми характеристиками. Реализация модели производится в виде разработанного программного обеспечения, которое с помощью интеллектуальных алгоритмов подбора данных позволяет упростить процесс поиска населенного пункта, в большей степени удовлетворяющего запросам пользователя. Описываются 10 критериев отбора желаемого места жительства и процесс их выбора в соответствии со степенью важности для пользователя. Предлагается алгоритм подбора городов по степени соответствия запросам пользователя, приводятся формулы расчета итоговых оценок, служащих числовой характеристикой оптимальности места жительства для конкретного пользователя. Приводится пример подбора желаемого места жительства в соответствии с выбранными пользователем критериями, выводится список городов, имеющих максимальную итоговую оценку соответствия запросу пользователя. Разработанное программное обеспечение помимо поиска оптимального места миграции, с помощью методов парсинга сайтов позволяет узнать необходимую информацию о выбранном населенном пункте, список вакансий на местном рынке труда и список доступной недвижимости. Делается вывод об удобстве использования предлагаемого продукта для упрощения процесса поиска оптимального варианта для миграции человека.

Ключевые слова: миграция, модель подбора, оптимальное место жительства, значимые критерии, статистические данные, парсинг сайтов

THE MODEL OF OPTIMAL RESIDENCE CHOICE BY GIVEN CRITERIA

Ogar T.P., Panfilov A.E., Stepanchenko I.V., Tananushko S.V., Kharitonov I.M.

*Kamyshin technological institute (branch of the State Volgograd technical University), Kamyshin,
e-mail: ogar@kti.ru, pansanja@yandex.ru, stilvi@mail.ru, stas.vs@mail.ru, wisdom_monk@mail.ru*

The problem of finding the optimal place for migration arises when planning a move. The use of information technologies can improve the effectiveness of solving this problem. There is a model for selecting the optimal place of residence that meets the specified criteria with different numerical characteristics offered in the article. The model is implemented in the form of developed software that, using intelligent data selection algorithms, which simplifies the process of searching cities, which better meets the user's needs. In this article 10 criteria of selection of a place to live in and the process of their selection, according to the degree of importance for users, are described. According to user's requests, an algorithm for selecting cities is proposed, and formulas for calculating final estimates, that serve as a numerical characteristic of the optimality of the place of residence for a particular user, are given. An example of selecting the desired place of residence in accordance with the criteria selected by the user is given and a list of cities with the maximum final rating of compliance with the user's request is displayed. The developed software, in addition to searching for the optimal migration location, uses site parsing methods to find out the necessary information about the selected locality, a list of vacancies on the local labour market, and a list of available real estate. The conclusion is made about the convenience of using the proposed product to simplify the process of searching for the optimal option for human migration.

Keywords: migration, choice model, optimal residence, relevant criteria, statistics, site parsing

В XXI в. значительно увеличилось количество переездов людей в другие города, а также в другие страны. Глобализация сильно повлияла на общую картину мира. Постепенно процесс переезда становился всё доступнее и проще, следовательно, и сознание людей постепенно стало принимать новые правила за норму. Тенденция миграции на новое место жительства с каждым годом увеличивает свои масштабы [1], так, например, в 2000 г. количество мигрантов по данным ООН насчитывало 173 млн чел., а к 2020 г. это значение достигло уже 272 млн, рис. 1.

В докладе ООН отмечалось положительное влияние миграции на экономические, социальные и демографические проблемы общества, а в принятой резолюции одной из задач ставится содействие безопасной, законной и ответственной миграции. Таким образом, вопрос об улучшении миграционных процессов с каждым годом становится все более актуальным [2].

Задачи исследования

С развитием технологий почти все процессы в жизни человека улучшаются и становятся только удобнее. Применение

информационных технологий в процессе управления миграцией людей делает его проще и удобнее [3]. При планировании переезда в другой город у людей может возникнуть проблема поиска подходящего места для миграции. Для выбора оптимального места жительства, которое удовлетворяет всем потребностям человека, необходимо проанализировать множество информации из разных источников, на поиск которой уходит много времени [4]. В связи с этим актуальна разработка интеллектуального программного обеспечения, позволяющего найти оптимальный вариант для переезда в короткие сроки.

Целью работы является упрощение процесса поиска оптимального варианта для миграции человека. Для достижения цели авторами разработана модель интеллектуального подбора желаемого места миграции человека в соответствии с заданными критериями. Реализация модели производится в виде разработанного программного обеспечения, которое, с помощью интеллектуальных алгоритмов подбора данных, позволяет упростить процесс поиска населённого пункта, в большей степени удовлетворяющего запросам пользователя. Поиск похожих готовых программных решений в сети Интернет показал, что в настоящее время практически не существует аналогов разрабатываемого про-

граммного продукта, а те, что есть, сложно назвать интеллектуальными, они представляют собой всего лишь опросники мнений различных людей, что ещё раз подтверждает актуальность представленной работы.

Критерии отбора

Реализация модели производится с помощью одностраничного мобильного веб-приложения, в котором пользователю предлагается выбрать различные вариации для множества критериев поиска. Авторами предлагаются следующие критерии отбора желаемого места жительства:

1. Общая численность населения в городе – один из наиболее важных критериев для многих людей. В процессе поиска будущего места жительства большинство людей сразу определяют для себя, в каком городе они хотели бы жить – в большом, среднем или маленьком. Количество жителей – это информация, которая доступна для получения из многих источников благодаря переписи населения. В силу ее изменчивости возникает необходимость периодического обновления данной информации для получения актуальных сведений при расчете критерия. Значение критерия, выбираемого пользователем, является числовым значением, которое участвует в формировании коэффициента соответствия для данного параметра.

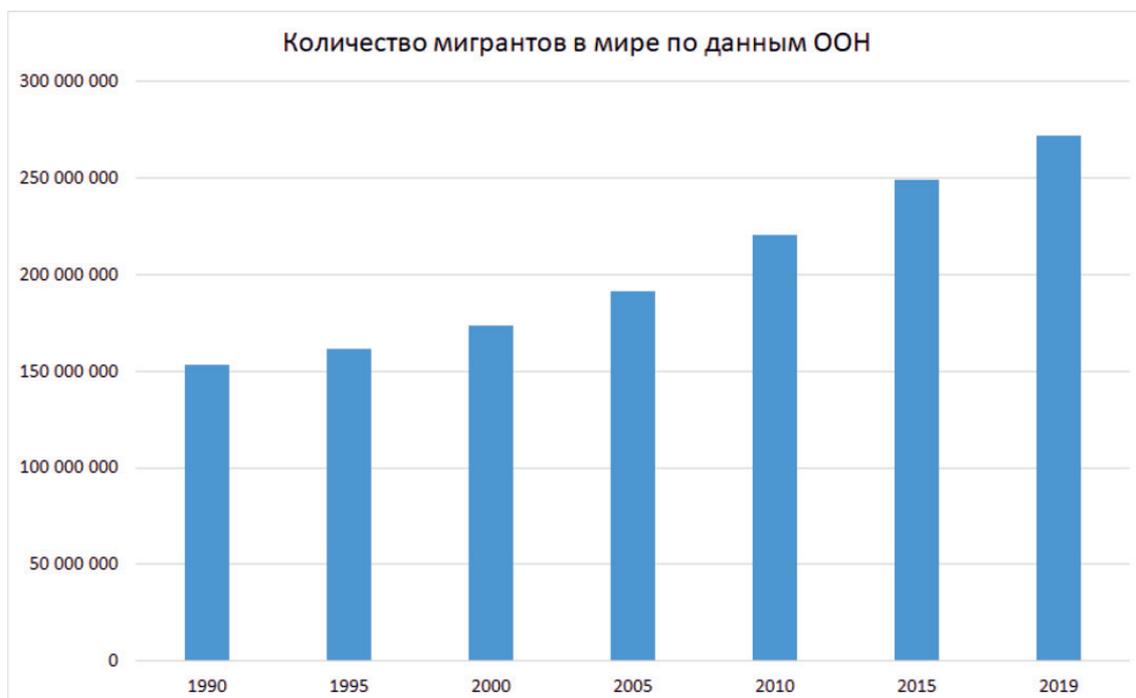


Рис. 1. Статистика количества мигрантов в мире

2. Площадь города или населённого пункта – критерий, который наряду с численностью жителей позволяет более точно оценить размер и развитость города. Это редко изменяемый параметр, который в открытом виде доступен во многих источниках информации и также является числовым значением, как и предыдущий параметр.

3. Средняя заработная плата – пожалуй, один из самых важных критериев для большинства людей. Для этого критерия статистической характеристикой выбрана мода, а не среднее значение, так как она является более приближенной к реальным значениям данного показателя. Пользователю предлагается выбрать число в диапазоне от 15 до 100 тыс., и по этому значению формируется оценка критерия для каждого города.

4. Языки общения – критерий, необходимый для работы международной версии предлагаемого программного обеспечения. Данный критерий предлагается использовать после запуска приложения в других странах.

5. Состояние экологии – критерий, включающий в себя множество статистических данных из различных источников по каждому из регионов. К этим источникам относятся: затраты на охрану окружающей среды, количество промышленных предприятий, инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов и т.д. Для упрощения использования модели пользователями на начальных этапах было решено использовать пятибалльную систему оценки для каждого города. В более поздних версиях программного продукта предлагается использовать многокомпонентный критерий, учитывающий удельные веса каждого экологического аспекта деятельности города.

6. Климат – один из наиболее сложных критериев модели для расчета. Для получения полной и достаточной информации для каждого пользователя необходимо просчитать множество параметров внутри критерия. Сложность расчета заключается в неоднородности запросов пользователей по данному показателю, так, например, одному пользователю может понадобиться информация о минимальной температуре за год, другому влажность воздуха или количество осадков и т.д. На начальных этапах использования модели применяется показатель расчета среднегодовой температуры в населённом пункте. В более поздних версиях программного продукта предлагается использовать многокомпонентный критерий, учитывающий степень важности

каждого внутреннего климатического показателя для пользователя, в соответствии с которым и рассчитывается окончательное значение указанного критерия.

7. Уровень образования – критерий, показывающий результирующую оценку многих факторов, влияющих на оценку уровня образования в городе. Используются такие показатели, как обеспеченность образовательными услугами населения, научная результативность, доступность дошкольного образования и многие другие. Для упрощения использования модели пользователями на начальных этапах было решено использовать пятибалльную систему оценки для каждого города. В более поздних версиях программного продукта предлагается использовать многокомпонентный критерий, учитывающий удельные веса каждого аспекта образовательной деятельности города.

8. Уровень медицины – показатель развитости города в сфере здравоохранения. К данному критерию относятся: средняя численность медицинского персонала по отдельным специальностям, заболеваемость населения по основным классам болезней, обслуживание населения скорой медицинской помощью, государственное финансирование здравоохранения и т.д. Для упрощения использования модели пользователями на начальных этапах было решено использовать пятибалльную систему оценки для каждого города. В более поздних версиях программного продукта предлагается использовать многокомпонентный критерий, учитывающий удельные веса каждого аспекта уровня развитости медицины в городе.

9. Развитость транспортной инфраструктуры – критерий оценки качества предоставляемых услуг в сфере транспорта. Данный критерий включает: уровень изношенности покрытия автомобильных дорог, наличие сети железных дорог и аэропортов, цена проездного билета на общественный транспорт и т.п. Для упрощения использования модели пользователями на начальных этапах было решено использовать пятибалльную систему оценки для каждого города. В более поздних версиях программного продукта предлагается использовать многокомпонентный критерий, учитывающий удельные веса каждого аспекта уровня развитости транспортной инфраструктуры в городе.

10. Степень безопасности – критерий, показывающий защищённость населения от различных угроз. В первую очередь зависит от уровня преступности в населённом пункте. Данный критерий рассчитывается с помощью социологических опросов

населения и приводится к пятибалльному показателю, где 1 – показатель высокой преступности, а 5 – максимальной уровень безопасности в рассматриваемом городе. На окончательное значение критерия также влияет среднее количество совершаемых в городе преступлений на единицу численности жителей [5].

По мере использования разработанной модели планируется расширить как список критериев подбора необходимого места миграции, так и их внутренние компоненты, позволяющие более точно рассчитывать каждый критерий [6].

В процессе работы с программным продуктом пользователь отбирает интересующие его пункты из всего списка критериев. Далее каждому критерию назначается приоритет с помощью сортировки пунктов по важности для пользователя. Когда выборка необходимых критериев завершена, задаются их значения, которые у каждого пункта будут рассчитаны индивидуально. Для каждого критерия имеется окно выбора важности этого критерия для пользователя. Предлагается выбрать один из двух вариантов – «важно» или «неважно», рис. 2.



Рис. 2. Определение важности критерия для выборки

Если пользователь определил критерий как значимый для него параметр, то для него появляются новые поля ввода для сбора подробной информации (рис. 3).



Рис. 3. Определение точного значения важного критерия

После заполнения всех интересующих полей критериев, пользователю необходимо разместить критерии в порядке важности, благодаря чему рассчитывается коэффициент важности для отдельного параметра.

Описание работы алгоритма

Алгоритм подбора городов в соответствии с выбранными критериями производится по приведенным ниже формулам (1)–(4). Для определения степени соответствия города запросам пользователя производится

расчёт итоговой оценки. Данная оценка рассчитывается по следующей формуле:

$$R_k = \sum_{i=1}^C (1 + w_{ik}) * v_i, \quad (1)$$

где R_k – итоговая оценка k -го города по заданным критериям, $k = 0 \dots T$;

w_{ik} – коэффициент совпадения k -го города с выбранным параметром пользователя для i -го критерия, $i = 0 \dots C$, $k = 0 \dots T$;

v_i – коэффициент важности i -го критерия для пользователя, $i = 0 \dots C$;

T – общее число городов, по которым проводится подбор;

C – общее количество критериев.

Коэффициент важности выбранного критерия для пользователя рассчитывается по следующей формуле:

$$v_i = \frac{C - i}{C}, \quad (2)$$

где i – порядковый номер критерия, $i = 0 \dots C$.

Коэффициент совпадения города с выбранным параметром пользователя для определённого критерия рассчитывается по следующей формуле:

$$w_{ik} = \frac{|z_{ik} - \bar{z}_i|}{D_i}, \quad (3)$$

где \bar{z}_i – среднее значение всех z по городам;

D_i – дисперсия всех z по городам;

z_{ik} – промежуточный коэффициент i -го критерия для k -го города, вычисляемый по формуле

$$z_{ik} = \frac{N_i - |x_i - y_{ik}|}{N_i}, \quad (4)$$

где x_i – выбранное пользователем числовое значение i -го критерия (например, заработная плата (ЗП) – 30 тыс.), $i = 0 \dots C$;

y_{ik} – статистическое значение i -го критерия у k -го города (например ЗП – 35 тыс.), $i = 0 \dots C$, $k = 0 \dots T$;

N_i – максимальное значение i -го критерия среди всех городов (например, максимально возможное среднее ЗП – 100 тыс.).

После выполнения данного алгоритма каждому городу в базе данных выставляется итоговая оценка соответствия текущему запросу пользователя. Все города выводятся в отсортированном виде, начиная с максимального значения соответствия итоговому коэффициенту.

Таким образом, пользователю предлагается список населённых пунктов, максимально соответствующих его запросу, не просто за счёт отсеивания несоответствующих значений по критериям, но и с помощью интеллектуального поиска подходящих городов.

Таблица 1

Пример выбора пользователем значимых критериев

Значимые критерии	Значение пользователя
Население (тыс. чел.)	200
Заработная плата (тыс. руб.)	30
Площадь (тыс. км)	100
Климат (°С)	5
Транспорт (баллы)	4

Таблица 2

Результат подбора городов по заданным критериям

Название города	Оценка по заданным критериям	Население (тыс. чел.)	Заработная плата (тыс. руб.)	Площадь (тыс. км)	Климат (°С)	Транспорт (баллы)
Стерлитамак	11,70	276	31,3	108	4,0	3,7
Псков	11,54	210	30,4	112	5,9	4,5
Йошкар-Ола	11,30	275	30,1	101	3,7	3,4
Волжский	11,27	320	27,9	200	6,9	3,9
Балаково	10,99	188	31,1	97	6,9	3,4

Пример использования модели

Далее приводится пример подбора желаемого места жительства в соответствии с выбранными пользователем критериями (табл. 1).

Как видно из табл. 1, пользователь определил для себя 5 важных критериев: общая численность населения в городе, площадь города, средняя заработная плата, климат, развитость транспортной инфраструктуры. Остальные 5 невыбранных критериев для него не важны, следовательно, при расчете они получают минимальное значение коэффициента важности соответствующего критерия. После подстановки значений для выбранных критериев и расчета оптимального места жительства в соответствии с предложенным алгоритмом, список городов, получивших максимальную итоговую оценку (показаны лучшие 5 вариантов), выглядит следующим образом (табл. 2).

Заключение

Разработанная модель интеллектуального подбора желаемого места миграции человека в соответствии с заданными критериями позволяет существенно упростить процесс планирования переезда на новое место жительства. Автоматизация процессов поиска информации позволяет без осо-

бых усилий со стороны пользователя решить проблему выбора нового места жительства с оптимальными для него условиями.

Список литературы

1. Уразаева Л.Ю., Галимов И.А. Математическое исследование некоторых аспектов миграции населения // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2014. № 3. С. 77–85.
2. Хавинсон М.Ю., Колобов А.Н. Моделирование динамики численности занятого населения в отраслях экономики: агент-ориентированный подход // Компьютерные исследования и моделирование. 2018. Т. 10. № 6. С. 919–937.
3. Krushel E., Stepanchenko I., Panfilov A., Kharitonov I., Berisheva E. Forecasting Model of Small City Depopulation Processes and Possibilities of Their Prevention. Knowledge-Based Software Engineering: Proceedings of 11th Joint Conference, JCKBSE 2014 (Volgograd, Russia, September 17-20, 2014): ed. by A. Kravets, M. Scherbakov, M. Kultsova, Tadashi Iijima: Series: Communications in Computer and Information Science; Vol. 466. Volgograd State Technical University [etc.]. Springer International Publishing, 2014. P. 446–456.
4. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. Моделирование демографических процессов с использованием агент-ориентированного подхода // Федерализм. 2014. № 4 (76). С. 37–46.
5. Шабашев В.А., Шорохов С.И., Верховина М.Ф., Челомбитко А.Н. Экономические, социальные и демографические факторы миграционной привлекательности российских регионов // Региональная экономика: теория и практика. 2017. Т. 15. № 2 (437). С. 391–404.
6. Ларина Т.Н., Кибатаева А.Н. Статистический анализ факторов улучшения жилищных условий населения городской и сельской местности Оренбургской области // Статистика и экономика. 2018. Т. 15. № 3. С. 40–49.