

Применение агент-ориентированного моделирования экономико-демографических процессов в ходе разработки региональных документов стратегического планирования

Научный руководитель – Бахтизин Альберт Рауфович

Самсонова Наталья Александровна

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Экономический факультет, Кафедра математических методов анализа экономики, Москва, Россия

E-mail: sonnatali@yandex.ru

Основным инструментарием анализа и изучения социальных и экономических систем в настоящее время является моделирование. Актуальность применения моделей в исследовании экономических и общественных явлений в последнее время резко возросла благодаря развитию вычислительных машин и возможностью компьютерного моделирования сложных систем.

Применение инструментов моделирования для российских регионов наиболее актуально сейчас, когда с 2014 года вступил в силу федеральный закон "О стратегическом планировании в Российской Федерации", который определил правовые основы стратегического планирования, полномочия его участников, систему планирования, способы мониторинга и контроля за реализацией документов стратегического планирования.

Данное институциональное преобразование поставило новый вызов перед экономистами: подбор оптимального инструмента для оптимизации процесса разработки документов стратегического планирования разного уровня. В качестве инструмента, потенциально обладающего необходимым функциональным набором, автор предлагает использовать агент-ориентированный подход имитационного моделирования [1,6,7,8].

Социально-экономическая система является сложным и комплексным объектом моделирования и требует построение модели «снизу-вверх»: от отдельного индивида к населению в целом или от предприятия к отрасли. Такой же принцип построения моделей использует агент-ориентированный подход: совокупность самостоятельно развивающихся агентов образует искусственное общество, функционирующее в рамках определенных ограничений и закономерностей.

Таким образом, целью исследования является разработка агент-ориентированной модели регионального рынка труда в качестве инструмента оценки управленческих решений в рамках регионального стратегического планирования.

Объектом моделирования является социально-экономическая система региона. В целях апробации модели был выбран реальный субъект Российской Федерации - Республика Карелия.

Для моделирования социально-экономических явлений, происходящих в регионе, в частности отношений на рынке труда, были созданы два типа агентов:

- 1) агент "Население", популяция которого представляет структуру населения Республики Карелия;
- 2) агент «Организация», представляющий совокупность предприятий и организаций Республики Карелия как единого экономического агента.

Согласно концепции разрабатываемой модели, созданные агенты должны воспроизводить и имитировать демографическую ситуацию в регионе, ситуацию на рынке труда,

со стороны населения представленной статусом (уровнем) участия в рабочей силе и совокупным предложением труда, а со стороны предприятий и организаций республики - совокупным спросом на труд.

Реализация модели осуществляется с помощью специального программного продукта «AnyLogic» [3,5].

Период моделирования выбран в границах 2009-2014 гг. вследствие наличия достоверных статистических данных (актуализированных по итогам всероссийской переписи населения 2010 г.), по которым можно проводить валидацию и апробацию модели.

Модель откалибрована таким образом, чтобы статистические данные, рассчитанные на популяции агентов, совпали с наибольшей возможной точностью с реальными данными федеральной статистики о численности населения, его половозрастной структуре, числе родившихся и умерших. Для моделирования смертности были рассчитаны параметры для определения ожидаемой продолжительности жизни (например, вероятность умереть в определенном возрасте) [4]. На основании данных параметров были построены распределения для моделирования модельного времени смерти для каждого агента.

Для моделирования рождаемости рассчитывался специальный коэффициент рождаемости [2]. Данный коэффициент брался за основу при добавлении новых агентов в популяцию.

Результаты калибровки и моделирования представлены в приложенных иллюстрациях, в частности: численность населения Республики Карелия (рис. 1, 2), численность рожденных (сравнение результатов модели и статистических значений) (рис. 3).

В модели реализован прогноз численности населения на период до 2025 и прогноз баланса трудовых ресурсов, который является обязательным элементом внедрения Стандарта деятельности органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации по обеспечению благоприятного инвестиционного климата в регионе. Результаты сравнения разных прогнозов представлены на рис. 4, 5.

Также в модели реализованы вычислительные эксперименты, направленные на определение оптимального уровня занятости посредством нахождения решений целевой функции при определенных ограничениях и требованиях. Требования, устанавливаемые к оптимизационному эксперименту, зависят от величины целевых индикаторов безработицы, установленных в программных документах республики. Фрагмент окна реализации эксперимента представлен на рис. 6.

Результаты эксперимента показали, что достижение целевых показателей уровня безработицы Стратегии социально-экономического развития Республики Карелия может быть реализовано за счет поддержания занятости на уровне, сформированном только с учетом естественного высвобождения рабочих мест (т.е. в режиме недопускания снижения занятости по причинам увольнений или сокращений).

Таким образом, разрабатываемая агент-ориентированная модель может быть предложена в качестве инструмента разработки программных документов в сфере содействия занятости и стратегии социально-экономического развития субъектов Российской Федерации.

Источники и литература

- 1) Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: Экономика, 2008.
- 2) Борисов В.А. Демография — М.: Издательский дом NOTABENE, 1999, 2001. — 272 с.
- 3) Борщев А.В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика // Exponenta Pro, N 3-4, 2004, С. 38-47

- 4) Венецкий, И. Г. Математические методы в демографии / И.Г. Венецкий. - М. : Статистика, 1971. - 296 с.
- 5) Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование на AnyLogic 5. // БХВ_Петербург, С.Петербург, 2005
- 6) Макаров В. Л., Бахтизин А. Р. Социальное моделирование — новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). — Экономика Москва, 2013. — С. 295.
- 7) Макаров В. Л., Бахтизин А. Р. Современные методы прогнозирования последствий управленческих решений // Управленческое консультирование. — 2015. — № 7. — С. 12–24.
- 8) Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д. Ситуационное моделирование - эффективный инструмент для стратегического планирования и управления // Управленческое консультирование. — 2016. — № 6 (90). — С. 26–39.

Иллюстрации

	Численность населения, чел.					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Данные статистики	653800	648700	642600	639700	636900	634400
Результаты модели	653800	637200	639700	627000	631600	629100
Отклонение, %	0	-1,8	-0,45	-1,98	-0,8	-0,8

Рис. 1. Сравнение результатов модели и данных статистики по численности населения Республики Карелия

	2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	муж	жен	муж	жен	муж	жен	муж	жен	муж	жен	муж	жен
Статистика	298,3	355,5	295,8	352,9	292,8	349,8	291,5	348,2	290,2	346,7	289,2	345,2
Модель	298,3	355,5	293,5	348,7	295,0	348,9	290,5	342,9	293,0	346,3	292,7	343,9
Отклонение, %	0	0	-0,78	-1,19	0,75	-0,26	-0,34	-1,52	0,96	-0,12	1,21	-0,38

Рис. 2. Численность мужского и женского населения Республики Карелия и численность популяции агентов за период с 2009 по 2014 гг., тыс. человек

	Численность рожденных, чел.					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Данные статистики	7884	7792	7720	8027	7553	7816
Результаты модели	7884	7874	7862	7829	7774	7718
Отклонение, %	0	1,05	1,8	-2,5	2,9	1,25

Рис. 3. Сравнение результатов модели и данных статистики по численности рожденных в Республике Карелия

	2015			2016			2020, прогноз			2025, прогноз		
	Всего	Муж.	Жен.	Всего	Муж.	Жен.	Всего	Муж.	Жен.	Всего	Муж.	Жен.
Прогноз модели	636,3	290,3	346,0	635,2	289,9	345,3	626,2	283,6	342,6	614,1	278,8	335,3
ФСГС	632,5	288,4	344,1	629,9	287,2	342,7	616,6	282,0	334,6	596,2	273,1	323,1
Прогноз СЭРРК	631,2	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	622,3/ 623,0*	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д

Рис. 4. Прогноз численности населения Республики Карелия до 2025 года, тыс. человек (Прогноз СЭР РК – прогноз социально-экономического развития Республики Карелия). * Базовый вариант/целевой вариант сценария. н/д – нет данных.

	2015	2016	2017	2018	2019	Величина отклонения (средн.)
ТОГС*	330,9	320,2				
БТР на 2015**	335,2	327,3	320,5			1,75%
БТР на 2017**			314,7	309,7	305,2	
Модель	328,8	321,6	315,4	312,1	310,9	0,53%

Источник: * Данные территориального органа государственной статистики; ** Прогноз баланса трудовых ресурсов, составленный Министерством социальной защиты, труда и занятости Республики Карелии.

Рис. 5. Прогноз баланса трудовых ресурсов (ресурсной части), тыс. человек.

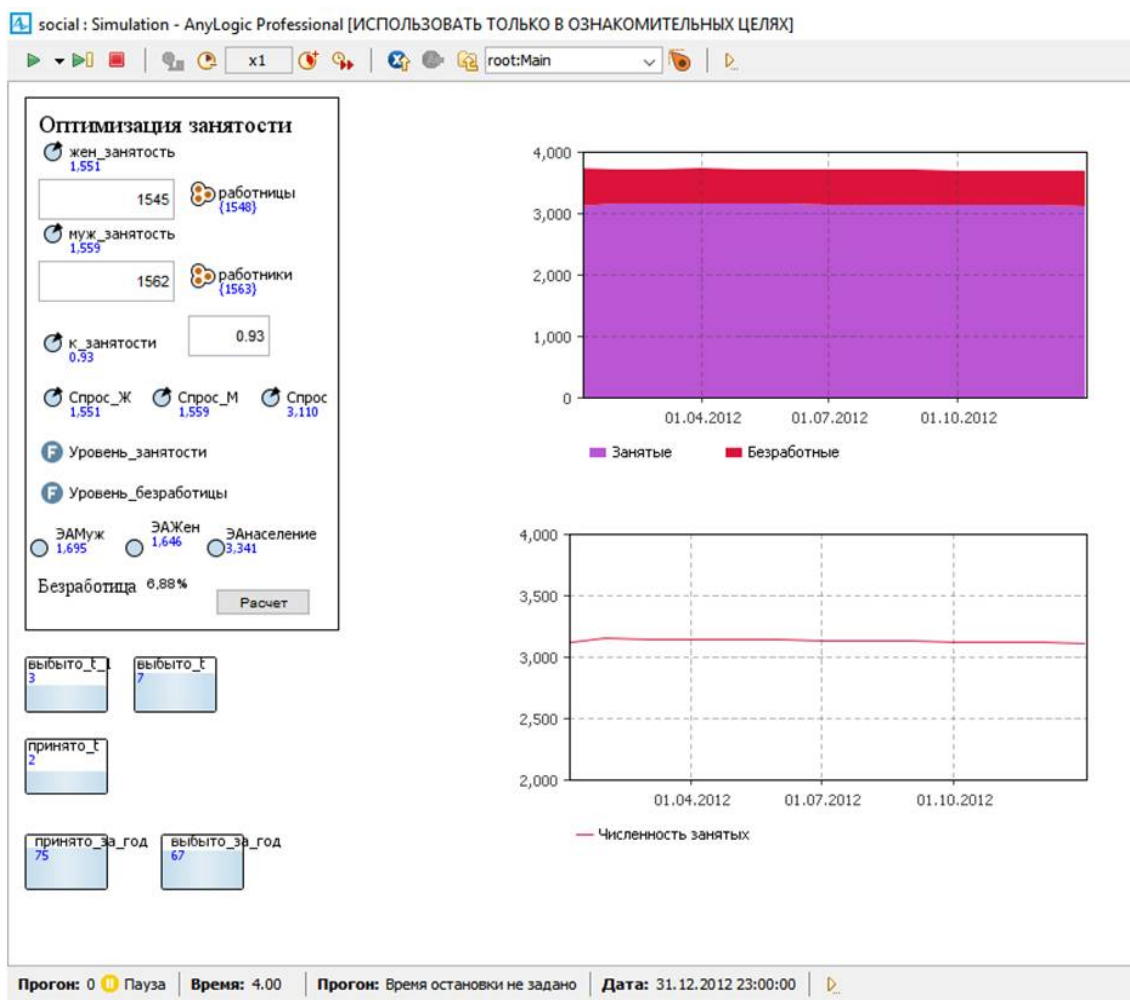


Рис. 6. Окно эксперимента «Оптимизация занятости»