

УДК 314.143

DOI: 10.31040/2222-8349-2021-0-4-102-109

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТАРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГНОЗОВ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

© М.М. Низамутдинов

По данным Росстата, за 2020 г. численность населения России в результате его естественного движения снизилась на 688,7 тыс. чел. Если рождаемость по отношению к уровню 2019 г. сократилась на 3,0%, то смертность возросла на 17,9%. Для многих регионов страны (как ни странно, в первую очередь ее европейской части) ситуация оказалась еще более сложной. При этом влияние оказали наложившиеся друг на друга разнородные факторы – изменение возрастной структуры населения, пандемия COVID-19, снижение реальных доходов и т.д. В данных условиях актуализируется проблема получения точных прогнозных оценок развития ситуации с целью разработки мер государственной политики по ее улучшению. Объективно необходимым является внедрение соответствующих информационных систем, построенных на базе комплексных экономико-математических моделей. В связи с этим рассматриваются вопросы разработки и применения современных инструментов анализа и прогнозирования развития территориальных систем, включая демографические аспекты. Указывается, что значимым фактором является развитие социальной инфраструктуры территории. Предлагается система критериев и показателей для оценки влияния уровня ее развития на демографические процессы. В частности, рассматриваются такие сферы, как здравоохранение, образование, культура и досуг, жилье, торговля и услуги. Представлен подход к формированию интегральных показателей по различным направлениям жизнедеятельности общества и пример разработки регрессионных уравнений на их основе. Отмечается, что в различных регионах страны степень влияния уровня развития социальной инфраструктуры на демографические процессы может существенно отличаться, что требует учета в рамках формируемой модели. Показана возможность и необходимость построения системы поддержки принятия решений на основе полученного модельного комплекса и определено место подобного инструментария в системе стратегического управления развитием региона. Описаны ключевые этапы разработки инструментария. Полученные результаты могут быть использованы в рамках моделирования изменения демографического потенциала регионов в условиях трансформации системы территориального расселения.

Ключевые слова: демография, регионы России, социальная инфраструктура, моделирование, прогнозирование, стратегическое управление.

Введение. Одной из ключевых проблем развития Российской Федерации как на сегодняшний день, так и на обозримую перспективу является негативное изменение демографической ситуации практически на всей ее территории. Так, по данным Росстата за 2020 г. численность населения страны в результате естественного движения снизилась на 688,7 тыс. чел. При этом, если рождаемость по отношению к уровню 2019 г. сократилась на 3,0%, то смертность возросла на 17,9%. Во многих субъектах РФ ситуация оказалась еще более сложной, и демографические потери были существенно выше среднероссийских. В части естественного прироста населения это, как ни странно, в первую

очередь относится к европейской части страны. При этом влияние оказали наложившиеся друг на друга разнородные факторы – изменение возрастной структуры населения, пандемия COVID-19, снижение доходов и т.д.

В данных условиях актуализируется проблема разработки качественных решений в данной области, которые бы позволили снизить негативное влияние указанных факторов и в перспективе обеспечить переход к стабильному росту численности населения. Однако без четко выстроенной системы мониторинга и прогнозирования ситуации указанная задача не может быть решена. Получение точных прогнозных оценок развития ситуации является

объективным условием разработки мер государственной политики по ее улучшению [1], решение этой задачи потребует разработки и внедрения соответствующих информационных систем, построенных на базе комплексных экономико-математических моделей.

На сегодняшний день сложились и достаточно активно применяются несколько подходов в области моделирования социально-экономических процессов. Однако зачастую данные методы являются специфичными и находят свое применение при решении строго определенного круга задач. Наиболее развитым направлением в этой области является эконометрическое моделирование, основанное на вероятностно-статистическом анализе взаимосвязи различных параметров в предыдущие периоды времени. Данный подход позволяет выявлять и учитывать количественные связи между изучаемыми показателями и влияющими на них факторами. В области демографических исследований также применяются имитационные модели и методы, характерные исключительно для данной сферы, например метод передвижки возрастов. Однако работы в этой области носят скорее исследовательский характер, в то время как лицо принимающее решение нуждается в прикладном инструментарии, позволяющем реализовывать весь комплекс работ, начиная со сбора информации, ее обработки, моделирования изменения ситуации и заканчивая формированием предложений по ее корректировке.

С технологической точки зрения решение данной задачи требует разработки специализированных методов поддержки принятия решений, в т.ч. систем класса DSS (ERP, OLAP, Data Mining, CRM и т.д.) [2]. Однако большинство имеющихся на сегодняшний день разработок в данной области направлено на решение проблем микроэкономического уровня, в частности, обеспечение деятельности отдельных корпораций, в том числе в части планирования ресурсов предприятия, управления проектами, поддержкой принятия решения при работе со слабо структурированной информацией. На макроэкономическом же уровне, в том числе в рамках разработки стратегий демографического развития регионов, подобные системы практически не применяются. На наш взгляд, их внедрение может повысить качество принимаемых управленческих решений. При этом ядром подобных систем, так или иначе, являются экономико-математические модели, описывающие причинно-следственные взаимосвязи между основными параметрами исследуемых процессов.

Социальная инфраструктура как фактор демографического развития. Рассматривая вопрос о факторах, определяющих динамику демографических процессов в регионе, нельзя не отметить, что в той или иной степени влияние оказывают все характеристики социально-экономического развития территории. В частности, можно выделить следующие сферы общественной жизнедеятельности и социально-экономического развития [3–4]: демография; труд и финансы населения; жилье; здравоохранение; образование; культура, досуг, спорт; безопасность; экология; экономика; торговля, транспорт и связь.

Как было показано в научных работах отечественных и зарубежных авторов, важнейшим фактором формирования демографических процессов является уровень развития социальной инфраструктуры региона [5]. При этом в различных источниках применяются различные подходы к определению данного понятия и выделению элементов социальной инфраструктуры. Отличительной особенностью социальной инфраструктуры, на наш взгляд, является то, что она обеспечивает не только функционирование ее составляющих в текущий момент времени, но и их воспроизводство и развитие в будущие периоды. В связи с этим под социальной инфраструктурой будем понимать комплекс видов экономической деятельности, обеспечивающих условия воспроизводства человеческого капитала.

В рамках проведенного исследования были рассмотрены следующие сферы общественной жизнедеятельности, характеризующие ее развитие: здравоохранение, образование, культурно-досуговая сфера, жилищно-коммунальная сфера, а также розничная торговля и предоставление услуг населению (рис. 1). На следующих этапах анализа представляется целесообразным сконцентрировать внимание на 15–25 наиболее существенных факторах.

При этом обращает на себя внимание различие в размерности показателей, что затрудняет их использование в рамках единого вычислительного процесса. В связи с этим для обеспечения сопоставимости данных предварительно осуществлено нормирование и оценка взаимосвязи частных показателей для исключения их «дублирования» с применением методов корреляционного анализа. На следующем этапе были сформированы интегральные показатели по каждому из вышеуказанных направлений, представляющие собой среднегеометрические величины нормированных показателей развития социальной инфраструктуры регионов России.



Рис. 1. Перечень показателей для оценки уровня развития социальной инфраструктуры. *Источник:* составлено автором

Логика формирования интегральных показателей уровня развития социальной инфраструктуры. Предлагаемая нами логика исследования базируется на том, что влияние параметров развития социальной инфраструктуры на отдельные составляющие демографических процессов различно. Это связано с тем, что развитие социальной инфраструктуры, на наш взгляд, имеет куда более противоречивое влияние на демографическую ситуацию в регионах, чем этого можно было бы ожидать. В частности, повышение возможностей для получения высшего образования, с одной стороны, положи-

тельно сказывается на миграционной привлекательности территории [6], а с другой – способно снизить суммарный коэффициент рождаемости. В связи с этим уровень развития социальной инфраструктуры в том или ином регионе следует определять исходя из целей исследования, то есть в привязке к конкретной задаче. В рамках проведенного анализа был произведен расчет интегральных показателей развития социальной инфраструктуры с точки зрения ее влияния на уровень рождаемости ($Y_{СИ_рожд}^n$), смертности ($Y_{СИ_смер.}^n$) и миграции ($Y_{СИ_мигр.}^n$).

Правила группировки регионов (определение номера группы)

Уровень развития		Социальная инфраструктура		
		Низкое	Среднее	Высокое
Параметр демографического развития региона	Низкое	3	2	1
	Среднее	4	3	2
	Высокое	5	4	3

Источник: составлено автором.

В частности, для оценки социальной инфраструктуры с точки зрения ее влияния на уровень рождаемости было получено следующее уравнение:

$$Y_{СИ_рожд.}^n = 0.89 * Y_{здр}^n + 0.00 * Y_{обр.}^n + 0.38 * Y_{кул.-дос.}^n + 0.10 * Y_{жил.}^n + 1.00 * Y_{торг/усл.}^n \quad (1)$$

Аналогичным образом определены уровни развития социальной инфраструктуры с позиции решения вопросов снижения смертности и повышения миграционной привлекательности регионов.

Полученные таким образом значения интегральных показателей уровня развития социальной инфраструктуры для выделенных направлений характеризуют ситуацию в целом по стране, однако в тех или иных регионах степень влияния каждого из них на соответствующий демографический процесс может существенно отличаться. В связи с этим в рамках исследования была проведена группировка субъектов Российской Федерации в соответствии с правилами, представленными в табл. 1.

Для полученных правил группировки, на наш взгляд, уместна следующая интерпретация. Регионы, относящиеся к первой группе, имея высокий уровень развития социальной инфраструктуры, демонстрируют низкие демографические показатели. С другой стороны, такие регионы как Республика Дагестан, Курганская область, Республика Тыва и Чеченская Республика отстают по уровню развития социальной инфраструктуры, однако занимают лидирующие позиции по уровню рождаемости, соответственно, они относятся к более высокой группе – № 4 и № 5. Таким образом, можно говорить о степени реализации потенциала влияния социальной инфраструктуры на демографические процессы в регионе.

Дальнейшая работа по формированию эконометрических моделей базировалась на учете

влияния интегральных показателей развития социальной инфраструктуры и принадлежности региона к той или иной группе на соответствующие показатели демографической ситуации в регионе.

Проведенный корреляционно-регрессионный анализ позволил получить зависимость величины суммарного коэффициента рождаемости от $СИ_{рожд}$ и номера группы, к которой отнесен регион по результатам проведенной группировки. В результате расчетов получено уравнение вида:

$$Y_{рожд.} = 0.58 + 0.445 * Y_{СИ_рожд.}^n + 0.334 * N_{рожд.}, \quad (2)$$

где $Y_{рожд.}$ – суммарный коэффициент рождаемости; $N_{рожд.}$ – присвоенный региону номер группы.

Значение коэффициента детерминации на уровне 0.77 свидетельствует о достаточно высоком качестве полученного уравнения. Значение критерия Фишера составляет 56.7, что существенно превосходит пороговый уровень. Значение t -статистики Стьюдента для каждого из элементов полученного уравнения также удовлетворяет требованиям.

Аналогичные уравнения построены для показателей уровня смертности и общего коэффициента миграции.

Схема интеграции модельного инструментария в систему информационной поддержки стратегического управления развитием региона. Полученный комплекс экономико-математических моделей может рассматриваться в качестве ядра для формирования полноценной системы поддержки принятия решений (СППР) в области регулирования демографического развития региона.

Рассмотрим место подобного инструментария в системе управления. Управление регио-

нальным развитием может быть достаточно условно разделено на две составляющие – оперативное управление и стратегическое управление [7]. Целью оперативного управления является решение текущих задач и, в том числе, направленных на достижение составляющих элементов стратегических целей управления. Стратегическое управление определяет приоритеты развития региона и ключевые параметры, ставит цели для оперативного уровня. Непосредственно на параметры развития региональной социально-экономической системы (РСЭС) оказывают влияние управляющие параметры, т.е. результаты деятельности субъектов оперативного управления. Кроме того, на изменение параметров РСЭС оказывают влияние процессы, происходящие в рамках самой системы и влияние внешней среды (рис. 2).

В рамках решения задач стратегического управления осуществляется постановка и

обоснование долгосрочных масштабных задач. Сама разработка стратегии демографического развития региона подразумевает ряд этапов, включая [8]:

- Определение целей стратегии;
- Формирование перечня рассматриваемых показателей;
- Анализ и выявление проблем;
- Анализ влияния сценарных параметров;
- Выявление управляемых параметров и механизмов управления ими;
- Определение целей развития;
- Определение комплекса целевых ориентиров и их количественных характеристик;
- Формирование комплекса мероприятий, направленных на достижение поставленной цели;
- Обоснование эффективности мероприятий и оценка объема необходимых ресурсов.

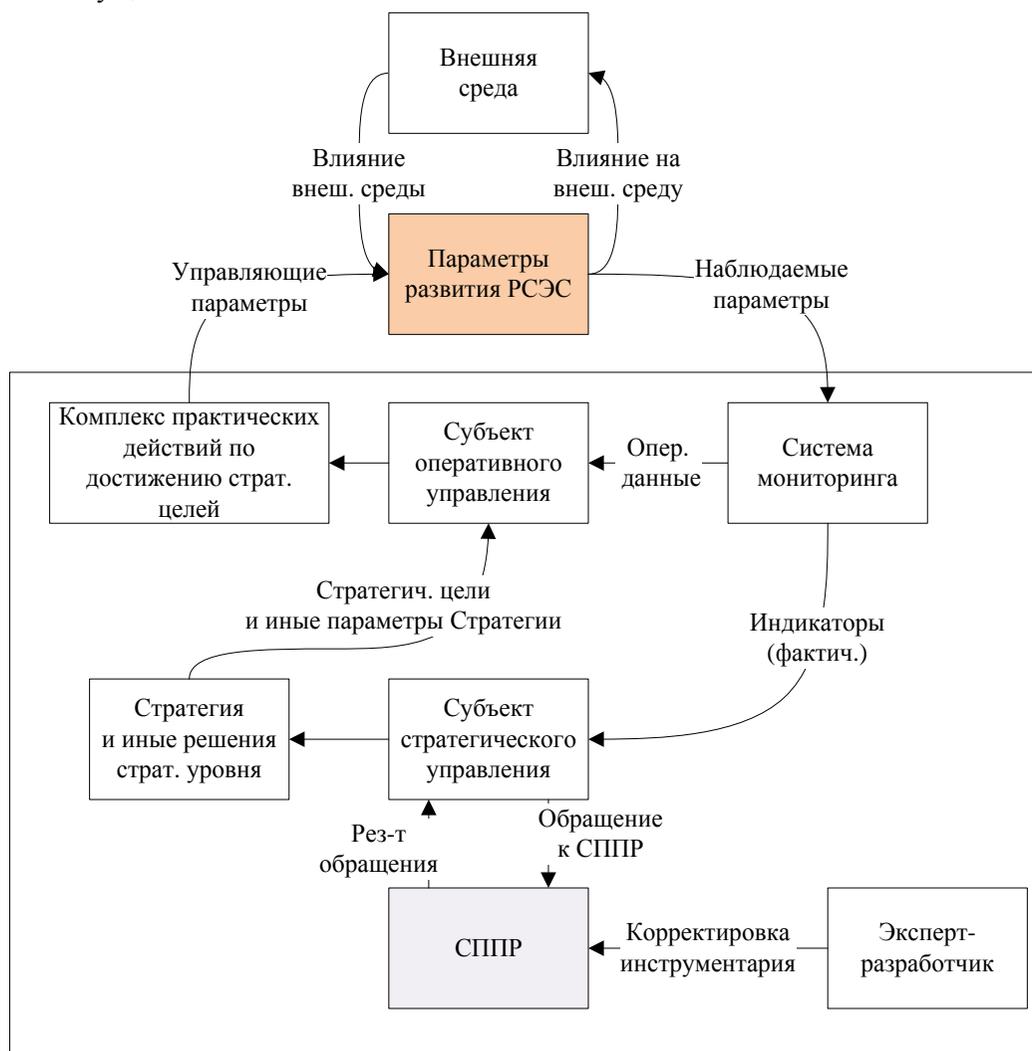


Рис. 2. Место СППР в системе управления региональным развитием. *Источник:* составлено автором.

Как видно из представленного перечня, решение задачи обоснования параметров демографического развития региона весьма многоаспектно и требует учета специфики поведения агентов, функционирующих в рамках региональной системы. В целом, теоретическое обоснование разработки подобной проблемно-ориентированной системы поддержки принятия решений должно включать реализацию нескольких последовательно взаимосвязанных этапов, определяющих основные конструктивные особенности.

В рамках концептуального этапа исследований необходимо четко сформулировать базовые принципы и требования к разработке инструментария поддержки принятия решений применительно к задаче формирования стратегий демографического развития регионов. В число данных принципов, на наш взгляд, входят:

- принцип системности;
- принцип комплексности;
- принцип соответствия целям;
- принцип научной обоснованности;
- принцип практической применимости;
- принцип сопоставимости данных.

Необходимо также сформировать общую методологию исследования, обосновать подходы, методы и технологии.

В рамках этапа проектирования и математической формализации модели региона должно осуществляться встраивание структурных элементов и функциональных связей, необходимых для моделирования стратегий демографического развития на региональном уровне [9].

Этап конструирования управляющей подсистемы должен включать разработку модели и механизмов формирования индикативного плана развития региональной системы и обоснование множества управляющих и регулирующих параметров.

На этапе конструирования непосредственно программного обеспечения системы поддержки принятия решений необходимо системно интегрировать разработанные модели и алгоритмы в единый инструментарий.

На этапе методического обеспечения СППР требуется также предусмотреть разработку методики формирования стратегий демографического развития региона.

На этапе практической апробации СППР целесообразно провести комплекс экспериментальных и сценарных расчетов с использованием разработанной экономико-математической модели.

Важно отметить, что базовым принципом исследования на всех ее этапах становится реализация системного подхода, определяющего необходимость рассмотрения всех ключевых элементов и взаимосвязей региональной системы, формирующих описание их основных свойств и детерминирующих факторов демографического развития.

Заключение. Проведенное исследование показало, что в настоящее время регионы Российской Федерации столкнулись с комплексом проблем, приводящих к ухудшению демографической ситуации. Это относится как к естественному, так и механическому движению населения. В данных условиях особую важность приобретает качество и своевременность принимаемых решений, которые невозможны без разработки качественных прогнозов. Разработанный в рамках исследования комплекс экономико-математических моделей и предлагаемый к формированию на их основе инструментарий поддержки принятия решений позволяют обеспечить информационную поддержку специалиста в данной области. Научная новизна исследования заключается в комплексном учете влияния уровня развития социальной инфраструктуры территории и степени реализации потенциала социальной инфраструктуры в регионах. Кроме того, в рамках проведенного исследования показана необходимость расчета интегрального показателя уровня развития социальной инфраструктуры применительно ко всем элементам движения населения. Практическая значимость заключается в возможности применения полученных результатов органами управления при разработке государственной политики в области демографического развития регионов России.

Данное исследование выполнено в рамках Государственного задания УФИЦ РАН № 075-00504-21-00 на 2021 г.

Литература

References

1. Амирова Э.Ф. Теоретическая интерпретация термина «труд» как объекта рыночных отношений // *Инновационная экономика, стратегический менеджмент и антикризисное управление в субъектах бизнеса. Сборник статей I Международной научно-практической конференции.* Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парачина, 2018. С. 265–268.

2. Фещенко В.В. Мобильность как вектор развития экономики будущего // *Экономика. Социология. Право.* 2019. № 1 (13). С. 54–58.

3. Гатауллин Р.Ф., Аслаева С.Ш., Галикеев Р.Н. Концентрация промышленного производства в регионах // *Инновации и инвестиции.* 2018. № 12. С. 276–282.

4. Садыков Р.М., Мигунова Ю.В., Гаврикова А.В., Ишмуратова Д.Ф. Ключевые аспекты социального развития региона в условиях экономической нестабильности // *Региональная экономика: теория и практика.* 2017. Т. 15, № 10 (445). С. 1906–1919.

5. Zhahov N.V., Alpeeva E.A., Krivoshlykov V.S., Nesenjuk E.S. Inevitability of structural and economic reforms of regional economy // *Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA.* 2019. P. 4392–4397.

6. Ахметзянова М.И., Атнабаева А.Р. Онтологический инжиниринг как инструмент управления человеческим капиталом применительно к анализу и оценке рисков // *Аудит и финансовый анализ.* 2019. № 6. С. 221–225.

7. Орешников В.В. Оценка и обоснование целесообразности укрупнения муниципальных районов в субъектах Российской Федерации (на примере Республики Башкортостан) // *Вестник НГИЭИ.* 2019. № 11 (102). С. 121–133.

8. Аитова Ю.С., Орешников В.В. Взаимосвязь уровня развития и финансирования социальной инфраструктуры в Российской Федерации // *Вестник НГИЭИ.* 2020. № 11 (114). С. 160–174.

9. Низамутдинов М.М., Атнабаева А.Р., Ахметзянова М.И. Исследование процессов межрегиональной миграции на основе имитационного моделирования // *Известия Уфимского научного центра РАН.* 2020. № 3. С. 93–99.

1. Amirova E.F. Theoretical interpretation of the term "labor" as an object of market relations. *Innovatsionnaya ekonomika, strategicheskiy menedzhment i antikrizisnoye upravleniye v subyektakh biznesa. Sbornik statey I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* Orel: Orlovsky State Agrarian University named after N.V. Parachina, 2018, pp. 265–268.

2. Fesheshenko V.V. Mobility as a vector of economics of the future. *Ekonomika. Sotsiologiya. Pravo,* 2019, no. 1 (13), pp. 54–58.

3. Gatallin R.F., Aslaeva S.Sh., Galikeev R.N. Concentration of industrial production in the regions. *Innovatsii i investitsii,* 2018, no. 12, pp. 276–282.

4. Sadykov R.M., Migunov Yu.V., Gavrikova A.V., Ishmuratova D.F. Key aspects of the social development of the region in economic instability. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika,* 2017, vol. 15, no. 10 (445), pp. 1906–1919.

5. Zhahov N.V., Alpeeva E.A., Krivoshlykov V.S., Nesenjuk E.S. Inevitability of structural and economic reforms of regional economy. *Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA,* 2019, pp. 4392–4397.

6. Akhmetzyanova M.I., Atnabaeva A.R. Ontological engineering as a tool for human capital management in relation to the analysis and risk assessment. *Audit i finansovyy analiz,* 2019, no. 6, pp. 221–225.

7. Oreshnikov V.V. Assessment and substantiation of the expediency of the consolidation of municipal regions in the constituent entities of the Russian Federation (on the example of the Republic of Bashkortostan). *Vestnik NGIEI,* 2019, no. 11 (102), pp. 121–133.

8. Aitova Yu.S., Oreshnikov V.V. The relationship of the level of development and financing of social infrastructure in the Russian Federation. *Vestnik NGIEI,* 2020, no. 11 (114), pp. 160–174.

9. Nizamutdinov M.M., Atnabaeva A.R., Akhmetzyanova M.I. The study of the processes of interregional migration based on simulation modeling. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN,* 2020, no. 3, pp. 93–99.



**METHODICAL ASPECTS OF DEVELOPING TOOLKIT MODELING AND
INFORMATION SUPPORT FOR THE FORMATION OF FORECASTS
OF THE DEMOGRAPHIC DEVELOPMENT OF REGIONS**

© M.M. Nizamutdinov

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

According to Rosstat for 2020, the population of Russia as a result of its natural movement decreased by 688.7 thousand people. If the birth rate in relation to 2019 decreased by 3.0%, then mortality increased by 17.9%. For many regions of the country (oddly enough, in the first place of its European part), the situation turned out to be even more difficult. At the same time, heterogeneous factors had an impact on each other – a change in the age structure of the population, the COVID-19 pandemic, a decrease in real income, etc. Under these conditions, the problem of obtaining accurate predictive assessments of the situation development in order to develop government policies to improve it is updated. Objectively necessary is the introduction of relevant information systems built on the basis of integrated economic and mathematical models. In this regard, the article discusses the development and application of modern tools for analyzing and predicting the development of territorial systems, including demographic aspects. It is indicated that a significant factor is the development of the social infrastructure of the territory. A system of criteria and indicators are proposed to assess the impact of its level of development on demographic processes. In particular, areas such as health care, education, culture and leisure, housing, trade and services are considered. An approach to the formation of integral indicators in various areas of life of society and an example of developing regression equations based on them is presented. It is noted that in different regions of the country, the degree of influence of the level of development of social infrastructure on demographic processes may differ significantly, which requires accounting within the framework of the model being formed. The possibility and need to build a decision support system based on the obtained model complex and is defined by such a toolkit in the strategic development management system of the region. The key stages of developing tools are described. The results obtained can be used as part of modeling changes in the demographic potential of regions in the context of the transformation of the territorial settlement system.

Key words: demography, regions of Russia, social infrastructure, modeling, forecasting, strategic management.