модели. Модель реализована в среде динамического и имитационного моделирования PowerSim Studio 7 [2].

Изменяя значения сценарных параметров модели возможно строить прогноз миграционных потоков Европейской части РФ и Московского региона, а также нескольких других показателей, учитываемых в модели, при различных сценариях экономического развития РФ.

В данной статье приведены результаты прогнозирования миграционных потоков, полученные на основе описанной системно-динамической [3] модели, при нейтральном сценарии экономического развития.

Нейтральный сценарий характеризуется тем, что сценарные параметры на прогнозном периоде работы модели сохраняют свои основные тенденции изменения значений на ретроспективном периоде.

Значения ВРП на душу населения на прогнозном периоде (с 2011 года) при нейтральном сценарии приведены в таблице (Таблица 1).

Значения коэффициентов рождаемости и смертности в Европейской части РФ и Московском регионе при нейтральном сценарии на прогнозном периоде (с 2011 года) приведены на Рисунке 1 и 2.

Таблица 1

ВРП на душу населения в регионах при нейтральном сценарии

Время	ВРП на душу населения в Европейской части РФ, руб.	ВРП на душу населения в Московском регионе, руб.	ВРП на душу населения в экономически отсталых странах, руб.
1 янв 2004 г.	91 192	155 503	36 940
1 янв 2005 г.	124 947	242 551	49 269
1 янв 2006 г.	160 064	323 607	64 322
1 янв 2007 г.	197 550	408 049	82 231
1 янв 2008 г.	253 959	540 809	114 924
1 янв 2009 г.	262 034	540 818	113 093
1 янв 2010 г.	270 611	530 801	103 297
1 янв 2011 г.	322 495	624 888	130 649
1 янв 2012 г.	345 393	648 446	150 496
1 янв 2013 г.	367 367	665 738	170 929
1 янв 2014 г.	385 347	702 022	189 719
1 янв 2015 г.	402 121	776 143	215 511
1 янв 2016 г.	425 748	842 303	244 867

[2] Сидоренко В.Н. Системно-динамическое моделирование в среде POWERSIM: Справочник по интерфейсу и функциям. – М.: МАКС-ПРЕСС, 2001.

[3] Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятий (Индустриальная динамика). – М.: Прогресс, 1971.

Продолжение таблицы 1

Время	ВРП на душу населения в Европейской части РФ, руб.	ВРП на душу населения в Московском регионе, руб.	ВРП на душу населения в экономически отсталых странах, руб.
1 янв 2017 г.	458 908	910 688	266 382
1 янв 2018 г.	500 766	1 004 047	296 554
1 янв 2019 г.	538 556	1 102 672	322 745
1 янв 2020 г.	555 142	1 229 929	349 101

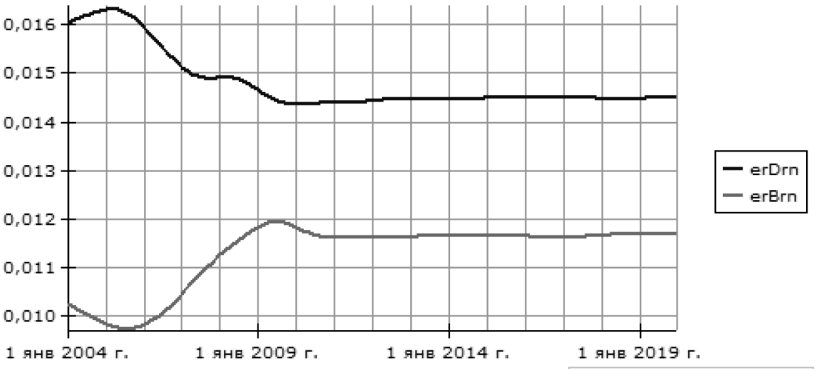

Рисунок 1. Коэффициенты рождаемости (*er Brn*) и смертности (*er Drn*) в Европейской части РФ при нейтральном сценарии

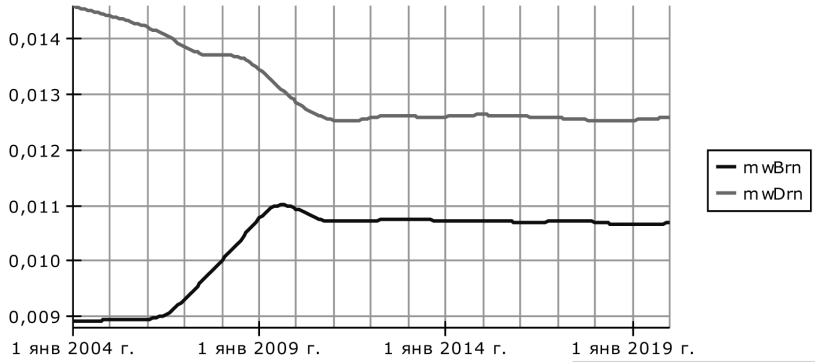

Рисунок 2. Коэффициенты рождаемости (*mwBrn*) и смертности (*mwDrn*) в Московском регионе при нейтральном сценарии

Внутрироссийская миграция при нейтральном сценарии в прогнозном периоде (с 2011 года) приведена в таблице (Таблица 2).

Таблица 2

Внутрироссийская миграция при нейтральном сценарии

Год	Миграция населения из Азиатской части РФ в Центральный Федеральный округ, чел.	Миграция населения из Азиатской части РФ в Европейскую часть РФ, чел.	Миграция населения из Европейской части РФ в Центральный федеральный округ, чел.
2004	16 677	86 912	39 962
2005	15 431	92 298	37 375
2006	17 549	97 757	39 401
2007	16 763	99 052	38 221
2008	17 372	101 295	44 757
2009	14 315	75 146	39 467
2010	14 327	77 512	41 799
2011	14 088	76 667	40 933
2012	13 530	73 366	39 997
2013	12 995	70 195	39 132
2014	12 484	67 146	38 335
2015	11 993	64 212	37 600
2016	11 523	61 387	36 924
2017	11 072	58 663	36 303
2018	10 638	56 035	35 735
2019	10 221	53 496	35 216

На Рисунке 3 представлены миграционные потоки на ретроспективном периоде (с 2004 по 2010 год) и в прогнозном периоде (с 2011 по 2020 год) из стран с низким уровнем развития экономики в Европейскую часть РФ и Московский регион, являющихся результатом расчетов модели при нейтральном сценарии.

Согласно нейтральному сценарию развитие экономики Московского региона и Европейской части РФ происходит более быстрыми темпами, чем в странах с низким уровнем развития экономики, то есть разность ВРП на душу населения между регионами растет, что приводит к росту прогнозируемой входящей миграции в период с 2011 по 2020 год (Рисунок 3).

На Рисунке 4 представлены миграционные потоки населения Московского региона с высшим или средним профессиональным образованием и ученой степенью в экономически развитые страны при нейтральном сценарии. Как можно увидеть на прогнозном периоде, скорость исходящей из Московского региона миграции уменьшается.

Степанов А. В.

аспирант кафедры «Математические методы в экономике», Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова
e-mail: alexpro45@yandex.ru

Прогнозирование миграции Европейской части РФ методами системной динамики при нейтральном прогнозе развития экономики

Статья содержит прогноз международных миграционных потоков для Европейской части РФ, полученный с использованием системно-динамического подхода математического моделирования. Прогноз построен при условии, что динамика развития экономики РФ в будущем не претерпит значительных изменений.

Ключевые слова: *системная динамика, миграция, математическое моделирование, прогнозирование, PowerSim Studio.*

Stepanov A. V.

postgraduate student, department of mathematical methods in economy, Plekhanov Russian University of Economics

Migration forecasting for European part of Russia according to neutral scenario of future using system dynamics

Article presents the forecast of international migration flows for European part of Russia made by using system-dynamic approach of mathematical modeling. Forecast based on condition that dynamics of Russian economy will contain to grow as well as during retrospective period.

Keywords: *system dynamics, migration, mathematical modeling, forecasting, PowerSim Studio.*

В статье [1] представлено краткое описание математической динамической модели миграционных потоков для Европейской части РФ и Московского региона, приведены перечни учитываемых в модели миграционных потоков. Приведен перечень сценарных параметров

[1] Степанов А.В.Моделирование миграционных потоков Европейской части РФ при оптимистичном прогнозе развития экономики // Ученые записки: Роль и место цивилизованного предпринимательства в экономике России: Сб. научных трудов. Вып. XXXIX. – М.: Российская академия предпринимательства; АП «Наука и образование», 2014. – С. 91–102.

Рисунок 3. Миграционные потоки из стран с низким уровнем развития населения в Европейскую часть РФ и Московский регион при нейтральном сценарии

Рисунок 4. Миграционные потоки населения из Московского региона в разрезе уровней образования в экономически развитые страны при нейтральном сценарии

Это связано с тем, что при нейтральном сценарии уровень ВРП начинает расти с 2011 года, что приводит к уменьшению исходящей миграции. Другими словами, при улучшении социально-экономическом обстановки в Московском регионе у людей все меньше возникает желание мигрировать в другие регионы.

На Рисунке 5 представлен поток исходящей из Европейской части РФ в экономически развитые страны миграции. Он ведет себя аналогично исходящему миграционному потоку населения из Московс-

кого региона. С 2011 года наблюдается спад исходящей из Европейской части РФ миграции.

Рисунок 5. Миграционный поток населения из Европейской части РФ в экономически развитые страны при нейтральном сценарии

На Рисунке 6 представлена численность постоянного населения в Европейской части РФ и Московском регионе при нейтральном сценарии (прогноз с 2011 года). Как можно увидеть, численность постоянного населения в Европейской части РФ, начиная с прогнозного периода, начинает снижаться, в отличие от численности постоянного населения в Московском регионе. Смертность на прогнозном периоде все еще превышает рождаемость как в Европейской части РФ, так и в Московском регионе, но входящая миграция в Московский регион достаточно высока, чтобы компенсировать естественное уменьшение населения. Численность постоянного населения в Московском регионе при нейтральном сценарии растет на всем прогнозном периоде и достигает к 2020 году отметку в 17 747 000 человек.

Рисунок 6. Численность постоянного населения в Европейской части РФ и Московском регионе при нейтральном сценарии

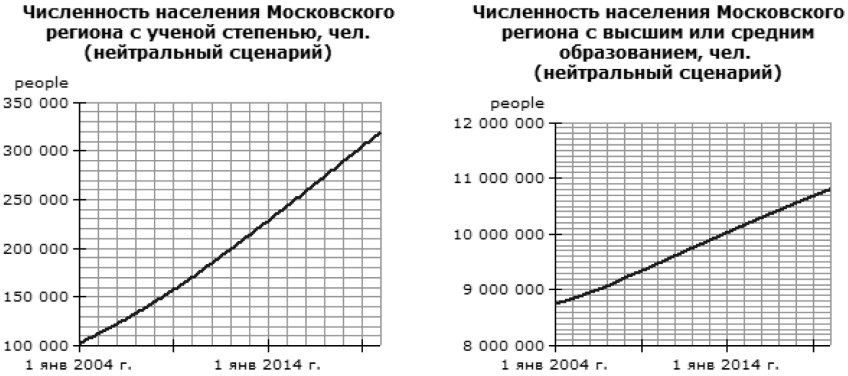

Рисунок 7. Численность постоянного населения Московского региона с ученой степенью и высшим или средним профессиональным образованием при нейтральном сценарии

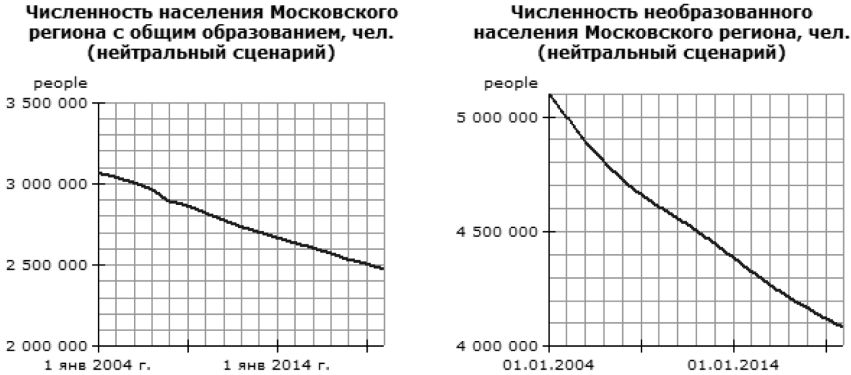

Рисунок 8. Численность постоянного населения, не имеющего образования, и населения с общим образованием в Московском регионе при нейтральном сценарии

На Рисунках 7 и 8 представлены графики численности постоянного населения в Московском регионе в разрезе уровней образования при нейтральном сценарии. При растущей согласно нейтральному сценарию привлекательности образования наблюдается переход населения из одной образовательной группы в более высшую. Это приводит к росту численности населения, имеющего высшее или среднее профессиональное образование и ученую степень, и уменьшению населения, не имеющего образования, и населения с общим образованием.

На Рисунке 9 представлена структура постоянного населения Московского региона по уровням образования в 2004 г. и ее прогноз к 2020 году при нейтральном сценарии.

Рисунок 9. Сравнение структуры населения Московского региона по уровням образования в 2004 и 2020 годах при нейтральном сценарии

Такие тенденции как рост численности населения Московского региона с высшим или средним профессиональным образованием и ученой степенью, а также спад численности населения, не имеющего образования, и населения с общим образованием, наблюдавшиеся в ретроспективном периоде, продолжаются в и прогнозный период (Рисунок 6 и Рисунок 7). Согласно прогнозу модели, при нейтральном сценарии к 2020 году это приведет к увеличению доли населения с ученой степенью и населения, имеющего высшее или среднее профессиональное образование.

Реализация модели позволяет легко настраивать сценарные параметры непосредственно в среде моделирования PowerSim Studio 7 и получать прогнозы приведенных социально-экономических показателей при различных сценариях, задаваемых экспертно.

Используемые источники

1. Степанов А.В. Моделирование миграционных потоков Европейской части РФ при оптимистичном прогнозе развития экономики // Ученые записки: Роль и место цивилизованного предпринимательства в экономике России: Сб. научных трудов. Вып. XXXIX – М.: Российская академия предпринимательства; АП «Наука и образование», 2014. – С. 91–102.
2. Сидоренко В.Н. Системно-динамическое моделирование в среде POWERSIM: Справочник по интерфейсу и функциям. – М.: МАКС-ПРЕСС, 2001.
3. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятий (Индустриальная динамика). – М., Прогресс, 1971.