

Разработка геоинформационной системы мониторинга муниципальных образований с использованием параметрического, структурного подходов (на примере Республики Башкортостан)

О. И. Христовуло, М. И. Ахметзянова

Федерального государственного бюджетного научного учреждения (ИСЭИ УФИЦ РАН); (email: ms.milyash1997@mail.ru)

Аннотация – На сегодняшний день одной из важнейших задач государства в рамках обеспечения устойчивого социально-экономического и демографического развития страны является регулирование миграционных процессов. В Республике Башкортостан в последние годы наблюдается увеличение численности населения, участвующей как во внутрирегиональной, так и во внерегиональной миграции, что указывает на необходимость управления миграционными потоками для эффективного развития территорий данного субъекта. В связи с этим, данная статья посвящена разработке ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан, направленной на повышение эффективности принятия решений при формировании миграционной политики региона на основе системного сочетания параметрического и структурного подходов. В ходе исследования проведен анализ существующих подходов, применяемых в данной предметной области, разработана методика определения коэффициента привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан, разработаны функциональная и информационная модели осуществления мониторинга привлекательности муниципальных образований, построена логическая структурная модель ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан.

Ключевые слова – геоинформационная система, мониторинг привлекательности муниципальных образований, коэффициент привлекательности территорий.

1. ВВЕДЕНИЕ

Человеческая миграция, как на краткосрочный, так и долгосрочный период, все чаще признается в качестве важной движущей силы многих процессов, влияющих на демографию, экономику и региональное развитие.

Статья получена 17 июня 2021.

О. И. Христовуло – Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ); (email: o-hristodulo@mail.ru)

М. И. Ахметзянова – Институт социально-экономических исследований – обособленное структурное подразделение

Стратегии городского и регионального развития направлены на удовлетворение растущего спроса на инфраструктуру и услуги с целью привлечения людей в малонаселенные регионы. Так, согласно постановлению Правительства РБ «О стратегии социально-экономического развития Республики Башкортостан (РБ) на период до 2030 года» повышение миграционной привлекательности, а также создание условий для повышения качества жизни населения входят в число стратегических задач региона.

В последние годы в Республике Башкортостан наблюдается стабильный миграционный отток населения: число выбывших стремительно растет, число прибывших в регион значительно снижается, что подтверждается статистическими данными, представленными на рисунке 1.

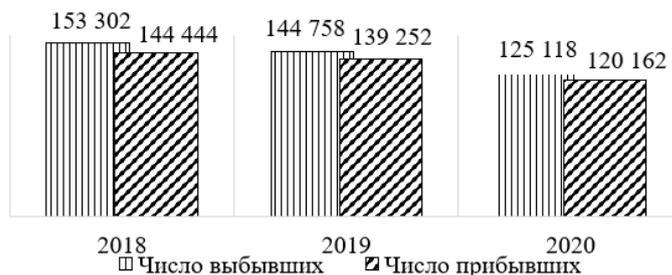


Рис.1. Динамика изменения числа выбывших и прибывших в Республике Башкортостан за 2018-2020 гг.

Согласно исследованиям рейтингового агентства «РИА-Рейтинг», Республика Башкортостан в 2020 г. заняла 29 место по уровню качества жизни для населения и 36 место по демографическим показателям, оцененным за три года. Увеличение миграционного оттока населения может привести еще к большему снижению привлекательности региона. Основными причинами такой ситуации могут быть следующие факторы:

1. Экономический фактор. Высокий уровень безработицы. Влияние феномена безработицы на масштабы и характер миграционных процессов многообразно. Уровень и структура безработицы, емкость регионального рынка труда оказывает воздействие прежде всего на потоки постоянной миграции, приводящей к смене места жительства и территориальным сдвигам в размещении трудовых ресурсов. Кроме того, территориальные диспропорции в спросе на рабочую силу стимулируют временную

внешнюю и внутреннюю трудовую миграцию. Данные виды миграции оказывают косвенное воздействие на сдвиги в размещении населения.

2. Социальный фактор. Низкий уровень социальной инфраструктуры. Наличие инфраструктурных объектов, степень их развития, эффективность их функционирования определяют базовые условия становления личности. Разные стартовые социально-экономические условия жизнедеятельности населения городских и сельских территорий вызывают различия в системе формирования трудовых ресурсов. С целью повышения уровня жизни нередко происходит территориальное размещение людей в более привлекательные города и районы.

3. Экологический фактор. Ухудшение экологической обстановки в месте постоянного проживания; необходимость в изменении климата по состоянию здоровья, сопровождение родственников. Ухудшение экологической обстановки является сегодня одной из важных причин миграции населения, причем такая ситуация характерна не только для России, но и для мирового сообщества в целом. В последние годы количество катастроф антропогенного и природного характера значительно возросло, что привело к увеличению числа людей, вынужденных покинуть место своего привычного проживания. Например, по экспертным оценкам, число россиян – экологических мигрантов достигает нескольких сотен тысяч человек (включая радиационно-загрязненные территории).

Мониторинг привлекательности территории позволит не только спрогнозировать уровень привлекательности миграции в регионе, но и оценить эффективность управленческих решений органов государственного и местного управления.

При изучении миграционных процессов и привлекательности территорий используются различные подходы, среди которых широко известными являются:

- гравитационные модели, в соответствии с которыми «демографическая» сила притяжения между регионами обратно пропорциональна расстоянию между ними [1-4];

- регрессионные модели, заключающиеся в нахождении наиболее значимых показателей, влияющих на зависимую переменную [5-10];

- марковские модели, основанные на предположении вероятностных переходов между группами мигрантов [11-14];

- оптимизационные модели, указывающие на задание целевой функции, направленной на описание структуры миграции и необходимых параметров миграционной системы [15-18];

- модели системной динамики, представляющие структуру и поведение системы в виде совокупности взаимодействующих положительных и отрицательных обратных связей и задержек [16-18];

- агент-ориентированные модели, отличительная особенность которых состоит в формировании поведения системы путем воспроизведения индивидуального поведения отдельных ее частей [19-23];

- модели с использованием факторного анализа, заключающегося в оценке влияния изменения каждого параметра на абсолютное или относительное отклонение выходного показателя [24-28].

Однако, для разработки различных механизмов принятия решений в сфере регулировании вопросов, связанных с регулированием миграционных процессов, необходимо учитывать и пространственно-временные особенности рассматриваемого процесса на разных территориальных уровнях (локальный, муниципальный, региональный) [29]. Для этого на сегодняшний день широко применяются геоинформационные системы (ГИС).

Одним из наиболее значимых исследований по миграции населения с применением ГИС является работа Е. Авдеева, Р. Маслиева, А. Панина, И. Соловьева [30], в которой рассматривается система геоинформационного мониторинга миграционных процессов Ставропольского края. Предложенная авторами методика состоит в организации на основе ГИС блоков территориальных уровней, банка данных и временных интервалов, которые позволяют осуществить пространственно-временное моделирование и анализ миграционной ситуации. Кроме того, обосновывается создание программного комплекса, позволяющего путем применения листов статистического учета мигрантов изучить масштабы и социально-демографическую структуру миграционного потока на уровне поселений различных типов.

В статье В. Гайдукова [31] описываются технологические особенности создания ГИС анализа образовательной миграции в России. Автором обосновывается применение данной системы для выявления взаимосвязи между социально-экономическим развитием и образовательной миграцией в регионах России.

Целью исследования является разработка ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан для повышения эффективности принятия решений по управлению миграционной политикой региона на основе системного сочетания параметрического и структурного подходов. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проанализированы существующие подходы, применяемые в данной предметной области;

- разработана методика определения коэффициента привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан;

- разработаны функциональные и информационные модели осуществления мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан;

- разработан алгоритм функционирования ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан;

- реализована ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан.

II. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Одним из факторов, значительно влияющих на динамику распределения миграционных передвижений, является неравномерный уровень социально-экономического развития Республики Башкортостан. Исследование привлекательности территорий – это сложный процесс, требующий обобщения большого количества характеристик и разработки специальных методов их интеграции. В связи с этим, в рамках оценки коэффициента привлекательности МО Республики Башкортостан первоначально необходимо проанализировать множество социально-экономических показателей, характеризующих развитие субъектов с целью последующего определения групп со схожим уровнем развития.

Для оценки взаимовлияния социально-экономического развития на уровень миграции территорий Республики Башкортостан был проведен параметрический анализ социально-экономических, экологических показателей. Одним из видов параметрического анализа, позволяющего определить необходимую совокупность показателей, является компонентный анализ. Обоснование выбора необходимых показателей для разработки методики оценки коэффициента привлекательности МО и построения ГИС миграционных процессов с помощью компонентного анализа описано в статье [32]. Таким образом, в результате применения компонентного анализа для снижения размерности данных был сформирован перечень показателей как: среднесписочная численность работников организаций, среднемесячная заработная плата, объём выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, объём отгруженных товаров собственного производства, объём инвестиций в основной капитал, осуществляемых организациями, находящимися на территории муниципального образования.

На основе вышеперечисленных факторов, полученных в ходе компонентного анализа социально-экономических показателей и уровня миграции получено уравнение для оценки привлекательности территорий:

$$K_i = 0,651 \cdot X_{1i}^p + 0,658 \cdot X_{2i}^p + 0,595 \cdot X_{3i}^p + 0,845 \cdot X_{4i}^p + 0,823 \cdot X_{5i}^p \quad (1)$$

где i – номер муниципального образования РБ;
 K_i – коэффициент привлекательности i -го муниципального образования РБ.

X_{1i}^p – среднесписочная численность работников организаций на 1000 чел. населения (без субъектов малого предпринимательства);

X_{2i}^p – среднемесячная заработная плата работников организаций (без субъектов малого предпринимательства);

X_{3i}^p – объём выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, на 1000 чел. населения;

X_{4i}^p – отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами на 1000 чел. населения (без субъектов малого предпринимательства);

X_{5i}^p – объём инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования (без субъектов малого предпринимательства) на 1000 чел. населения.

Следующий этап предполагает разделение МО на группы, содержащие территории, схожие по уровню социально-экономического развития. Для этого был использован один из широко используемых методов группирования и классификации объектов по набору показателей – кластерный анализ.

В качестве информационного ресурса для проведения анализа использовались показатели, вошедшие в первую компоненту. Для выявления групп территорий со схожим уровнем социально-экономического развития применялся иерархический кластерный анализ на основе наиболее точного метода Варда и расстояния Евклида. Путем сопоставления значения коэффициентов i -го муниципального образования РБ были сформированы интервалы и правила принадлежности к тому или иному кластеру.

Табл. 1. Интервалы принадлежности к кластерам.

1-ый кластер	2-ой кластер	3-ий кластер	4-ый кластер
Кластер _n > 2,075	0,815 < < Кластер _n ≤ 2,075	0,393 < < Кластер _n ≤ 0,815	Кластер _n ≤ 0,393

Предложенная методика определения коэффициента привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан является основным ресурсом для реализации блока районирования в разрабатываемой ГИС. Применение геоинформационного и математического моделирования в качестве информационной поддержки принятия решений в задачах управления миграционными процессами позволит провести районирование территории Республики Башкортостан по коэффициенту привлекательности и оценить обоснованность и целесообразность принятых решений.

III. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИС МОНИТОРИНГА ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Разработка ГИС состоит из нескольких этапов, грамотная реализация которых является обязательным условием получения результата. Самым первым этапом разработки программного обеспечения является процедура проведения всестороннего анализа требований к ГИС.

Таким образом, функциональные требования к ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан можно разделить на:

- визуализацию пространственной информации о муниципальных образованиях (а именно демографических, социально-экономических, миграционных данных);
- предоставление справочной информации о муниципальных образованиях;
- поиск информации о муниципальных образованиях Республики по различным критериям (по названию, году);
- редактирование данных муниципальных образований Республики Башкортостан;
- создание тематических карт по годам в зависимости от изменения коэффициента привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан;
- получение статистической информации о состоянии сферы территориального расселения населения в муниципальных образованиях Республики в виде таблиц и диаграмм;
- масштабирование, управление слоями, легенду и т.п.
- определение прогнозных значений коэффициента привлекательности территорий Республики Башкортостан.

процедур, которые предназначены для построения функциональной модели системы.

Для формирования функциональной модели необходимо определить контекст – абстрактный уровень системы. Для этого были обозначены объекты, которыми система оперирует или которые влияют на ее работу, а именно: целевые программы РФ и РБ; инвестиционные паспорта муниципальных образований РБ; руководство пользователя; нормативно-правовые документы; технологии математико-геоинформационного моделирования; топографическая карта РБ; демографические данные муниципальных образований РБ; миграционные данные муниципальных образований РБ; социально-экономические данные; запросы пользователя; пользователь; специалист отдела государственного управления; программное обеспечение; пространственная и справочная информация; тематические карты; выборка муниципальных образований по заданному запросу; графическая информация о муниципальных образованиях; значения коэффициента привлекательности муниципальных образований РБ;

На рисунке 2 представлена декомпозиция верхнего уровня контекстной диаграммы мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан.

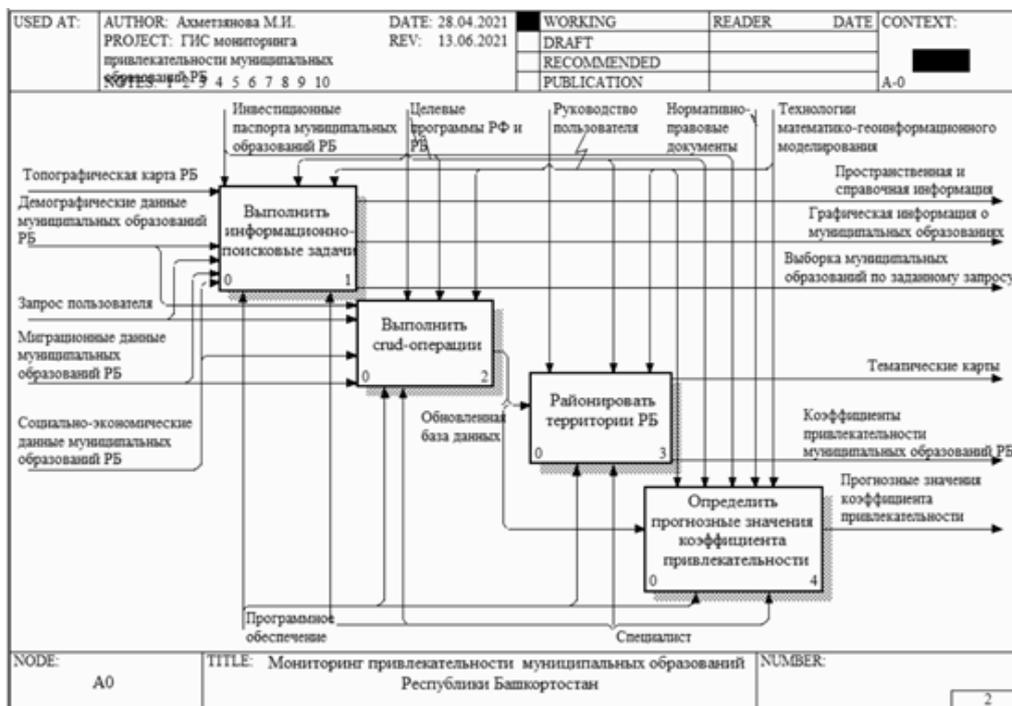


Рис.2. Декомпозиция верхнего уровня контекстной диаграммы мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан

Следующим ключевым этапом разработки ГИС является проектирование. Для реализации данного этапа наиболее широко применяется методология структурного анализа и проектирования SADT, представляющая собой совокупность методов, правил и

Модель SADT представляет собой серию диаграмм, разбивающих сложный объект на составные части, которые представлены в виде блоков.

В результате проектирования было реализовано 4 уровня декомпозиции процесса «Мониторинга привлекательности муниципальных образований». Для первого уровня описаны следующие функции:

– «Выполнить информационно-поисковые задачи» позволяет пользователю получить значения демографических, миграционных, социально-экономических показателей в виде диаграмм, таблиц и графиков.

– «Выполнить crud-операции», где пользователь может редактировать, добавлять и удалять миграционные и социально-экономические данные.

– «Районировать муниципальные образования», которая предназначена для проведения районирования и окраски территорий Республики Башкортостан в соответствующие цвета, исходя из интервалов принадлежности коэффициента привлекательности территории к определённой группе.

– «Определить прогнозные значения коэффициента привлекательности», позволяющая спрогнозировать коэффициент привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан.

Следующим шагом при проектировании информационных систем является построение информационной модели, основанной на рассмотрении объектов предметной области, их свойств и взаимоотношений.

привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан.

Эта информация представляет собой существенное дополнение к функциональной модели, на том основании, что конкретизирует объекты, которыми манипулируют функции системы.

В рассматриваемой предметной области – мониторинга привлекательности муниципальных образований после анализа предоставленных данных были выделены следующие сущности: «Республика Башкортостан», «Муниципальное образование», «Статистика», «Набор показателей», «Миграционный показатель», «Социально-экономический показатель», «Естественное движение населения», определяющие структуру базы данных миграционных процессов Республики Башкортостан.

Информационная модель мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан представлена на рисунке 3.

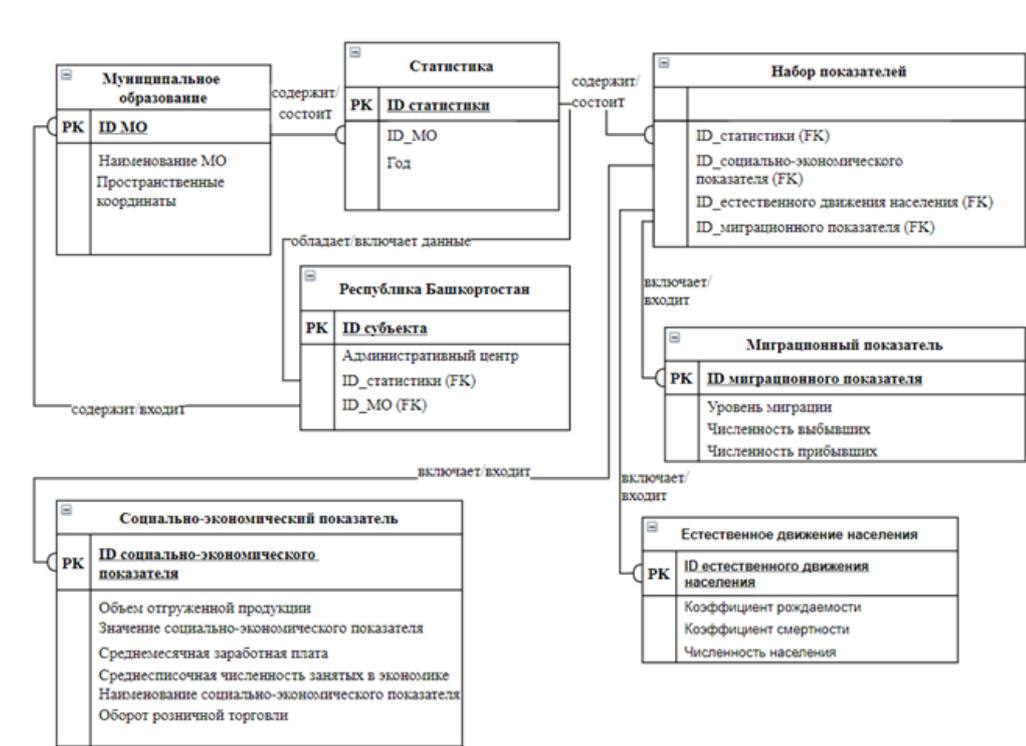


Рис.3. Информационная модель мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан

Таким образом, проектирование данной системы позволило сформировать ее основные функциональные возможности и структуру базы данных, необходимых для подготовки к реализации ГИС мониторинга

IV. РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Реализуемая система предназначена для использования органами государственного и местного управления и должна включать в себя подсистемы сбора, хранения и обработки информации о демографических, миграционных, социально-экономических показателях, информационно-аналитическую базу данных и модуль для обработки электронных карт территории. Для этого необходимо представление логической структуры ГИС, которая показывает принципы построения данной системы, состав и типы реализуемых информационных процессов, разделение их по элементам ГИС исходя из функциональной наполненности, а также порядок и правила взаимодействия информационных процессов при обработке и обмене информацией.

Данные сущности информационной модели представляют собой набор атрибутивной и пространственной информации (рис.4).

населения. Отображение данных доступно для пользователей в текстовом и графическом виде, что позволяет упростить процесс анализа и интерпретации данных.

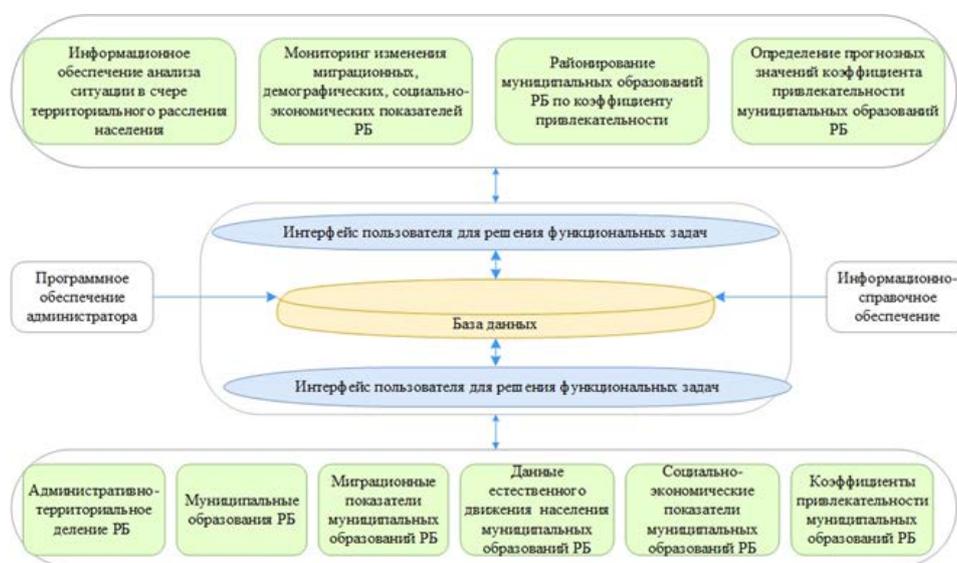


Рис.4. Логическая структура ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан

Из представленной логической структуры системы можно заключить, что поддержка визуализации карт с управлением слоями и набор инструментов для работы с пространственными данными являются необходимыми элементами реализации данной ГИС.

Следующий этап состоит непосредственно в написании кода реализуемой системы, опираясь на выбранный в процессе подготовки язык программирования.

В рамках функционирования ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан происходит подключение базы данных (БД, pgAdminer) и картографической основы (QGIS). На основе данных из БД формируются таблицы с социально-экономическими, демографическими и миграционными показателями. При этом, абсолютные показатели на каждом территориальном уровне преобразуются в относительные показатели, рассчитанные на 1000

Составление тематической карты, которая будет отображать привлекательность муниципального образования Республики Башкортостан за определенный год является одним из важных функций системы. В рамках построения тематической карты были использованы значения коэффициента привлекательности территорий Республики Башкортостан, рассчитанные на основе данных из официальной статистики Территориального органа Федеральной службы государственной статистики и инвестиционных паспортов муниципальных районов и городов РБ.

На рисунке 5 представлен интерфейс реализованной ГИС в результате районирования территорий Республики Башкортостан за 2019 г.

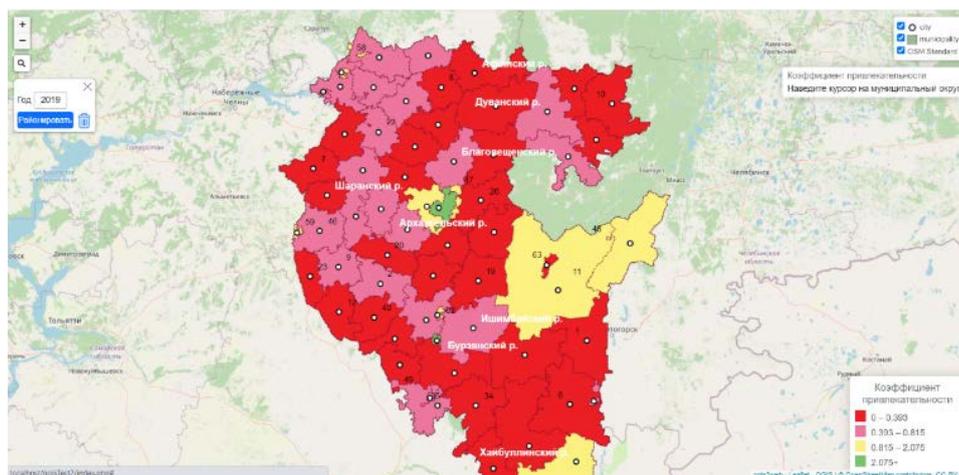


Рис.5. Макет интерфейса ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан с результатом районирования территорий

Функция районирования территорий с одной стороны показывает дифференциацию муниципальных образований между собой, а с другой указывает на то, какие следует решать вопросы, связанные с улучшением жизненных условий, повышением трудовой активности населения и развитием социально-экономических показателей региона.

Таким образом, результаты районирования территориальных систем Республики Башкортостан по коэффициенту привлекательности представляют собой основу для оценки эффективности системы мониторинга привлекательности муниципальных образований, на основе которых можно провести сценарные прогнозы для повышения эффективности принятия решений при формировании миграционной политики региона.

V. АПРОБАЦИЯ ГИС МОНИТОРИНГА ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований можно использовать в рамках реализации прогнозных сценариев, используя для этого прогнозные значения из приведенных ниже источников:

1. Статистический сборник «Республика Башкортостан в цифрах» (с 2010 по 2017 г.).

2. Статистический сборник «Социально-экономическое положение Республики Башкортостан в январе-июне 2019 года».

3. Стратегия социально-экономического развития Республики Башкортостан на период до 2030 года, утвержденная Постановлением Правительства РБ от 20.12.2018 № 624.

4. Долгосрочный прогноз СЭР РБ на период до 2030 года, одобренный распоряжением Правительства РБ от 26 декабря 2016 года № 1497-р.

5. Официальная статистика Территориального органа Федеральной службы государственной статистики.

6. Инвестиционные паспорта 62 районов и городских округов Республики Башкортостан, размещенные на официальных интернет-страницах местных властей.

В ноябре 2016 года Президиумом Совета Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам утвержден паспорт программы «Комплексное развитие моногородов», в которую были включены города Белебей, Белорецк, Благовещенск, Кумертау, Нефтекамск, Учалы и приравненные к моногородам территории: Агидель, Сибай и ЗАТО Межгорье.

В соответствии с региональной программой «Комплексное развитие моногородов Республики Башкортостан», рассмотрим сценарию развития города Белорецк в рамках Белорецкого района, для которого приведен реестр инвестиционных проектов и намерений, реализуемых и планируемых к реализации до 2023 года. В таблице 2 приведены сценарные условия для данного муниципального образования.

Табл. 2. Сценарные условия стратегии «Комплексное развитие моногородов» для Белорецкого района

Год	2020	2021	2022	2023
Объем инвестиций в основной капитал, тыс. руб.	2662807	3018807	3273807	3320807
Среднесписочная численность работников организаций, чел.	21635	21675	21736	21675

В результате внесения значений сценарных условий в реализованную ГИС привлекательности муниципальных образований были определены коэффициенты привлекательности Белорецкого района.

Полученные значения представлены на окне с атрибутивной информацией об изменении коэффициента привлекательности на рисунке 6.

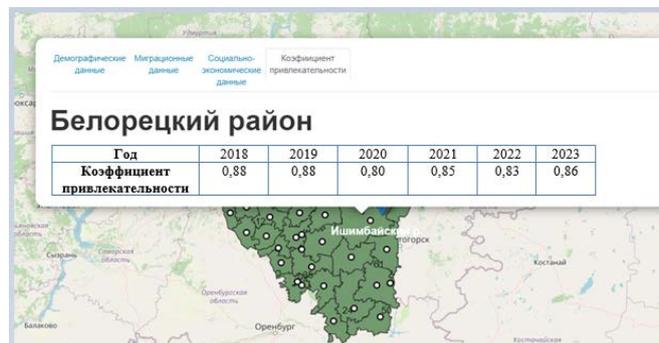


Рис. 6 – Всплывающее окно с атрибутивной информацией об изменении коэффициента привлекательности (согласно сценарию «Развитие моногородов»)

Применение ГИС-технологий в разработке прогнозов позволит снизить временные затраты, необходимые для проведения необходимых расчетов, а также оценить динамику изменения коэффициента привлекательности территорий за большие периоды времени, что повысит обоснованность принятия решения при формировании миграционной политики региона.

Таким образом, применение ГИС в качестве информационной поддержки принятия решений в задачах мониторинга привлекательности муниципальных образований и исследования миграционных процессов позволит решить такие задачи, как районирование территории Республики Башкортостан по коэффициенту привлекательности; спрогнозировать коэффициент привлекательности муниципальных образований, в зависимости от рассмотрения разных сценариев и оценить обоснованность и целесообразность принятых решений при формировании миграционной политики региона.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование направлено на повышение эффективности принятия управленческих решений при формировании миграционной политики в Республики Башкортостан, путем разработки ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований региона. Для этого была предложена методика расчета коэффициента привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан, разработаны функциональная и информационная модели осуществления мониторинга привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан, представлена логическая структура данной ГИС. Дальнейшие исследования будут посвящены прогнозированию уровня миграции и выявлению направлений миграционных потоков в муниципальных образованиях, что позволит повысить обоснованность и целесообразность принятия

V. БЛАГОДАРНОСТИ

Статья подготовлена в рамках государственного задания УФИЦ РАН №075-00504-21-00 на 2021 г.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Асеева О.Ю. Кузьмина Т.А. Шапорова О.А. Экономико-математические модели анализа миграционных процессов / О.Ю. Асеева, Т. А. Кузьмина, О. А. Шапорова // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2017. – №201. – С.15-18.
- [2] Василенко П. В. Гравитационные силы и миграционная подвижность населения региона. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта / П.В. Василенко// – 2013. – №7. – С. 153-157.
- [3] Дмитриев М. Г., Юдина Т. Н. миграционные процессы: модели анализа и прогнозирования (обзор) / М.Г. Дмитриев, Т. Н. Юдина // Труды института системного анализа Российской академии наук. – Том 67. – 2017. – №2. – С. 3-14.
- [4] Кулаков М.П. Хавинсон М.Ю. Гравитационная модель миграции: сложные режимы динамики и возможности управления / М.П. Кулаков, М.Ю. Хавинсон // Тезисы доклада конференции: Территориальные исследования: цели, результаты и перспективы. – 2017. – С.66-69.
- [5] Трофимова Н. А., Разумовская В. А. Модифицированная гравитационная модель трудовой миграции / Н. А. Трофимова, В.А. Разумовская// Анализ и моделирование экономических процессов: сб. ст., вып. 8. – М.: ЦЭМИ РАН, 2011. – С. 29-42.
- [6] Огородников П.И., Макарова Н.А. Моделирование миграционных потоков в регионе / П.И. Огородников, Н.А. Макарова// Экономика региона. – №2. – 2013. – С.168-176.
- [7] Инглхарт Р. Ф., Понарин Э. Д., Равлик М. В. Регрессионные модели в оценке факторов международной миграции / Р.Ф. Инглхарт, Э. Д. Понарин, М. В. Равлик// Социологические исследования. – 2014. – № 11. – С. 22-31.
- [8] Эльдяева Н.А., Кованова Е.С. Многомерный анализ влияния миграции на социально-экономическое развитие регионов / Н. А. Эльдяева, Е. С. Кованова // Экономика, статистика и информатика. – №6. – 2013. – С.121-126.
- [9] Москвина В. А. Моделирование межрегиональной мобильности выпускников вузов в России / В. А. Москвина // Прикладная эконометрика. – 2019. – Т. 56. – С. 99-122. DOI: 10.24411/1993-7601-2019-10019
- [10] Фахрутдинова Е.В. Юрков Д.В. Эмпирический анализ взаимосвязи качества жизни и миграции населения в субъектах российской федерации / Е. В. Фахрутдинова, Д.В. Юрков // Экономика и управление народным хозяйством. – 2019. – № 12. – С.363-368. DOI: 10.14451/1.181363.
- [11] Карелова О. Л., Банько М. А. Применение марковских цепей для прогнозирования демографической ситуации в мире / О. Л. Карелова, М. А. Банько // Математическое моделирование. – 2006. – Т. 18. – № 2. – С. 43-50.
- [12] Hirst M. A. A Markovian Analysis of Inter-Regional Migration in Uganda [Electronic resource] / M. A. Hirst // Geografiska Annaler. Series B, Human Geography. – 1976. – № 58 (2). – URL: <http://www.jstor.org/stable/490612>

- [13] Староверов О.В. Марковские модели движения населения. М.: Наука, 1979.
- [14] Батищева Г. А. Моделирование последствий трудовой миграции / Г. А. Батищева // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2009. – № 3 (29). – С. 208–219.
- [15] Некрасова, Е. В. Оптимизация внутренней миграции как механизм решения проблем моногородов Свердловской области [Текст] / Е. В. Некрасова // Экономика региона. – 2012. – № 2 (30). – С. 315–320.
- [16] Рыбаковский Л. Л. Миграция населения // Л. Л. Рыбаковский // Прогнозы, факторы, политика. – М.: Наука. – 1987. – 368 с.
- [17] Васильева А. В., Тарасьев А. А. Прогноз развития миграционных процессов и рынка труда в регионах России / А. В. Васильева, А. А. Тарасьев // Экономика региона. – 2014. – № 4 (40). – С. 823–837.
- [18] Лифшиц, М. Л. Анализ факторов миграционного прироста населения в России как основание для оптимальной иммиграционной политики // Прикладная эконометрика. – 2009. – № 16 (4). – С. 85–115.
- [19] Белотелов Н.В. Имитационная модель процессов миграции в странах с учетом уровня образования / Н. В. Белотелов // Математическое моделирование и численные методы. – 2019. – № 4. – С. 91–99.
- [20] Степанов А.В. Прогнозирование миграции Европейской части РФ методами системной динамики при нейтральном прогнозе развития экономики / А. В. Степанов // Путеводитель предпринимателя. – 2014. – №23. – С.269-277.
- [21] Свечкарев В.П., Гаврилова З.П. Адаптация модели системной динамики демографической ситуации в AnyLogic на примере г. Ростова-на-Дону / В. П. Свечкарев, З. П. Гаврилова // Инженерный вестник Дона. – 2010. – №1. – [Электронный ресурс] <http://www.ivdon.ru/magazine/latest/n1e2010/171/> (дата обращения: 08.03.2021).
- [22] Халиуллина Д.Н., Быстров В.В., Малыгина С.Н. Разработка прототипа полимодельного комплекса для моделирования процессов миграции Евразийского континента / Д. Н. Халиуллина, В. В. Быстров, С. Н. Малыгина // Труды Кольского научного центра РАН. – 2017. – С.69-76.
- [23] Акопов А. С., Бахтизин А. Р., Бекларян Г. Л., Макаров В. Л. Агентно-ориентированная модель миграции в страны Европейского Союза с учетом индивидуальной системы принятия решений / А.С. Акопов, А. Р. Бахтизин, Г. Л. Бекларян, В. Л. Макаров // Искусственные общества. – 2019. – Т.14. – №2. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800005804-3-1/> (дата обращения: 08.04.2021). DOI: 10.18254/S207751800005804-3.
- [24] Дорошенко Т.А. Разработка агент-ориентированной модели образовательной миграции населения региона / Т. А. Дорошенко // Вестник Евразийской науки. – 2019. – №5. – [Электронный ресурс]. URL: <https://esj.today/PDF/17ECVN519.pdf>. (дата обращения: 08.04.2021).
- [25] Макаров, В. Моделирование демографических процессов с использованием агент-ориентированного подхода / В. Макаров, А. Бахтизин, Е. Сушко // Федерализм. – 2014. – № 4. – С. 37.
- [26] Абрамов В. И. Опыт применения агент-ориентированного подхода к моделированию процессов в области миграционной политики / В. И. Абрамов // Искусственные общества. – 2019. – Т. 14. – № 2 [Электронный ресурс]. – URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800005912-2-1/> (дата обращения: 08.04.2021). DOI: 10.18254/S207751800005912-2.
- [27] Абдулова Л.Р., Низамутдинов М.М. Исследование миграционных процессов на региональном уровне и разработка прогнозной модели с использованием многофакторного анализа (на примере Республике Башкортостан) // Л. Р. Абдулова, М. М. Низамутдинов // Аудит и финансовый анализ. – №1. – 2015. – С.79-84.
- [28] Ткаченко А.А., Гинойн А.Б. Оценка миграционного потенциала стран СНГ на основе модели международной миграции / А.А. Ткаченко, А. Б. Гинойн // Вопросы статистики. – 2018. – №25(11). – 46-56.
- [29] Розенберг И.Н., Геоинформационное моделирование как фундаментальный метод познания. Перспективы науки и образования. 2016. №3 (21). – С.12-15.
- [30] Авдеев Е., Маслиев Р., Панин А., Соловьев И.. Способы изображения миграционных процессов. Методология и методы изучения миграционных процессов / Е. Авдеев, Р. Маслиев, А. Панин, И. Соловьев // Центр миграционных исследований - М. – 2007. – С.344-358.
- [31] Гайдук Владимир Романович. Технологические особенности создания системы ГИС анализа образовательной миграции высшего образования России. – Advanced science. С.283-287.
- [32] Ахметзянова М.И., Атнабаева А.Р. Исследование привлекательности муниципальных районов и городов Республики Башкортостан с применением компонентного и кластерного анализов // Вестник Евразийской науки. – 2020. – №5. – URL: <https://esj.today/PDF/06ECVN520.pdf> (дата обращения: 08.04.21).

Ольга Игоревна ХРИСТОДУЛО,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, (УГАТУ) (<https://ugatu.su/>),
email: o-hristodulo@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3987-6582>.

Миляуша Ильгамовна АХМЕТЗЯНОВА,
младший научный сотрудник института социально-экономических исследований – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, (ИСЭИ УФИЦ РАН) (<https://ufa-isei.ru/>),
email: ms.milyash1997@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4875-7876>.

Development of a geo-information system for monitoring the attractiveness of municipalities using parametric, structural approaches (case of Republic of Bashkortostan)

Olga Hristodulo, Miliausha Akhmetzianova

Abstract – To date, one of the most important tasks of the State in ensuring the sustainable socio-economic and demographic development of the country is the regulation of migration processes. In the Republic of Bashkortostan in recent years there has been an increase in the number of people participating in both intraregional and extra-regional migration, which indicates the need to manage migration flows for the effective development of territories of this entity. In this connection, this article is dedicated to the development of GIS monitoring of the attractiveness of municipalities of the Republic of Bashkortostan, aimed at improving the effectiveness of decision-making in formulating migration policies in the region, based on a systematic combination of parametric and structural approaches. In the course of the study the analysis of existing approaches applied in this subject area, the methodology for determining the attractiveness coefficient of municipalities of the Republic of Bashkortostan was developed, A functional and information model for monitoring the attractiveness of municipalities has been developed, and a logical structural model of GIS monitoring the attractiveness of municipalities of the Republic of Bashkortostan has been built.

Keywords – geographic information system, monitoring the attractiveness of municipalities, the rate of attractiveness of territories.

REFERENCES

- [1] Aseeva O.YU. Kuz'mina T.A. Shaporova O.A. Ekonomiko matematicheskie modeli analiza migracionnyh processov / O.YU. Aseeva, T. A. Kuz'mina, O. A. Shaporova // Teoriya i praktika servisa: ekonomika, social'naya sfera, tekhnologii. – 2017. – №201. – S.15-18.
- [2] Vasilenko P. V. Gravitacionnye sily i migracionnaya podvizhnost' naseleniya regiona. Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta /P.V. Vasilenko// – 2013. – №7. – S. 153-157.
- [3] Dmitriev M. G., Yudina T. N. migracionnye processy: modeli analiza i prognozirovaniya (obzor) /M.G. Dmitriev, T. N. Yudina // Trudy instituta sistemnogo analiza Rossijskoj akademii nauk. – Tom 67. – 2017. – №2. – S. 3-14.
- [4] Kulakov M.P. Havinson M.YU. Gravitacionnaya model' migracii: slozhnye rezhimy dinamiki i vozmozhnosti upravleniya / M.P. Kulakov, M.YU. Havinson // Tezisy doklada konferencii: Territorial'nye issledovaniya: celi, rezul'taty i perspektivy. – 2017. – S.66-69.
- [5] Trofimova N. A., Razumovskaya V. A. Modificirovannaya gravitacionnaya model' trudovoj migracii / N. A. Trofimova, V.A. Razumovskaya // Analiz i modelirovanie ekonomicheskikh processov: sb. st., vyp. 8. – M.: CEMI RAN, 2011. – S. 29–42.
- [6] Ogorodnikov P.I., Makarova N.A. Modelirovanie migracionnyh potokov v regione /P.I. Ogorodnikov, N.A. Makarova//Ekonomika regiona. – №2. – 2013. – S.168-176.
- [7] Inghart R. F., Ponarin E. D., Ravlik M. V. Regressionnye modeli v ocenke faktorov mezhdunarodnoj migracii /R.F. Inghart, E. D. Ponarin, M. V. Ravlik// Sociologicheskie issledovaniya. – 2014. – № 11. – S. 22-31.
- [8] El'dyaeva N.A., Kovanova E.S. Mnogomernyj analiz vliyaniya migracii na social'no-ekonomicheskoe razvitie regionov /N. A. El'dyaeva, E. S. Kovanova // Ekonomika, statistika i informatika. – №6. – 2013. – S.121-126.
- [9] Moskina V. A. Modelirovanie mezhhregional'noj mobil'nosti vypusknikov vuzov v Rossii / V. A. Moskina // Prikladnaya ekonometrika. – 2019. – T. 56. – C. 99–122. DOI: 10.24411/1993 7601 2019 10019
- [10] Fahrutdinova E.V. YUrkov D.V. Empiricheskij analiz vzaimosvyazi kachestva zhizni i migracii naseleniya v sub"ektah rossijskoj federacii / E. V. Fahrutdinova, D.V. YUrkov //Ekonomika i upravlenie narodnym hozyajstvom. – 2019. – № 12. – S.363-368. DOI: 10.14451/1.181363.
- [11] Karelova O. L., Ban'ko M. A. Primenenie markovskih cepej dlya prognozirovaniya demograficheskoy situacii v mire / O. L. Karelova, M. A. Ban'ko //Matematicheskoe modelirovanie. – 2006. – T. 18. – № 2. – S. 43–50.
- [12] Hirst M. A. A Markovian Analysis of Inter-Regional Migration in Uganda [Electronic resource] / M. A. Hirst // Geografiska Annaler. Series B, Human Geography. – 1976. – № 58 (2). – Available at : <http://www.jstor.org/stable/490612>
- [13] Staroverov O.V. Markovskie modeli dvizheniya naseleniya. M.: Nauka, 1979.
- [14] Batishcheva G. A. Modelirovanie posledstvij trudovoj migracii / G. A. Batishcheva // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINH). – 2009. – № 3 (29). – C. 208–219.
- [15] Nekrasova, E. V. Optimizaciya vnutrennej migracii kak mekhanizm resheniya problem monogorodov Sverdlovskoj oblasti [Tekst] / E. V. Nekrasova // Ekonomika regiona. – 2012. – № 2 (30). – S. 315–320.
- [16] Rybakovskij L. L. Migraciya naseleniya /L. L. Rybakovskij // Prognozy, faktory, politika. – M.: Nauka. – 1987. – 368 s.
- [17] Vasil'eva A. V., Taras'ev A. A. Prognoz razvitiya migracionnyh processov i rynka truda v regionah Rossii /A.

- V. Vasil'eva, A. A. Taras'ev // *Ekonomika regiona*. – 2014. – № 4 (40). – S. 823–837.
- [18] Lifshic, M. L. Analiz faktorov migracionnogo prirosta naseleniya v Rossii kak osnovanie dlya optimal'noj immigracionnoj politiki // *Prikladnaya ekonometrika*. – 2009. – № 16 (4). – S. 85–115.
- [19] Belotelov N.V. Imitacionnaya model' processov migracii v stranah s uchetom urovnya obrazovaniya / N. V. Belotelov // *Matematicheskoe modelirovanie i chislennye metody*. – 2019. – № 4. – S. 91–99.
- [20] Stepanov A.V. Prognozirovaniye migracii Evropejskoj chasti RF metodami sistemnoj dinamiki pri nejtral'nom prognoze razvitiya ekonomiki /A. V. Stepanov // *Putevoditel' predprinimatel'ya*. – 2014. – №23. – S.269-277.
- [21] Svechkarev V.P., Gavrilova Z.P. Adaptaciya modeli sistemnoj dinamiki demograficheskoy situacii v AnyLogic na primere g. Rostova-na-Donu /V. P. Svechkarev, Z. P. Gavrilova// *Inzhenernyj vestnik Dona*. – 2010. – №1. – [Elektronnyj resurs] <http://www.ivdon.ru/magazine/latest/n1e2010/171/> (data obrashcheniya:08.03.2021).
- [22] Haliullina D.N., Bystrov V.V., Malygina S.N. Razrabotka prototipa polimodel'nogo kompleksa dlya modelirovaniya processov migracii Evrazijskogo kontinenta /D. N. Haliullina, V. V. Bystrov, S. N. Malygina // *Trudy Kol'skogo nauchnogo centra RAN*. – 2017. – S.69-76.
- [23] Akopov A. S., Bahtizin A. R. , Beklaryan G. L. , Makarov V. L. Agentno-orientirovannaya model' migracii v strany Evropejskogo Soyuza s uchetom individual'noj sistemy prinyatiya reshenij /A.S. Akopov, A. R. Bahtizin, G. L. Beklaryan, V. L. Makarov // *Iskusstvennye obshchestva*. – 2019. – T.14. – №2. – [Elektronnyj resurs].– URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800005804-3-1/> (data obrashcheniya: 08.04.2021). DOI: 10.18254/S207751800005804-3.
- [24] Doroshenko T.A. Razrabotka agent-orientirovannoj modeli obrazovatel'noj migracii naseleniya regiona /T. A. Doroshenko // *Vestnik Evrazijskoj nauki*. – 2019. – №5. – [Elektronnyj resurs]. – URL:<https://esj.today/PDF/17ECVN519.pdf>.
- [25] Makarov, V. Modelirovanie demograficheskikh processov s ispol'zovaniem agent-orientirovannogo podhoda / V. Makarov, A. Bahtizin, E. Sushko // *Federalizm*. – 2014. – № 4. – C. 37.
- [26] Abramov V. I. Opyt primeneniya agent-orientirovannogo podhoda k modelirovaniyu processov v oblasti migracionnoj politiki /V. I. Abramov // *Iskusstvennye obshchestva*. – 2019. – T. 14. – № 2 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800005912-2-1/> (data obrashcheniya: 08.04.2021). DOI: 10.18254/S207751800005912-2.
- [27] Abdulova L.R., Nizamutdinov M.M. Issledovanie migracionnyh processov na regional'nom urovne i razrabotka prognoznoj modeli s ispol'zovaniem mnogofaktornogo analiza (na primere Respublike Bashkortostan) /L. R. Abdulova, M. M. Nizamutdinov // *Audit i finansovyj analiz*. – №1. – 2015. – S.79-84.
- [28] Tkachenko A.A., Ginoyan A.B. Ocenka migracionnogo potenciala stran SNG na osnove modeli mezhdunarodnoj migracii / A.A. Tkachenko, A. B. Ginoyan // *Voprosy statistiki*. – 2018.– №25(11). – 46-56.
- [29] Rozenberg I.N., Geoinformacionnoe modelirovanie kak fundamental'nyj metod poznaniya. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. 2016. №3 (21). – S.12-15.
- [30] Avdeev E., Masliev R., Panin A., Solov'ev I.. Sposoby izobrazheniya migracionnyh processov. *Metodologiya i metody izucheniya migracionnyh processov* / E. Avdeev, R. Masliev, A. Panin, I. Solov'ev // *Centr migracionnyh issledovanij - M*. – 2007. – S.344-358.
- [31] Gajdukov Vladislav Romanovich. Tekhnologicheskie osobennosti sozdaniya sistemy GIS analiza obrazovatel'noj migracii vysshego obrazovaniya Rossii. – *Advanced science*. S.283-287.
- [32] Ahmetzyanova M.I., Atnabaeva A.R. Issledovanie privlekatel'nosti municipal'nyh rajonov i gorodov Respubliki Bashkortostan s primeneniem komponentnogo i klaster'nogo analizov // *Vestnik Evrazijskoj nauki*. – 2020. – №5. – URL: <https://esj.today/PDF/06ECVN520.pdf> (data obrashcheniya:08.04.21).

Olga Igorevna HRISTODULO,
 Doctor of Sciences in Technology, associate professor,
 head of department, Ufa State Aviation Technical
 University, Ufa, (USATU) (<https://ugatu.su/>),
 email: o-hristodulo@mail.ru
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3987-6582>,

Miliausha Ilgamovna AKHMETZIANOVA,
 junior researcher, Institute of Social and Economic
 Research - Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
 of the Russian Academy of Sciences, Ufa, (ISER UFRC
 RAS) (<https://ufa-isei.ru/>),
 email: ms.milyash1997@mail.ru
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4875-7876>,