

УДК 004.67

DOI: 10.31040/2222-8349-2023-0-4-99-106

**ИНСТРУМЕНТАРИЙ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

© М.М. Низамутдинов, М.И. Ахметзянова

Современные мировые глобализационные процессы приводят к возрастанию скорости экономической трансформации, которая обуславливает изменения во всех сферах жизнедеятельности общества. В этих условиях становится очевидным, что трансформация экономики регионов должна осуществляться с учетом пространственных аспектов развития. Важное условие достижения этой цели – формирование эффективной системы мониторинга, позволяющая, в том числе, отслеживать влияние реализуемых масштабных проектов и госпрограмм на развитие социо-экономико-демографической сферы территорий, синхронизировать управление этими процессами в рамках заданных государством приоритетов развития на макро- и мезоуровнях. В статье рассмотрены методические и практические аспекты разработки подобного инструментария мониторинга на базе геоинформационной системы (ГИС), апробация которой осуществлена в рамках задачи анализа миграционной привлекательности муниципальных образований крупного региона (на примере Республики Башкортостан) для обеспечения информационной поддержки принятия управленческих решений.

Ключевые слова: пространственное развитие, мониторинг, стратегическое планирование, привлекательность территорий, геоинформационные системы, сценарное прогнозирование, поддержка принятия решений.

На сегодняшний день миграция как явление, характерное для любой социально-экономической системы, рассматривается как значимая сила, влияющая на демографические, политические, экономические процессы в обществе [1]. Неотъемлемым и важным атрибутом социальной реальности современного общества является интенсивность, новые направления пространственной мобильности населения.

Естественная убыль населения во многих регионах Российской Федерации фиксируется на протяжении нескольких лет. В целом по стране наблюдается преобладание миграционного прироста населения над естественной убылью, т.е. число иностранных мигрантов, прибывших в страну, превышает число покинувших ее [2]. В частности, Республика Башкортостан – один из крупнейших по численности населения субъектов России, относится к регионам с негативной миграционной ситуацией. Стоит отметить, что население перемещается не столько в другие страны, сколько из одного конкретного региона страны в другой.

По результатам анализа механического движения населения Республики Башкортостан можно заключить, что на протяжении последних десяти лет наблюдается устойчивая тенденция миграционного оттока населения в другие регионы Российской Федерации [2]. На сегодняшний день большая часть населения, принимающая участие в миграционных процессах, относится к трудоспособному. Доля трудоспособного населения в возрастной структуре влияет на экономическую ситуацию в регионе и на уровень жизни населения соответственно.

В современных условиях неопределенности и нестабильности внешней среды, принятие эффективных решений при формировании миграционной политики территории предполагает необходимость своевременной оценки и контроля миграционной ситуации. Качественным инструментарием решения данной задачи может стать использование технологий комплексного мониторинга социально-экономической и миграционной ситуации на уровне региона. Применение такого подхода позволяет не только

НИЗАМУТДИНОВ Марсель Малихович – к.т.н., Институт социально-экономических исследований УФИЦ РАН, e-mail: marsel_n@mail.ru

АХМЕТЗЯНОВА Миляуша Ильгамовна, Институт социально-экономических исследований УФИЦ РАН, e-mail: ms.milyash1997@mail.ru

получать точные количественные данные, но и отслеживать и их динамику на разных территориальных уровнях – от страны в целом до отдельных муниципальных образований.

Выявление пространственно-временных особенностей протекающих миграционных процессов, учет изменения уровня миграционной привлекательности территорий с последующей разработкой соответствующих сценарных прогнозов требует применения современных управленческих технологий, в частности геоинформационных систем (ГИС). ГИС не только обеспечивает возможность получения, обновления и анализа информации, но и позволяет моделировать динамические процессы в режиме реального времени, и следовательно, формирует основу для принятия упреждающих управленческих решений с оценкой их возможных последствий [3, 4].

Идеи разработки систем геоинформационного мониторинга демографических и социально-экономических процессов активно развиваются в РФ последние 20 лет. Так, в работах [5, 6] авторами рассмотрены проблемы и перспективы применения геопространственных данных и ГИС в рамках перехода к новым форматам цифровой экономики, интеграции современных технологий управления развитием территорий. В то же время, применение ГИС, одновременно, позволяет учитывать иерархические взаимосвязи исследуемых социодемографических процессов на разных территориальных уровнях.

Безусловно, масштабное внедрение технологий ГИС на уровне всех регионов Российской Федерации потребует очень существенных затрат ресурсов. В связи с этим в рамках данного исследования рассматривается опыт проектирования ГИС для мониторинга миграционной привлекательности муниципальных образований отдельно взятого крупного региона – Республики Башкортостан, при этом полученные разработки, в целом, могут быть адаптированы и для применения в других субъектах Российской Федерации. При этом проектируемая ГИС должна позволять конечному пользователю осуществлять поиск конкретного муниципального образования с последующим выводом информации, содержащей значения демографических, миграционных, социально-экономических и экологических показателей в табличной и графической форме, а также поддерживать возможность изменения, удаления и добавления новых показателей в существующую базу данных.

Для описания и наглядного отображения функциональных возможностей разработанной ГИС построена диаграмма активности, которая представлена в виде блоков и переходов, описывающих все выполняемые задачи системы (рис. 1).

Наряду с этим разработанная ГИС позволяет также проводить районирование территорий за определенный временной интервал согласно значению коэффициента привлекательности муниципального образования. В рамках исследований привлекательности территории с помощью различных экономико-математических методов (регрессионного, компонентного, кластерного анализа) авторами ранее был разработан подход к оценке уровня привлекательности территориальных социально-экономических систем (ТСЭС) [7], в основу которого заложена схема оценки влияния основных социально-экономических показателей на миграционные процессы. Сформированная структурно-логическая схема алгоритма анализа миграционной привлекательности ТСЭС представлена на рис. 2.

Предложенный подход к разработке методики оценки привлекательности муниципальных образований основан на:

- использовании показателей уровня миграции и социально-экономического развития;
- анализе ограничений и возможностей, влияющих на значения коэффициента привлекательности для построения модели оценки привлекательности;
- определении значений коэффициента привлекательности муниципальных образований;
- оценке влияния коэффициента привлекательности отдельных территорий на уровень миграции;
- изучении стратегических планов развития территорий региона для формирования сценарных прогнозов изменения коэффициента привлекательности и уровня миграции населения.

Для определения факторов, влияющих на поведение населения при принятии решения о смене места жительства, был проведен компонентный анализ для 62 муниципальных районов и городов Республики Башкортостан по 20 показателям социально-экономического развития, в ходе которого были выделены пять главных компонент. Полученные результаты легли в основу оценки уровня привлекательности территорий.

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

где i – номер муниципального образования; K_i – коэффициент привлекательности i -го муниципального образования; X_{1i}^p – среднесписочная численность работников организаций, на 1000 чел. населения (без субъектов малого предпринимательства), чел.; X_{2i}^p – среднемесячная заработная плата работников организаций (без субъектов малого предпринимательства), руб.; X_{3i}^p – выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, на 1000 чел. населения, тыс. тонн; X_{4i}^p – отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами на 1000 чел. населения (без субъектов малого предпринимательства), тыс. руб;

X_{5i}^p – инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования (без субъектов малого предпринимательства), на 1000 чел. населения (за 3 года), тыс. руб.

После проведения необходимых вычислений на базе ГИС осуществляется районирование территорий согласно принадлежности коэффициента привлекательности к определенной группе. Обоснование распределения муниципальных образований по группам, а также выявления интервалов принадлежности муниципальных образований к соответствующей группе приведено в ранее проделанном исследовании авторов [7].

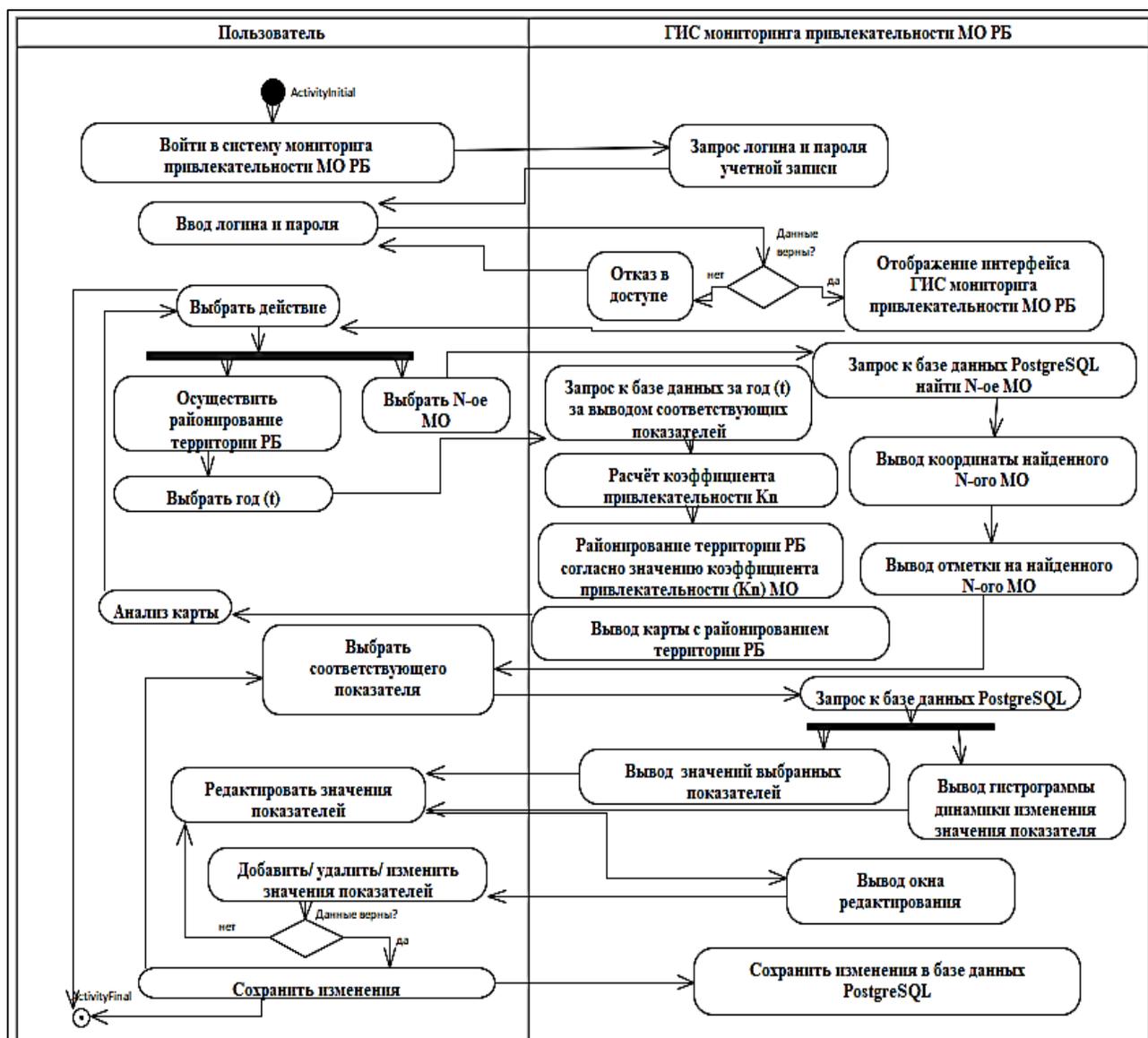


Рис. 1. Диаграмма активности



Рис. 2. Структурно-логическая схема оценки миграционной привлекательности ТСЭС

В рамках предложенного инструментария мониторинга на базе ГИС реализованы следующие базовые функциональные возможности:

- предоставление справочной информации о муниципальных образованиях;
- поиск информации о муниципальных образованиях по различным критериям;
- редактирование статистических данных о муниципальных образованиях;
- создание тематических карт по годам в зависимости от изменения коэффициента привлекательности муниципальных образований;
- получение статистической информации в целом о динамике и структуре территориального расселения в виде таблиц и диаграмм;
- масштабирование, управление слоями, легенда и т.п.
- определение прогнозных значений коэффициента привлекательности территорий.

При запуске системы мониторинга происходит подключение базы данных pgAdminer и картографической основы QGIS. На основе значения показателей из баз данные формируются таблицы, содержащие социально-экономические, демографические и миграционные показатели (среднесписочная численность работников организаций, среднемесячная заработная плата работников организаций, объем выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, объем отгружен-

ных товаров собственного производства, объем инвестиции в основной капитал, осуществляемых организациями, находящимися на территории муниципального образования, и т.д.). При этом абсолютные показатели на каждом территориальном уровне преобразуются в относительные, рассчитанные на 1000 чел. населения. Следует отметить, что отображение информации доступно для пользователей в текстовом и графическом виде, что в значительной степени упрощает процесс анализа и интерпретации данных.

Реализованная система ориентирована для использования органами государственного и местного самоуправления и интегрирует 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 ГИС мониторинга привлекательности муниципальных образований можно использовать также в рамках реализации прогнозных и сценар-

ных расчетов. В основу прогноза были заложены значения показателей социально-экономического развития Республики Башкортостан на период до 2025 г. по основному (базовому) сценарию, разработанные Министерством экономического развития и инвестиционной политики Республики Башкортостан.

Входными параметрами модели прогнозирования миграционной привлекательности являются: объем инвестиций в основной капитал, объем отгруженных товаров собственного производства, среднесписочная численность работников, и средний уровень среднемесячной заработной платы. В качестве примера рассмотрены консервативный, базовый и целевой варианты развития конкретного территориального образования (на примере городского округа город Стерлитамак), основные показатели социально-экономического развития по сценарным вариантам приведены в табл. 1.

На базе исходных сценарных условий и с применением разработанной ГИС была рассчитана динамика коэффициента миграционной привлекательности г. Стерлитамака Республики Башкортостан на период до 2025 г., полученные результаты по различным сценарным вариантам приведены на рис. 3, включая заданную атрибутивную информацию о динамике коэффициента миграционной привлекательности анализируемой территории

Анализ полученных результатов моделирования позволяет сделать вывод о сохранении на период до 2025 г. занимаемой городом Стерлитамак текущих позиции по привлекательности для мигрантов среди муниципальных образований Республики Башкортостан по всем трем рас-

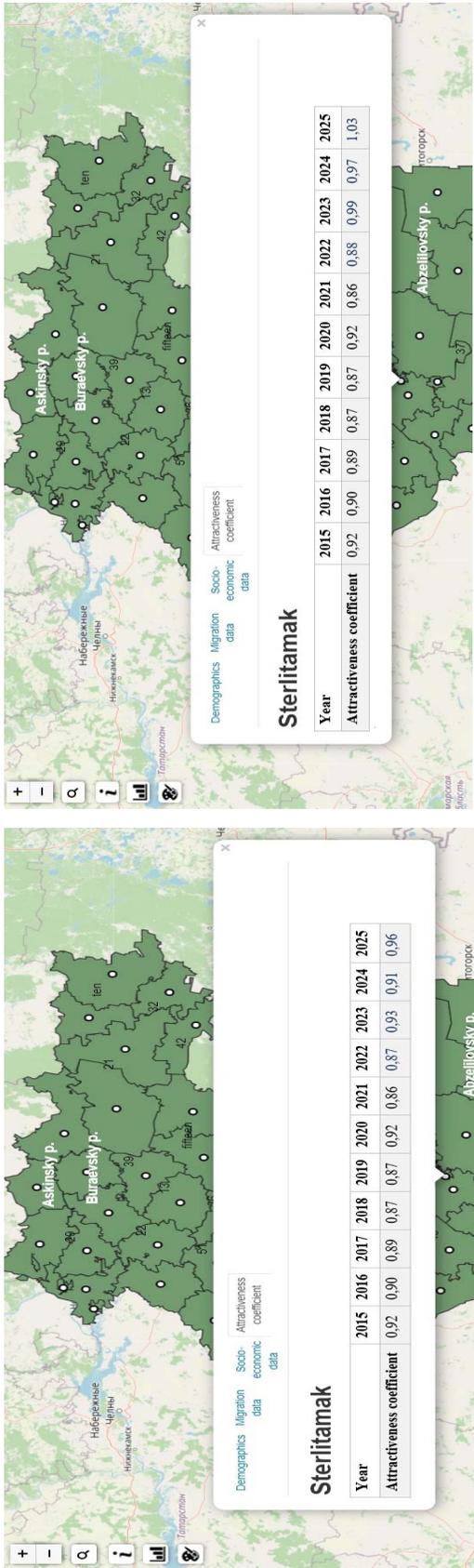
смотренным сценарным вариантам. Таким образом, применение ГИС в качестве инструмента информационной поддержки принятия решений в задачах мониторинга привлекательности муниципальных образований позволят решить такие задачи, как районирование территорий регионов РФ по коэффициенту привлекательности; прогнозирование коэффициента привлекательности муниципальных образований в зависимости от рассмотрения разных сценарных вариантов принимаемых управленческих решений.

Заключение. Неконтролируемое развитие социодемографических процессов, формирующиеся дисбалансы пространственного развития и мобильности населения могут привести к существенному снижению темпов экономического развития регионов Российской Федерации. В связи с этим актуализируются вопросы разработки математических и инструментальных средств, обеспечивающих повышение эффективности принятия управленческих решений при формировании мер государственной политики на региональном уровне. В этом контексте в статье рассмотрен подход к анализу миграционной привлекательности муниципальных образований на базе системы геоинформационного мониторинга, описаны основные возможности предложенного инструментария. В качестве апробации предложенных моделей и алгоритмов проведены результаты сценарного прогнозирования динамики миграционной привлекательности отдельно взятой территориальной социально-экономической системы при реализации различных мер активной государственной политики.

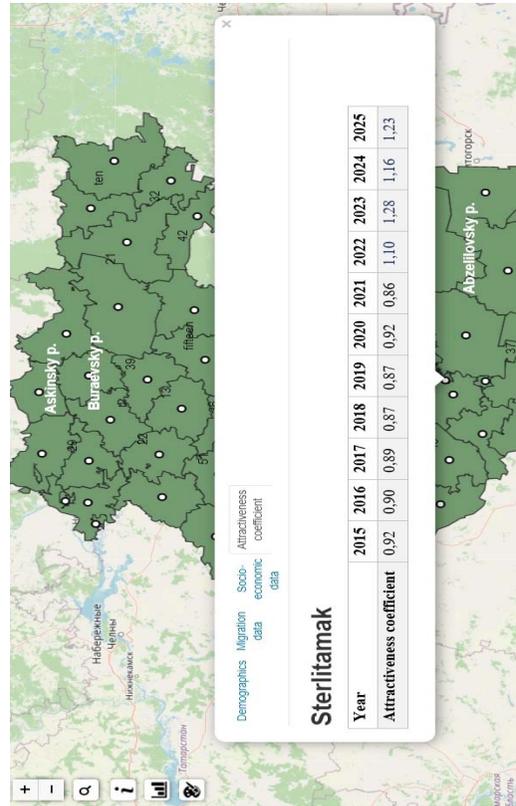
Т а б л и ц а 1

Основные показатели социально-экономического городского округа город Стерлитамак Республики Башкортостан на период до 2025 года

Год	Прогноз	Отгружено товаров собственного производства, млн руб.	Инвестиции в основной капитал, млн руб.	Среднемесячная заработная плата, руб.	Среднесписочная численность работников организаций, чел.	Численность населения (среднегодовая), тыс. чел.
2023	Консервативный	131 281.3	8 902.1	43 379.0	53 400.2	270.3
	Базовый	138 512.0	9 124.9	44 447.0	55 690.3	270.8
	Целевой	141 033.3	21 169.7	46 980.0	55 169.8	271.3
2024	Консервативный	141 766.0	3 763.8	45 326.7	53 608.4	269.1
	Базовый	144 242.6	4 047.1	46 980.0	55 169.8	269.9
	Целевой	147 823.1	9 603.7	49 751.8	56 210.8	270.9
2025	Консервативный	147 153.1	3 979.3	47 140.0	53 608.4	268.0
	Базовый	149 579.6	4 291.9	49 094.0	55 690.3	269.3
	Целевой	153 144.7	10 215.6	52 239.0	56 731.2	270.9



а) Консервативный сценарий



в) Целевой сценарий

б) Базовый сценарий

Рис. 3. Прогнозная динамика коэффициента миграционной привлекательности г. Стерлитамака на период до 2025 г. (фрагмент)

В целом применение инструментария мониторинга базе ГИС является перспективным направлением цифровизации управленческих функций на мировом уровне и принципиально новым подходом для решения задач стратегического управления на уровне регионов Российской Федерации. Внедрение подобных инфокоммуникационных технологий и средств поддержки принятия решений может стать основой для многократного повышения оперативности и эффективности деятельности органов государственной власти.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 23-28-00871.

Литература

1. Золотарева О.А., Михалева К.А., Пушкарева В.Б. Социально-демографический портрет современного мигранта в России цифрами статистики // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. 2020. № 3 (1). С. 769–776.
2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://bashstat.gks.ru> (дата обращения: 30.10.2022).
3. Тикунов В.С., Белозеров В.С., Щитова Н.А., Панин А.Н., Черкасов А.А. Геоинформационный мониторинг: инструмент пространственно-временного анализа миграции населения // Вестн. моск. ун-та. Сер. 5. География. 2015. № 2. С. 33–39.
4. ДеМерс Майкл Н. Географические информационные системы. Основы: Пер. с англ. М.: Дата+, 1999. 490 с.
5. Кузнецов С.М., Малыгина О.И. Проблемы и перспективы геопространственных данных при внедрении в цифровую экономику для управления территориями // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. 2021. № 2. С. 186–190. DOI: 10.33764/2687-041X-2021-2-186-190.
6. Есикова В.О. ГИС-анализ региональных особенностей воспроизводства населения Калужской области // ИнтерКарто.ИнтерГИС. 2021. Т. 27. № 4. С. 320–332. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-320-332.
7. Ахметзянова М.И., Атнабаева А.Р. Исследование привлекательности муниципальных образований Республики Башкортостан с помощью компонентного и кластерного анализа // Вестник Евразийской науки. 2020. URL: <https://esj.today/PDF/06ECVN520.pdf>. DOI: 10.15862/06ECVN520 (дата обращения: 05.10.21).
8. О Стратегии социально-экономического развития Республики Башкортостан на период до 2030 г. (с изменениями на 1 августа 2022 года): Постановление Правительства Республики Башкортостан № 624 [утверждена Постановлением Правительства Респ. Башкортостан от 20 декабря 2018 г.]. Уфа, 2018. 312 с.

References

1. Zolotareva O.A., Mikhaleva K.A., Pushkareva V.B. Social'no-demograficheskij portret sovremennogo migranta v Rossii ciframi statistiki // Bol'shaya Evraziya: razvitie, bezopasnost', sotrudnichestvo, 2020, no. 3 (1), pp. 769–776.
2. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Elektronnyj resurs]. URL: <https://bashstat.gks.ru> (data obrashcheniya: 30.10.2022).
3. Tikunov V.S., Belozеров V.S., Shchitova N.A., Panin A.N., Cherkasov A.A. Geoinformacionnyj monitoring: instrument prostranstvenno-vremennogo analiza migracii naseleniya // Vestn. mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya, 2015, no. 2, pp. 33–39.
4. DEMers Majkl N. Geograficheskie informacionnye sistemy. Osnovy: Per. s angl. M.: Data+, 1999, 490 p.
5. Kuznecov S.M., Malygina O.I. Problemy i perspektivy geoprostranstvennykh dannyx pri vnedrenii v cifrovuyu ehkonomiku dlya upravleniya territoriyami // Regulirovanie zemel'no-imushchestvennykh otnoshenij v Rossii: pravovoe i geoprostranstvennoe obespechenie, ocenka nedvizhimosti, ehkologiya, tekhnologicheskie resheniya, 2021, no. 2, pp. 186–190. DOI: 10.33764/2687-041X-2021-2-186-190.
6. Esikova V.O. GIS-analiz regional'nykh osobennostej vosproizvodstva naseleniya Kaluzhskoj oblasti // InteRKarto.InteRGIS, 2021, vol. 27, no. 4, pp. 320–332. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-320-332.
7. Akhmetzyanova M.I., Atnabaeva A.R. Issledovanie privlekatel'nosti municipal'nykh obrazovanij Respubliki Bashkortostan s pomoshch'yu komponentnogo i klasternogo analiza // Vestnik Evrazijskoj nauki, 2020, URL: <https://esj.today/PDF/06ECVN520.pdf>. DOI: 10.15862/06ECVN520 (data obrashcheniya: 05.10.21).
8. O Strategii social'no-ehkonomicheskogo razvitiya Respubliki Bashkortostan na period do 2030 g. (s izmeneniyami na 1 avgusta 2022 goda): Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Bashkortostan № 624 [utverzhdena Postanovleniem Pravitel'stva Resp. Bashkortostan ot 20 dekabrya 2018 g.]. Ufa, 2018, 312 p.



**TOOLKIT FOR MONITORING AND FORECASTING SPATIAL DEVELOPMENT
OF TERRITORIAL SYSTEMS USING GEOINFORMATION MODELING TECHNOLOGIES**

© **M.M. Nizamutdinov, M.I. Akhmetzianova**

Institute of Social and Economic Researches – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
71, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

Modern world globalization processes lead to an increase in the speed of economic transformation, which causes changes in all spheres of society. Under these conditions, it becomes obvious that the transformation of the regional economy should be carried out taking into account the spatial aspects of development. An important condition for achieving this goal is the formation of an effective monitoring system, which makes it possible, among other things, to monitor the impact of ongoing large-scale projects and state programs on the development of the socio-economic and demographic sphere of the territories, to synchronize the management of these processes in the interests of public authorities. This article discusses the methodological and practical aspects of developing such monitoring tools based on a geographic information system (GIS), which was tested as part of the task of analyzing the migration attractiveness of municipalities in the region (on the example of the Republic of Bashkortostan).

Keywords: spatial development, monitoring, strategic planning, attractiveness of territories, geographic information systems, scenario forecasting, decision support.